

## Amtliche Bekanntmachungen

Herausgegeben im Auftrage des Rektors von der Abteilung 1.1 des Dezernates 1.0  
der RWTH Aachen, Templergraben 55, 52056 Aachen

|              |            |                          |
|--------------|------------|--------------------------|
| Nr. 2011/039 | 31.03.2011 | Redaktion: Sylvia Glaser |
| S. 1 - 369   |            | Telefon: 80-99087        |

**Prüfungsordnung**  
**für den Masterstudiengang**  
**Allgemeiner Maschinenbau**  
**der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen**

**vom 30.03.2011**

Aufgrund der §§ 2 Abs. 4, 64 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG) vom 31. Oktober 2006 (GV. NRW S.474), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes zum Ausbau der Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen vom 8. Oktober 2009 (GV. NRW 2009 S. 516), hat die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH) folgende Prüfungsordnung erlassen:

## Inhaltsübersicht

### I. Allgemeines

- § 1 Geltungsbereich und akademischer Grad
- § 2 Ziel des Studiums und Sprachenregelung
- § 3 Zugangsvoraussetzungen
- § 4 Regelstudienzeit, Studienumfang und Leistungspunkte
- § 5 Anmeldung und Zugang zu Lehrveranstaltungen
- § 6 Prüfungen und Prüfungsfristen
- § 7 Formen der Prüfungen
- § 8 Zusätzliche Module
- § 9 Bewertung der Prüfungsleistungen und Bildung der Noten
- § 10 Prüfungsausschuss
- § 11 Prüfende und Beisitzende
- § 12 Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen und Einstufung in höhere Fachsemester
- § 13 Wiederholung von Prüfungen, der Masterarbeit und Verfall des Prüfungsanspruchs
- § 14 Abmeldung, Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß

### II. Masterprüfung und Masterarbeit

- § 15 Art und Umfang der Masterprüfung
- § 16 Masterarbeit
- § 17 Annahme und Bewertung der Masterarbeit
- § 18 Bestehen der Masterprüfung

### III. Schlussbestimmungen

- § 19 Zeugnis, Urkunde und Bescheinigungen
- § 20 Ungültigkeit der Masterprüfung, Aberkennung des akademischen Grades
- § 21 Einsicht in die Prüfungsakten
- § 22 Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen

### Anlagen:

1. Modulkatalog
2. Studienverlaufsplan

### Anhang: Glossar

## I. Allgemeines

### § 1

#### Geltungsbereich und akademischer Grad

- (1) Diese Prüfungsordnung gilt für den Masterstudiengang Allgemeiner Maschinenbau.
- (2) Bei erfolgreichem Abschluss des Masterstudiums verleiht die Fakultät für Maschinenwesen den akademischen Grad eines Master of Science RWTH Aachen University (M. Sc. RWTH).

### § 2

#### Ziel des Studiums und Sprachenregelung

- (1) Im Masterstudiengang Allgemeiner Maschinenbau werden die im Bachelorstudiengang erworbenen Kenntnisse so verbreitert und vertieft, dass die Absolventin bzw. der Absolvent zur Behandlung komplexer Fragestellungen und insbesondere zur selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit befähigt wird.
- (2) Bei dem Masterstudiengang handelt es sich um einen konsekutiven Masterstudiengang.
- (3) Das Studium findet in deutscher Sprache statt, einzelne Lehrveranstaltungen finden in englischer Sprache statt.
- (4) Die Masterarbeit kann wahlweise in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden.

### § 3

#### Zugangsvoraussetzungen

- (1) Zugangsvoraussetzung ist ein anerkannter erster Hochschulabschluss, durch den die fachliche Vorbildung für den Masterstudiengang nachgewiesen wird. Anerkannt sind Hochschulabschlüsse, die durch eine zuständige staatliche Stelle des Staates, in dem die Hochschule ihren Sitz hat, genehmigt oder in einem staatlich anerkannten Verfahren akkreditiert worden sind.
- (2) Für die fachliche Vorbildung im Sinne des Absatzes 1 ist es erforderlich, dass die Studienbewerberin bzw. der Studienbewerber in den nachfolgend aufgeführten Bereichen über die für ein erfolgreiches Studium im Masterstudiengang Allgemeiner Maschinenbau erforderlichen Kenntnisse verfügt:
  - Insgesamt 120 CP aus dem ingenieurwissenschaftlichen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich exklusive der berufspraktischen Tätigkeit
  - Grundlagenmodule aus dem Bachelorstudiengang Maschinenbau der RWTH Aachen University im aufgeführten Umfang:

| Modul                        | CP        |
|------------------------------|-----------|
| <b>Mechanik I</b>            | <b>18</b> |
| <b>Mechanik II</b>           |           |
| <b>Mechanik III</b>          |           |
| <b>Maschinengestaltung I</b> | <b>13</b> |
| <b>CAD-Einführung</b>        |           |

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>Maschinengestaltung II</b>        |           |
| <b>Maschinengestaltung III</b>       |           |
| <b>Thermodynamik I</b>               | <b>7</b>  |
| <b>Thermodynamik II</b>              |           |
| <b>Wärme- und Stoffübertragung I</b> | <b>6</b>  |
| <b>Werkstoffkunde I</b>              | <b>8</b>  |
| <b>Werkstoffkunde II</b>             |           |
| <b>Regelungstechnik</b>              | <b>6</b>  |
| <b>Strömungsmechanik I</b>           | <b>6</b>  |
| <b>Mathematik I</b>                  | <b>17</b> |
| <b>Mathematik II</b>                 |           |
| <b>Mathematik III</b>                |           |

- (3) Der Prüfungsausschuss kann eine Zulassung mit der Auflage verbinden, bestimmte Kenntnisse bis zur Anmeldung der Masterarbeit nachzuweisen. Art und Umfang dieser Auflagen werden vom Prüfungsausschuss individuell auf Basis der im Rahmen des vorangegangenen Studienabschlusses absolvierten Studieninhalte festgelegt, dies geschieht in Absprache mit der Studienkoordinatorin bzw. dem Studienkoordinator bzw. der Fachstudienberaterin bzw. dem Fachstudienberater. Für Absolventen eines 6-semesterigen Bachelorstudiums legt der Prüfungsausschuss Leistungen im Umfang von mindestens 30 CP fest, die bis zur Anmeldung der Masterarbeit nachzuweisen sind. Sind aufgrund der Differenzen in den in Absatz 2 definierten fachlichen Grundlagen weitere Auflagen im Umfang von mehr als 30 CP notwendig, ist eine Zulassung zum Masterstudiengang Allgemeiner Maschinenbau nicht möglich.
- (4) Für den Studiengang in deutscher Sprache ist die ausreichende Beherrschung der deutschen Sprache von den Studienbewerbern nachzuweisen, die Deutsch nicht als Muttersprache erlernt, die ihre Studienqualifikation nicht an einer deutschsprachigen Einrichtung erworben haben bzw. nach erfolgreichem Abschluss eines deutschsprachigen ersten Hochschulabschlusses, für den der Nachweis nicht Voraussetzung war. Es werden folgende Nachweise anerkannt:
- TestDaF (Niveaustufe 4 in allen vier Prüfungsbereichen),
  - Deutsche Sprachprüfung für den Hochschulzugang (DSH, Niveaustufe 2 oder 3),
  - Deutsches Sprachdiplom der Kultusministerkonferenz – Zweite Stufe (KMK II),
  - Kleines Deutsches Sprachdiplom (KDS), Großes Deutsches Sprachdiplom oder Zentrale Oberstufenprüfung (ZOP) des Goethe-Institutes,
  - Deutsche Sprachprüfung II des Sprachen- und Dolmetscher Institutes München.
- (5) Für den Zugang ist weiterhin der Nachweis der Ableistung der berufspraktischen Tätigkeit erforderlich. Die berufspraktische Tätigkeit umfasst insgesamt 20 Wochen nach näherer Bestimmung durch den Prüfungsausschuss.
- (6) Die Feststellung, ob die Zugangsvoraussetzungen erfüllt sind, trifft der Prüfungsausschuss in Absprache mit dem Studierendensekretariat, bei ausländischen Studienbewerberinnen bzw. -bewerbern in Absprache mit dem International Office.
- (7) Studienbewerberinnen und Studienbewerber, die schon einen Masterstudiengang an der RWTH oder an anderen Hochschulen studiert haben, müssen vor der Einschreibung bzw.

bei der Umschreibung in diesen Studiengang beim hiesigen Prüfungsausschuss die Anrechnung bisher erbrachter positiver und negativer Prüfungsleistungen beantragen, um eingeschrieben bzw. umgeschrieben werden zu können.

#### **§ 4**

##### **Regelstudienzeit, Studienumfang und Leistungspunkte**

- (1) Die Regelstudienzeit beträgt einschließlich der Anfertigung der Masterarbeit drei Semester (eineinhalb Jahre). Das Studium kann in jedem Semester aufgenommen werden.
- (2) Das Studium ist modular aufgebaut. Die einzelnen Module beinhalten die Vermittlung bzw. Erarbeitung eines Stoffgebietes und der entsprechenden Kompetenzen. Eine Beurteilung der Studienergebnisse durch eine Prüfung oder eine andere Form der Bewertung muss vorgesehen werden. Das Studium enthält einschließlich des Moduls Masterarbeit insgesamt 8-16 Module. Alle Module sind im Modulkatalog definiert (s. Anlage 1).
- (3) Die in den einzelnen Modulen erbrachten Prüfungsleistungen werden gemäß § 9 bewertet und gehen mit CP gewichtet in die Gesamtnote ein. CP werden nicht nur nach dem Umfang der Lehrveranstaltung vergeben, sondern umfassen den durch ein Modul verursachten Zeitaufwand der Studierenden für Vorbereitung, Nacharbeit und Prüfungen (Selbststudium). Ein CP entspricht dem geschätzten Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden. Ein Semester umfasst in der Regel 30 CP, der Masterstudiengang umfasst daher insgesamt 90 CP.
- (4) Der Studienumfang beläuft sich zuzüglich der Masterarbeit auf 30-60 Semesterwochenstunden (Kontaktzeit in SWS). Eine SWS entspricht einer 45-minütigen Lehrveranstaltung pro Woche während der gesamten Vorlesungszeit eines Semesters. Die angegebenen SWS beziehen sich auf die reine Dauer der Veranstaltungen. Darüber hinaus sind Zeiten zur Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen aufzubringen. Diese Zeiten gehen gemäß Absatz 3 in die Zuweisung der entsprechenden CP-Anzahl ein.
- (5) Die RWTH stellt durch ihr Lehrangebot sicher, dass die Regelstudienzeit eingehalten werden kann, dass insbesondere die für einen Studienabschluss erforderlichen Module und die zugehörigen Prüfungen sowie die Masterarbeit im vorgesehenen Umfang und innerhalb der vorgesehenen Fristen absolviert werden können.

#### **§ 5**

##### **Anmeldung und Zugang zu Lehrveranstaltungen**

- (1) Die Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs Allgemeiner Maschinenbau stehen den für diesen Studiengang eingeschriebenen oder als Zweithörerinnen bzw. Zweithörer zugelassenen Studierenden sowie grundsätzlich Studierenden anderer Studiengänge und Gasthörerinnen und Gasthörern der RWTH zur Teilnahme offen. Für jede Lehrveranstaltung ist eine Anmeldung über ein modulares Anmeldeverfahren erforderlich. Anmeldefrist und Anmeldeverfahren werden im CAMPUS-Informationssystem rechtzeitig bekannt gegeben. Eine Orientierungsabmeldung von einer Lehrveranstaltung, die über ein Semester läuft, ist bis zum letzten Freitag im Mai bzw. November möglich (Orientierungsphase). Im Falle einer Orientierungsabmeldung bei semesterfixierten Pflichtveranstaltungen erfolgt eine Wiederanmeldung zur nächsten turnusmäßigen Lehrveranstaltung und es ist keine erneute Abmeldung von der Veranstaltung möglich. Abweichend davon ist bei Blockveranstaltungen eine Abmeldung bis einen Tag vor dem ersten Veranstaltungstag möglich.
- (2) Machen es der angestrebte Studienerfolg, die für eine Lehrveranstaltung vorgesehene Vermittlungsform, Forschungsbelange oder die verfügbare Kapazität an Lehr- und Betreuungspersonal erforderlich, die Teilnehmerzahl einer Lehrveranstaltung zu begrenzen, so erfolgt

dies nach Maßgabe des § 59 Abs. 2 HG. Dabei sind Studierende, die im Rahmen ihres Studiengangs auf den Besuch einer Lehrveranstaltung angewiesen sind vorrangig zu berücksichtigen (semesterfixierte Pflichtleistung bzw. Wahlpflichtleistung). Als weitere Kriterien werden in der nachfolgenden Reihenfolge gesetzt: Die semestervariable Pflichtleistung bzw. Wahlpflichtleistung, die Wahlleistung (§ 6 Abs. 1) und die freiwillige Zusatzleistung (gemäß § 8 Abs. 1) und der freie Zugang (Absatz 1).

## **§ 6 Prüfungen und Prüfungsfristen**

- (1) Die Gesamtheit der Masterprüfung besteht aus den Prüfungsleistungen zu den einzelnen Modulen sowie der Masterarbeit. Die Prüfungen und die Masterarbeit werden studienbegleitend abgelegt und sollen innerhalb der festgelegten Regelstudienzeit abgeschlossen sein. Während der Prüfung müssen die Studierenden eingeschrieben sein. Die Module innerhalb des Curriculums gliedern sich in Pflicht- und Wahlpflichtmodule sowie ggfs. Wahlmodule. Pflichtmodule sind verbindlich vorgegeben. Wahlpflichtmodule gestatten eine Auswahl aus einer vorgegebenen Aufstellung alternativer Module durch die Studierenden. Darüber hinaus kann ein definierter Wahlbereich vorgesehen werden, aus dem von den Studierenden frei gewählt werden kann. Dieser Wahlbereich ist nicht mit den in § 8 genannten Zusatzmodulen gleichzusetzen. Zusatzmodule stellen Module dar, die im Studienplan nicht vorgesehen sind, sondern von den Studierenden zusätzlich - auf freiwilliger Basis - belegt werden.
- (2) Für den Besuch von Lehrveranstaltungen ist eine modulare Anmeldung erforderlich. Mit der Anmeldung zur Lehrveranstaltung in Pflichtmodulen und Wahlpflichtmodulen ist eine automatisierte Folgeanmeldung zu der dazugehörigen Prüfung möglich. Diese Folgeanmeldung erfolgt automatisch zum 1.12. für das Wintersemester bzw. 1.6. für das Sommersemester des jeweiligen Jahres. § 5 Abs. 1 bleibt davon unbenommen.
- (3) Die Studierenden sollen die Lehrveranstaltungen zu dem im Studienplan vorgesehenen Zeitpunkt besuchen. Die genauen An- und Abmeldeverfahren werden im CAMPUS-Informationssystem bekannt gegeben. Die Meldung zu einer Prüfung ist zugleich eine bedingte Meldung zu den Wiederholungsprüfungen. § 5 Abs. 1 bleibt hiervon unberührt.
- (4) Der Prüfungsausschuss sorgt dafür, dass in jedem Prüfungszeitraum zu den zur Masterprüfung gehörenden Fächern des jeweiligen Semesters Prüfungen erbracht werden können. In den Fächern sind mindestens zwei Prüfungstermine pro Jahr anzubieten, im Falle von Klausuren sind diese zu Vorlesungsbeginn anzukündigen.
- (5) Die gesetzlichen Mutterschutzfristen, die Fristen der Elternzeit und die Ausfallzeiten aufgrund der Pflege und Erziehung von Kindern im Sinne des § 25 Abs. 5 Bundesausbildungsförderungsgesetz sowie aufgrund der Pflege der Ehegattin bzw. des Ehegatten, der eingetragenen Lebenspartnerin bzw. des eingetragenen Lebenspartners oder einen in gerader Linie Verwandten oder ersten Grades Verschwägerten sind zu berücksichtigen.
- (6) Macht die Kandidatin bzw. der Kandidat durch ein ärztliches Zeugnis glaubhaft, dass sie bzw. er wegen länger andauernder oder ständiger körperlicher Behinderung oder chronischer Krankheit nicht in der Lage ist, eine Prüfung ganz oder teilweise in der vorgesehenen Form abzulegen, hat die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin bzw. dem Kandidaten zu gestatten, gleichwertige Prüfungsleistungen in einer anderen Form zu erbringen. Bei der Festlegung von Pflichtpraktika bzw. verpflichtenden Auslandsaufenthalten sind Ersatzleistungen zu gestatten, wenn diese aufgrund der Beeinträchtigung auch mit Unterstützung durch die Hochschule nicht nachgewiesen werden können.

- (7) Beurlaubte Studierende sind nicht berechtigt, an der RWTH Leistungsnachweise zu erwerben oder Prüfungen abzulegen. Dies gilt nicht für die Wiederholung von nicht bestandenen Prüfungen und für Leistungsnachweise (Erfahrungsberichte) für das Auslands- oder Praxissemester selbst. Außerdem gilt dies nicht, wenn die Beurlaubung aufgrund der Pflege und Erziehung von Kindern im Sinne des § 25 Abs. 5 Bundesausbildungsförderungsgesetz sowie aufgrund der Pflege der Ehegattin bzw. des Ehegatten, der eingetragenen Lebenspartnerin bzw. des eingetragenen Lebenspartners oder eines in gerader Linie Verwandten oder im ersten Grad Verschwägerten erfolgt.

## § 7 Formen der Prüfungen

- (1) Eine Prüfung ist im Regelfall eine Klausurarbeit oder eine mündliche Prüfung. Prüfungen können aber auch in Form eines Referates, einer Hausarbeit, einer Studienarbeit, einer Projektarbeit oder eines Kolloquiums erbracht werden. Im Rahmen eines Moduls kann die Vorlage von Teilnahmenachweisen sowie Leistungsnachweisen anstelle einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung verlangt werden. Leistungsnachweise können in den gleichen Formen wie die Prüfungen erworben werden. Ein Teilnahmenachweis bescheinigt die aktive Teilnahme an einer Lehrveranstaltung.
- (2) Die endgültige Form der Prüfungen im Fall von alternativen Möglichkeiten nach Modulkatalog und die zugelassenen Hilfsmittel werden in der Regel zu Beginn der Lehrveranstaltung, spätestens bis vier Wochen vor dem Prüfungstermin bekannt gegeben. § 14 Abs. 5 bleibt davon unberührt. Ebenso ist mitzuteilen, wie die Einzelbewertung der Prüfungen in die Gesamtbewertung der Prüfung zu der Lehrveranstaltung einfließen.

Der Prüfungstermin und der Name der oder des Prüfenden müssen spätestens bis Mitte Mai bzw. Mitte November im CAMPUS-Informationssystem bekannt gegeben werden muss.

- (3) In den **mündlichen Prüfungen** soll die Kandidatin bzw. der Kandidat nachweisen, dass sie bzw. er die Zusammenhänge des Prüfungsgebietes erkennt und spezielle Fragestellungen in diese Zusammenhänge einzuordnen vermag. Durch die mündliche Prüfung soll ferner festgestellt werden, ob die Kandidatin bzw. der Kandidat über breites Grundlagenwissen verfügt. Mündliche Prüfungen werden entweder von mehreren Prüfenden (Kollegialprüfung) oder von einer bzw. einem Prüfenden in Gegenwart einer bzw. eines sachkundigen Beisitzenden als Gruppenprüfung mit nicht mehr als vier Kandidatinnen bzw. Kandidaten oder als Einzelprüfung abgelegt. Hierbei wird jede Kandidatin bzw. jeder Kandidat in einem Prüfungsfach bzw. Stoffgebiet grundsätzlich nur von einer Prüfenden bzw. einem Prüfenden geprüft. Vor der Festsetzung der Note gemäß § 9 Abs. 1 hat die bzw. der Prüfende die Beisitzende bzw. den Beisitzenden zu hören. Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der mündlichen Prüfung sind in einem Protokoll festzuhalten. Das Ergebnis der Prüfung ist der Kandidatin bzw. dem Kandidaten im Anschluss an die mündliche Prüfung bekannt zu geben. Die Dauer einer mündlichen Prüfung beträgt pro Kandidatin bzw. Kandidat mindestens 15 und höchstens 45 Minuten. Im Fall von mündlichen Ergänzungsprüfungen gemäß § 13 Abs. 2 ist die Bewertung durch eine Prüfende bzw. einen Prüfenden ausreichend. Im Rahmen einer Gruppenprüfung ist darauf zu achten, dass der gleiche Zeitrahmen pro Kandidatin bzw. Kandidat wie bei einer Einzelprüfung eingehalten wird.
- (4) Studierende, die sich in einem späteren Prüfungszeitraum der gleichen Prüfung unterziehen wollen, können nach Maßgabe der räumlichen Verhältnisse als Zuhörerinnen bzw. Zuhörer zugelassen werden, sofern die Kandidatin bzw. der Kandidat nicht widerspricht. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses.

- (5) In den **Klausurarbeiten** soll die Kandidatin bzw. der Kandidat nachweisen, dass sie bzw. er in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln ein Problem mit den geläufigen Methoden des Faches erkennen und Wege zu einer Lösung finden kann. Die Dauer einer Klausur beträgt zwischen 60 und 240 Minuten. Die genaue Prüfungsdauer ist im Modulkatalog angegeben. Eine Einlesezeit, die nicht in die Bearbeitungszeit eingeht, ist darüber hinaus möglich.
- (6) Im Rahmen von Klausuren können auch Multiple Choice Aufgaben gestellt werden. Einzelheiten der Bewertung sind § 9 Abs. 2 bis 3 zu entnehmen.
- (7) Jede Klausurarbeit ist von der bzw. dem Prüfenden zu bewerten. Wird eine Klausurarbeit gemäß § 13 Abs. 4 von zwei Prüfenden bewertet, so ergibt sich die Note der Klausurarbeit aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen. Die Prüfenden können fachlich geeigneten Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeitern, die einen entsprechenden Mastergrad oder einen vergleichbaren oder höherwertigen Abschluss haben, die Vorkorrektur der Klausurarbeit übertragen. Im Fall von mündlichen Ergänzungsprüfungen gemäß § 13 Abs. 2 ist die Bewertung durch eine Prüfende bzw. einen Prüfenden ausreichend.
- (8) Ein **Referat** ist ein Vortrag von mindestens 15 und höchstens 45 Minuten Dauer auf der Grundlage einer schriftlichen Ausarbeitung. Dabei sollen die Studierenden nachweisen, dass sie zur wissenschaftlichen Ausarbeitung eines Themas unter Berücksichtigung der Zusammenhänge des Faches in der Lage sind und die Ergebnisse mündlich vorstellen können.
- (9) Im Rahmen einer **schriftlichen Hausarbeit** wird eine Aufgabenstellung aus dem Bereich der Lehrveranstaltung ggf. unter Heranziehung der einschlägigen Literatur und weiterer geeigneter Hilfsmittel sachgemäß bearbeitet und geeigneten Lösungen zugeführt. Die Hilfsmittel werden zusammen mit der Aufgabenstellung bekannt gegeben. § 7 Abs. 7 Satz 2 gilt entsprechend.
- (10) In **schriftlichen Hausaufgaben**, die begleitend während des Semesters ausgegeben und bewertet werden, soll die bzw. der Studierende schrittweise auf nachfolgende Prüfungsleistungen vorbereitet werden. Bei diesen semesterbegleitenden Hausaufgaben besteht die Möglichkeit einer Anrechnung bis zu einem Umfang von 10 % auf eine nachfolgende abschließende Prüfungsleistung in der jeweiligen Lehrveranstaltung. Die Dozentin bzw. der Dozent gibt zu Beginn des Semesters, spätestens jedoch bis zum Termin der ersten Veranstaltung im Campus-System, die genauen Kriterien für den Erwerb von Bonuspunkten an.
- (11) Im Rahmen einer **Projektarbeit** wird selbstständig eine eng umrissene, wissenschaftliche Problemstellung unter Anleitung schriftlich dokumentiert.
- (12) Im Rahmen einer **Studienarbeit** bearbeiten die Studierenden eine Aufgabenstellung aus dem Bereich des Masterstudiengangs.
- (13) Prüfungen gemäß Absatz 8 bis 11 können auch als Gruppenleistung zugelassen werden, sofern eine individuelle Bewertung des Anteils eines jeden Gruppenmitglieds möglich ist.
- (14) Im **Kolloquium** sollen die Studierenden nachweisen, dass sie im Gespräch mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten mit der Prüferin bzw. dem Prüfer und weiteren Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Kolloquiums Zusammenhänge des Faches erkennen und spezielle Fragestellungen in diesem Zusammenhang einzuordnen vermögen. Das Kolloquium kann mit einem Referat gemäß Absatz 8 beginnen.
- (15) Im **Praktikum** sollen die Studierenden das selbstständige experimentelle Arbeiten, die Auswertung von Messdaten und die wissenschaftliche Darstellung der Messergebnisse erlernen. Als Prüfungsleistungen in den Praktika können das Fachwissen der Studierenden, das

experimentelle Geschick und die Qualität der wissenschaftlichen Ausarbeitung bewertet werden. Werden die Praktika in Kleingruppen durchgeführt, wird die Leistung der bzw. des Studierenden bewertet.

## **§ 8 Zusätzliche Module**

- (1) Die Kandidatin bzw. der Kandidat kann sich in weiteren, frei wählbaren Modulen Prüfungsleistungen unterziehen (zusätzliche Module). Diese müssen vor Anmeldung der Prüfung beim Prüfungsausschuss per Studienplanänderung beantragt werden.
- (2) Das Ergebnis der Prüfung in diesen Modulen wird auf Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten an den Prüfungsausschuss in das Zeugnis aufgenommen, jedoch bei der Festsetzung der Gesamtnote nicht mit einbezogen.

## **§ 9 Bewertung der Prüfungsleistungen und Bildung der Noten**

- (1) Die Noten für die einzelnen Prüfungsleistungen werden von den jeweiligen Prüfenden festgesetzt. Für die Bewertung sind folgende Noten zu verwenden:

|                       |  |
|-----------------------|--|
| 1 = sehr gut          | eine hervorragende Leistung;   |
| 2 = gut               | eine Leistung, die erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegt;    |
| 3 = befriedigend      | eine Leistung, die durchschnittlichen Anforderungen entspricht;                  |
| 4 = ausreichend       | eine Leistung, die trotz ihrer Mängel noch den Anforderungen genügt;             |
| 5 = nicht ausreichend | eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel den Anforderungen nicht mehr genügt. |

Durch Erniedrigen oder Erhöhen der einzelnen Noten um 0,3 können zur differenzierten Bewertung Zwischenwerte gebildet werden. Die Noten 0,7; 4,3; 4,7 und 5,3 sind dabei ausgeschlossen. Nicht benotete Leistungen erhalten die Bewertung „bestanden“ bzw. „nicht bestanden“.

- (2) Multiple Choice (Mehrfachauswahl) ist ein in Prüfungen verwendetes Format, bei dem zu einer Frage mehrere vorformulierte Antworten zur Auswahl stehen. Die Bewertungskriterien müssen auf dem Klausurbogen sowie 14 Tage vor der Prüfung per Aushang oder im CAMPUS-Informationssystem bekannt gegeben werden. Eine Klausur mit ausschließlich Multiple Choice Aufgaben gilt als bestanden, wenn
  - a) 60 % der gestellten Fragen zutreffend beantwortet sind oder
  - b) die Zahl der zutreffend beantworteten Fragen um nicht mehr als 22 % die durchschnittliche Prüfungsleistung der Kandidatinnen und Kandidaten unterschreitet, die erstmals an der Prüfung teilgenommen haben.

Die Vergabe von Negativpunkten ist nicht zulässig.

- (3) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat gemäß Absatz 2 die Mindestzahl der Aufgaben richtig beantwortet und damit die Prüfung bestanden, so lautet die Note wie folgt:
- sehr gut, falls sie bzw. er mindestens 75%
  - gut, falls sie bzw. er mindestens 50% aber weniger als 75%
  - befriedigend, falls sie bzw. er mindestens 25% aber weniger als 50%
  - ausreichend, falls sie bzw. er keine oder weniger als 25%
- der darüber hinausgehenden Aufgaben zutreffend beantwortet hat.
- (4) Besteht eine Klausur sowohl aus Multiple Choice als auch aus anderen Aufgaben, so werden die Multiple Choice Aufgaben nach den Absätzen 2 und 3 bewertet. Die übrigen Aufgaben werden nach dem für sie üblichen Verfahren beurteilt. Die Note wird aus den gewichteten Ergebnissen beider Aufgabenteile errechnet. Die Gewichtung erfolgt nach dem Anteil der Aufgabenarten an der Klausur.
- (5) Eine Bewertung der Prüfung erfolgt nur, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zum Zeitpunkt der Prüfung bzw. bei der Abgabe einer zu bewertenden Leistung im Studiengang eingeschrieben ist. Die Bewertung für die Prüfungen ist nach spätestens sechs Wochen mitzuteilen, dabei muss sichergestellt werden, dass die Bewertung spätestens zehn Tage vor einer möglichen Wiederholungsprüfung vorliegt.
- (6) Eine Prüfung ist bestanden, wenn die Note mindestens „ausreichend“ (4,0) ist. Wenn eine Prüfung aus mehreren Teilleistungen besteht, ergibt sich die Note unter Berücksichtigung aller Teilleistungen. Hierbei muss jede Teilleistung mindestens mit der Note „ausreichend“ (4,0) bewertet worden oder bestanden sein. Für die Noten gilt Absatz 7 entsprechend.
- (7) Ein Modul ist bestanden, wenn alle zugehörigen Prüfungen mit einer Note von mindestens „ausreichend“ (4,0) bestanden sind, und alle weiteren zugehörigen CP (z.B. Teilnahme- und Leistungsnachweise) erbracht sind. Für jedes Modul werden die CP gemäß Anlage (Modulkatalog) angerechnet.
- (8) Die Gesamtnote wird aus den Noten der Module und der Note der Masterarbeit gebildet. Die Gesamtnote der bestandenen Masterprüfung lautet:
- |  |                 |
|--|-----------------|
| bei einem Durchschnitt bis 1,5         | = sehr gut,     |
| bei einem Durchschnitt von 1,6 bis 2,5 | = gut,          |
| bei einem Durchschnitt von 2,6 bis 3,5 | = befriedigend, |
| bei einem Durchschnitt von 3,6 bis 4,0 | = ausreichend.  |
- (9) Bei der Bildung der Noten und der Gesamtnote wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt. Alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen.
- (10) Anstelle der Gesamtnote „sehr gut“ nach Absatz 8 wird das Gesamturteil „mit Auszeichnung bestanden“ erteilt, wenn die Masterarbeit mit 1,0 bewertet und der gewichtete Durchschnitt aller anderen Noten der Masterprüfung nicht schlechter als 1,3 ist.

## **§ 10 Prüfungsausschuss**

- (1) Für die Organisation der Prüfungen und die durch diese Prüfungsordnung zugewiesenen Aufgaben bildet die Fakultät für Maschinenwesen einen Prüfungsausschuss. Der Prüfungs-

ausschuss besteht aus der bzw. dem Vorsitzenden, deren bzw. dessen Stellvertretung und fünf weiteren stimmberechtigten Mitgliedern. Die bzw. der Vorsitzende, die Stellvertretung und zwei weitere Mitglieder werden aus der Gruppe der Professorinnen und Professoren, ein Mitglied wird aus der Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und zwei Mitglieder werden aus der Gruppe der Studierenden gewählt. Für die Mitglieder des Prüfungsausschusses werden Vertreterinnen bzw. Vertreter gewählt. Die Amtszeit der Mitglieder aus der Gruppe der Professorinnen und Professoren und aus der Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beträgt zwei Jahre, die Amtszeit der studentischen Mitglieder ein Jahr. Wiederwahl ist zulässig.

- (2) Der Prüfungsausschuss ist Behörde im Sinne des Verwaltungsverfahrens- und des Verwaltungsprozessrechts.
- (3) Der Prüfungsausschuss achtet darauf, dass die Bestimmungen der Prüfungsordnung eingehalten werden, und sorgt für die ordnungsgemäße Durchführung der Prüfungen. Er ist insbesondere zuständig für die Entscheidung über Widersprüche gegen in Prüfungsverfahren getroffene Entscheidungen. Darüber hinaus hat der Prüfungsausschuss regelmäßig, mindestens einmal im Jahr, der Fakultät über die Entwicklung der Prüfungen und Studienzeiten zu berichten. Er gibt Anregungen zur Reform der Prüfungsordnung und des Studienverlaufsplanes und legt die Verteilung der Noten und der Gesamtnoten offen. Der Prüfungsausschuss kann die Erledigung seiner Aufgaben für alle Regelfälle auf die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden übertragen. Dies gilt nicht für Entscheidungen über Widersprüche und den Bericht an die Fakultät.
- (4) Der Prüfungsausschuss ist beschlussfähig, wenn neben der bzw. dem Vorsitzenden oder deren bzw. dessen Stellvertretung zwei weitere stimmberechtigte Professorinnen bzw. Professoren oder deren Vertretung und mindestens zwei weitere stimmberechtigte Mitglieder oder deren Vertreterinnen bzw. Vertreter anwesend sind. Er beschließt mit einfacher Mehrheit. Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme der bzw. des Vorsitzenden. Die studentischen Mitglieder des Prüfungsausschusses wirken bei der Anrechnung von Studien- und Prüfungsleistungen nicht mit.
- (5) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme der Prüfungen beizuwohnen.
- (6) Die Sitzungen des Prüfungsausschusses sind nichtöffentlich. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses und die Vertreterinnen bzw. Vertreter unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zur Verschwiegenheit zu verpflichten.
- (7) Der Prüfungsausschuss bedient sich bei der Wahrnehmung seiner Aufgaben der Verwaltungshilfe des Zentralen Prüfungsamts (ZPA).
- (8) Zur Studienberatung und fachlichen Beratung des Prüfungsausschusses bestellt der Prüfungsausschuss auf Vorschlag der Kommission für Lehre eine Masterbetreuerin oder einen Masterbetreuer sowie deren oder dessen Stellvertretung aus der Gruppe der hauptamtlichen Professorinnen und Professoren der Fakultät für Maschinenwesen. Die Amtszeit beträgt drei Jahre.

## § 11

### Prüfende und Beisitzende

- (1) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestellt die Prüfenden. Die Prüfenden bestellen ggfs. die Beisitzenden. Die Bestellung ist aktenkundig zu machen. Zu Prüfenden dürfen nur Personen bestellt werden, die mindestens die entsprechende oder eine vergleich-

bare Abschlussprüfung abgelegt und, sofern nicht zwingende Gründe eine Abweichung erfordern, in dem der Prüfung vorangehenden Studienabschnitt eine selbständige Lehrtätigkeit in dem betreffenden Modul ausgeübt haben. Zu Beisitzenden dürfen nur Personen bestellt werden, die über einen entsprechenden oder gleichwertigen Abschluss verfügen.

- (2) Die Prüfenden sind in ihrer Prüfungstätigkeit unabhängig. § 10 Abs. 6 Satz 2 gilt entsprechend. Dies gilt auch für die Beisitzenden.
- (3) Die Kandidatin bzw. der Kandidat kann für die Masterarbeit sowie die schriftlichen bzw. mündlichen Prüfungen Prüfende vorschlagen. Auf die Vorschläge der Kandidatin bzw. des Kandidaten soll nach Möglichkeit Rücksicht genommen werden. Die Vorschläge begründen jedoch keinen Anspruch.
- (4) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses sorgt dafür, dass der Kandidatin bzw. dem Kandidaten die Namen der Prüfenden rechtzeitig bis Mitte Mai bzw. November bekannt gegeben werden. Die Bekanntmachung durch Aushang oder im CAMPUS-Informationssystem ist ausreichend.

## **§ 12**

### **Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen und Einstufung in höhere Fachsemester**

- (1) Bestandene und nicht bestandene Leistungen, die an einer anderen Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes in einem gleichen Studiengang erbracht worden sind, werden von Amts wegen angerechnet. Bestandene und nicht bestandene Leistungen in anderen Studiengängen oder an anderen Hochschulen sowie an staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademien im Geltungsbereich des Grundgesetzes sind bei Gleichwertigkeit anzurechnen; dies gilt auf Antrag auch für Leistungen an Hochschulen außerhalb des Geltungsbereichs des Grundgesetzes. Auf Antrag kann die Hochschule sonstige Kenntnisse und Qualifikationen auf der Grundlage der eingereichten Unterlagen anrechnen.
- (2) Gleichwertigkeit von Leistungen ist festzustellen, wenn Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen in Inhalt, Umfang und in den Anforderungen denjenigen im Masterstudiengang Allgemeiner Maschinenbau im Wesentlichen entsprechen. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung und Gesamtbewertung vorzunehmen. Für die Gleichwertigkeit von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen, die außerhalb des Geltungsbereichs des Grundgesetzes erbracht wurden, sind die von der Kultusministerkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen der Hochschulpartnerschaft zu beachten. Im Übrigen kann bei Zweifeln an der Gleichwertigkeit die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden.
- (3) Zuständig für Anrechnungen nach den Absätzen 1 bis 2 ist der Prüfungsausschuss. Vor Feststellungen über die Gleichwertigkeit ist in der Regel eine Fachvertreterin bzw. ein Fachvertreter zu hören.
- (4) Werden Studien- und Prüfungsleistungen angerechnet, sind die Noten - soweit die Notensysteme vergleichbar sind - zu übernehmen und in die Berechnung der Gesamtnote einzubeziehen. Bei unvergleichbaren Notensystemen wird der Vermerk „angerechnet“ aufgenommen. Die Anrechnung wird im Zeugnis gekennzeichnet.
- (5) Bei Vorliegen der Voraussetzungen der Absätze 1 und 2 erfolgt die Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen, die im Geltungsbereich des Grundgesetzes erbracht wurden, von Amts wegen. Die bzw. der Studierende hat die für die Anrechnung erforderlichen Unterlagen vorzulegen.

- (6) Die Anrechnung setzt voraus, dass an der RWTH im Masterstudiengang Allgemeiner Maschinenbau noch Leistungen zu erbringen sind. Insofern kann eine an einer anderen Hochschule abgelegte Masterarbeit nicht angerechnet werden, da diese regelmäßig die letzte Prüfungsleistung darstellt.

### **§ 13**

#### **Wiederholung von Prüfungen, der Masterarbeit und Verfall des Prüfungsanspruchs**

- (1) Bei „nicht ausreichenden“ Leistungen können die Prüfungen zweimal, die Masterarbeit kann einmal wiederholt werden. Die Rückgabe des Themas der Masterarbeit ist jedoch nur zulässig, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat bei der Anfertigung der ersten Masterarbeit von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch gemacht hat.
- (2) Erreicht eine Kandidatin bzw. eine Kandidat in der zweiten Wiederholung einer Klausur die Note „nicht ausreichend“ (5,0) und wurde diese Note nicht auf Grund eines Täuschungsversuchs, eines Versäumnisses oder eines Rücktritts ohne triftige Gründe gemäß § 14 Abs. 2 festgesetzt, so ist ihr bzw. ihm vor einer Festsetzung der Note „nicht ausreichend“ die Möglichkeit zu bieten, sich einer mündlichen Ergänzungsprüfung zu unterziehen. Für die Abnahme der mündlichen Ergänzungsprüfung gilt § 7 Abs. 3 entsprechend. Aufgrund der mündlichen Ergänzungsprüfung wird die Note „ausreichend“ (4,0) bzw. die Note „nicht ausreichend“ (5,0) festgesetzt.
- (3) Die wiederholte Masterarbeit muss spätestens drei Semester nach dem Fehlversuch der ersten Arbeit angemeldet werden. Für die Frist gilt § 8 Abs. Studienbeitrags- und Hochschulabgabengesetz entsprechend. Wer diese Frist überschreitet, verliert ihren bzw. seinen Prüfungsanspruch, es sei denn, dass sie bzw. er das Versäumnis nicht zu vertreten hat.
- (4) Prüfungsleistungen in schriftlichen und mündlichen Prüfungen, mit denen ein Studiengang laut Studienverlaufsplan abgeschlossen wird, und in Wiederholungsprüfungen, bei deren endgültigem Nichtbestehen keine Ausgleichsmöglichkeit vorgesehen ist, sind von mindestens zwei Prüfenden zu bewerten. § 7 Abs. 7 bleibt davon unberührt.
- (5) Wiederholungsprüfungen können von den Prüfenden in schriftlicher und mündlicher Form abgenommen werden. Die Studierenden werden spätestens zwei Wochen vor der Wiederholungsprüfung per Aushang darüber informiert, ob die Wiederholungsprüfung mündlich oder schriftlich durchgeführt wird.
- (6) Setzt sich eine Prüfung aus mehreren Prüfungsteilen zusammen, muss im Falle des Nichtbestehens eines Prüfungsteils lediglich der nicht bestandene Prüfungsteil wiederholt werden.
- (7) Ein Modul ist endgültig nicht bestanden, wenn noch zum Bestehen erforderliche Prüfungen nicht mehr wiederholt werden können.
- (8) Die Masterprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn zum Bestehen eines Moduls notwendige Leistungen nicht mehr wiederholt werden können oder wenn die zweite Masterarbeit mit „nicht ausreichend“ bewertet wurde oder als „nicht ausreichend“ bewertet gilt.

### **§ 14**

#### **Abmeldung, Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß**

- (1) Die Kandidatin bzw. der Kandidat kann sich bis eine Woche vor dem jeweiligen Prüfungstermin ohne Angabe von Gründen einmal je Prüfungsleistung von Prüfungen abmelden. Die Abmeldung von einer Prüfung ist zugleich eine Meldung zu der Prüfung zum nächsten Prüfungstermin.
- (2) Eine Prüfungsleistung gilt als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zu einem Prüfungstermin ohne triftige Gründe nicht erscheint oder wenn sie bzw. er nach Beginn der Prüfung ohne triftige Gründe von der Prüfung zurücktritt. Dasselbe gilt, wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht wird. In diesem Fall besteht kein Anrecht auf eine mündliche Ergänzungsprüfung. Absatz 1 letzter Satz findet Anwendung.
- (3) Die für den Rücktritt oder das Versäumnis geltend gemachten Gründe müssen dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der Kandidatin bzw. des Kandidaten ist die Vorlage eines ärztlichen Attestes erforderlich. Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses kann im Einzelfall die Vorlage eines Attestes einer Vertrauensärztin bzw. eines Vertrauensarztes, die bzw. der vom Prüfungsausschuss benannt wurde, verlangen. Erkennt der Prüfungsausschuss die Gründe nicht an, wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten dies schriftlich mitgeteilt. Die bereits vorliegenden Prüfungsergebnisse sind anzurechnen. Absatz 1 letzter Satz findet Anwendung.
- (4) Die Kandidatin bzw. der Kandidat hat bei schriftlichen Prüfungen - mit Ausnahme von Klausuren unter Aufsicht - an Eides statt zu versichern, dass die Prüfungsleistung von ihr bzw. von ihm ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht worden ist.
- (5) Versucht die Kandidatin bzw. der Kandidat das Ergebnis einer Prüfungsleistung durch Täuschung, z.B. Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel, zu beeinflussen, gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Die Feststellung wird von der bzw. dem jeweiligen Prüfenden oder von der für die Aufsichtsführung zuständigen Person getroffen und aktenkundig gemacht. Eine Kandidatin bzw. ein Kandidat, die bzw. der den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stört, kann von der bzw. dem jeweiligen Prüfenden oder der aufsichtführenden Person in der Regel nach Abmahnung von der Fortsetzung der Prüfungsleistung ausgeschlossen werden. In diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Die Gründe für den Ausschluss sind aktenkundig zu machen. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches wird die Kandidatin bzw. der Kandidat zudem exmatrikuliert werden.
- (6) Belastende Entscheidungen sind der Kandidatin bzw. dem Kandidaten unverzüglich schriftlich mitzuteilen, zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

## **II. Masterprüfung und Masterarbeit**

### **§ 15**

#### **Art und Umfang der Masterprüfung**

- (1) Die Masterprüfung besteht aus
  1. den Prüfungen und sonstigen Leistungen zu den in Anlage 1 aufgeführten Modulen sowie
  2. der Masterarbeit und dem Masterkolloquium.

- (2) Die Reihenfolge der Lehrveranstaltungen sowie der Prüfungen und Leistungsnachweise sollte sich am Studienverlaufsplan orientieren. Prüfungen und Leistungsnachweise werden studienbegleitend abgelegt. Das Thema der Masterarbeit kann erst ausgegeben werden, wenn 45 CP erreicht sind.
- (3) Die Gegenstände der Prüfungen und Leistungsnachweise werden durch die Inhalte der zugehörigen Lehrveranstaltungen gemäß Modulhandbuch bestimmt.

## **§ 16 Masterarbeit**

- (1) Die Masterarbeit besteht aus einer schriftlichen Arbeit der Kandidatin bzw. des Kandidaten. Sie soll zeigen, dass die Kandidatin bzw. der Kandidat in der Lage ist, ein Problem innerhalb einer vorgegebenen Frist nach wissenschaftlichen Methoden unter Anleitung selbstständig zu bearbeiten.
- (2) Die Masterarbeit kann von jeder bzw. jedem in Forschung und Lehre an der RWTH tätigen Professorin bzw. Professor in der Fakultät für Maschinenwesen ausgegeben und betreut werden. Lehrbeauftragte und wissenschaftliche Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter können bei der Betreuung mitwirken. In Ausnahmefällen kann die Masterarbeit mit Zustimmung des Prüfungsausschusses außerhalb der Fakultät bzw. außerhalb der RWTH ausgeführt werden, wenn sie von einer der in Satz 1 genannten Personen betreut wird.
- (3) Auf besonderen Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten sorgt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses dafür, dass sie bzw. er zum vorgesehenen Zeitpunkt das Thema einer Masterarbeit erhält. Der Kandidatin bzw. dem Kandidaten ist Gelegenheit zu geben, für das Thema Vorschläge zu machen.
- (4) Die Masterarbeit kann im Einvernehmen mit der Prüferin bzw. dem Prüfer wahlweise in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden.
- (5) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses teilt der Kandidatin bzw. dem Kandidaten den Abgabetermin mit. Der Zeitpunkt der Ausgabe sowie die Themenstellung sind aktenkundig zu machen.
- (6) Die Bearbeitungszeit für die Masterarbeit beträgt in der Regel 22 Wochen. Der Umfang der schriftlichen Ausarbeitung sollte ohne Anlage 80 Seiten nicht überschreiten. Thema und Aufgabenstellung müssen so beschaffen sein, dass eine Fertigstellung innerhalb der vorgegebenen Frist mit einem äquivalenten Arbeitsaufwand von 22 Wochen Vollzeitarbeit erreicht werden kann. In Absprache mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer und der Fachstudienberatung kann eine Bearbeitung in Teilzeit in einem Zeitraum von maximal 44 Wochen stattfinden. Dies ist beim Prüfungsausschuss zu beantragen und muss von diesem genehmigt werden. Das Thema kann nur einmal und nur innerhalb der ersten vier Wochen der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden. Ausnahmsweise kann der Prüfungsausschuss im Einzelfall auf begründeten Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten und bei Befürwortung durch die Aufgabenstellerin bzw. den Aufgabensteller die Bearbeitungszeit um bis zu sechs Wochen verlängern.
- (7) Die Ergebnisse der Masterarbeit präsentiert die Kandidatin bzw. der Kandidat im Rahmen eines Masterkolloquiums. Hinsichtlich der Durchführung gilt § 7 Abs. 14 entsprechend.

### **§ 17**

#### **Annahme und Bewertung der Masterarbeit**

- (1) Die Masterarbeit ist fristgemäß in zweifacher Ausfertigung beim Zentralen Prüfungsamt abzuliefern. Der Abgabetermin ist aktenkundig zu machen. Wird die Masterarbeit nicht fristgemäß abgeliefert, gilt sie als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Eine Bewertung erfolgt nur, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zum Zeitpunkt der Abgabe im Studiengang eingeschrieben ist.
- (2) Prüfende bzw. Prüfender soll diejenige bzw. derjenige sein, die bzw. der das Thema gestellt hat. Die Arbeit stellt regelmäßig die letzte Prüfungsleistung dar und ist stets von zwei Prüfenden gemäß § 9 Abs.1 mit einer schriftlichen Begründung zu bewerten. Die Note für die Arbeit wird aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen gemäß § 9 Abs. 1 gebildet, sofern die Differenz nicht mehr als 2,0 beträgt. Beträgt die Differenz mehr als 2,0 oder lautet eine Bewertung „nicht ausreichend“, die andere aber „ausreichend“ oder besser, wird von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses eine dritte Prüfende bzw. ein dritter Prüfender zur Bewertung der Masterarbeit bestimmt, die bzw. der die Note im Rahmen der Vornoten innerhalb von vier Wochen abschließend festlegt.
- (3) Die Bekanntgabe der Note soll – mit Ausnahme Absatz 2 Satz 4 – spätestens acht Wochen nach dem jeweiligen Abgabetermin erfolgen. Erfolgt diese Bekanntgabe nicht fristgerecht, ist der Prüfungsausschuss berechtigt, andere Prüfende zu bestimmen.
- (4) Für die schriftliche Ausarbeitung der Masterarbeit werden 27 CP vergeben. Das Kolloquium wird benotet und geht mit der Gewichtung von 3 CP in die Note ein.

### **§ 18**

#### **Bestehen der Masterprüfung**

Die Masterprüfung ist bestanden, wenn alle erforderlichen Module bestanden sind und die Note der Masterarbeit mindestens „ausreichend“ (4,0) lautet. Mit Bestehen der Masterprüfung ist das Masterstudium beendet.

### **III. Schlussbestimmungen**

### **§ 19**

#### **Zeugnis, Urkunde und Bescheinigungen**

- (1) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat die Masterprüfung bestanden, so erhält sie bzw. er spätestens drei Monate nach der letzten Prüfungsleistung über die Ergebnisse ein Zeugnis. Das Zeugnis enthält die Module und die Masterarbeit mit den jeweiligen Noten und CP sowie die Gesamtnote. In das Zeugnis werden auch das Thema der Masterarbeit sowie die zusätzlichen Module aufgenommen. Die Gesamtnote wird sowohl verbal als auch als Zahl mit einer Dezimalstelle angegeben. Das Zeugnis ist von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu unterzeichnen.
- (2) Das Zeugnis trägt das Datum des Tages, an dem die letzte Prüfung bestanden oder der letzte Leistungsnachweis erbracht wurde.
- (3) Das Zeugnis wird in deutscher und englischer Sprache abgefasst.

- (4) Gleichzeitig mit dem Zeugnis wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten eine in deutscher und englischer Sprache abgefasste Urkunde mit dem Datum des Zeugnisses ausgehändigt. Darin wird die Verleihung des Mastergrades beurkundet. Die Masterurkunde wird von der Dekanin bzw. dem Dekan der Fakultät und der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unterzeichnet.
- (5) Mit dem Zeugnis wird der Absolventin bzw. dem Absolventen ein in deutscher und englischer Sprache abgefasstes Diploma Supplement ausgehändigt. Das Diploma Supplement informiert über das individuelle fachliche Profil des absolvierten Studienganges. Das Diploma Supplement weist auch eine ECTS-Bewertungsskala aus.
- (6) Ist die Masterprüfung endgültig nicht bestanden, erteilt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin bzw. dem Kandidaten hierüber einen schriftlichen Bescheid, der mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen ist.
- (7) Studierende, welche die Hochschule ohne Studienabschluss verlassen, erhalten auf Antrag ein Leistungszeugnis über die insgesamt erbrachten Studien- und Prüfungsleistungen.

## **§ 20**

### **Ungültigkeit der Masterprüfung, Aberkennung des akademischen Grades**

- (1) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat bei einer Prüfung getäuscht und wird diese Tatsache erst nach Aushändigung des Zeugnisses bekannt, kann der Prüfungsausschuss nachträglich die Noten für diejenigen Prüfungsleistungen, bei deren Erbringung die Kandidatin bzw. der Kandidat getäuscht hat, entsprechend berichtigen und die Prüfung ganz oder teilweise für nicht bestanden erklären.
- (2) Waren die Voraussetzungen für die Zulassung zu einer Prüfung nicht erfüllt, ohne dass die Kandidatin bzw. der Kandidat hierüber täuschen wollte, und wird diese Tatsache erst nach der Aushändigung des Zeugnisses bekannt, wird dieser Mangel durch das Bestehen der Prüfung geheilt. Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat die Zulassung vorsätzlich zu Unrecht erwirkt, entscheidet der Prüfungsausschuss unter Beachtung des Verwaltungsverfahrensgesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen über die Rechtsfolgen.
- (3) Vor einer Entscheidung ist der bzw. dem Betroffenen Gelegenheit zur Äußerung zu geben.
- (4) Das unrichtige Prüfungszeugnis ist einzuziehen und gegebenenfalls ein neues auszustellen. Eine Entscheidung nach Absatz 1 und Absatz 2 Satz 2 ist nach einer Frist von fünf Jahren nach Ausstellung des Prüfungszeugnisses ausgeschlossen.
- (5) Ist die Prüfung insgesamt für nicht bestanden erklärt worden, sind der akademische Grad durch die Fakultät abzuerkennen und die Urkunde einzuziehen.

## **§ 21**

### **Einsicht in die Prüfungsakten**

- (1) Der Kandidatin bzw. dem Kandidaten ist die Möglichkeit zu geben, frühestens drei Tage nach Bekanntgabe der Noten Einsicht in die korrigierte Klausur bzw. schriftlichen Prüfungsarbeiten zu nehmen. Zeit und Ort der Einsichtnahme sind während der Prüfung, spätestens mit Bekanntgabe der Note mitzuteilen. Für die Einsichtnahme wird den Studierenden mindestens 30 Minuten Zeit eingeräumt.

- (2) Sofern Absatz 1 keine Anwendung findet, wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten nach Abschluss des Prüfungsverfahrens auf Antrag Einsicht in die schriftlichen Prüfungsarbeiten, die darauf bezogenen Gutachten der Prüfenden und in die Prüfungsprotokolle gewährt.
- (3) Der Antrag ist binnen eines Monats nach Aushändigung des Prüfungszeugnisses bei der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen. Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme.

## **§ 22**

### **Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen**

- (1) Diese Prüfungsordnung tritt am Tage nach der Veröffentlichung in Kraft und wird in den Amtlichen Bekanntmachungen der RWTH veröffentlicht.
- (2) Diese Prüfungsordnung findet auf alle Studierenden Anwendung, die sich ab Sommersemester 2011 erstmalig für den Masterstudiengang Allgemeiner Maschinenbau an der RWTH Aachen eingeschrieben haben.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrates der Fakultät für Maschinenwesen vom 08.02.2011.

Der Rektor  
der Rheinisch-Westfälischen  
Technischen Hochschule Aachen

Aachen, den 30.03.2011

gez. Schmachtenberg  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. E. Schmachtenberg

## Anlage 1

### Modulkatalog

Dieser Modulkatalog gibt den aktuellen Stand gemäß dem Tag der Beschlussfassung der Prüfungsordnung wieder, nachfolgende Änderungen, die sich nicht auf die Prüfungsformen beziehen, werden unter dem Link [www.maschinenbau.rwth-aachen.de](http://www.maschinenbau.rwth-aachen.de) bekannt gegeben.

#### Modul: Failure of Structures and Structural Elements [MSALLGMB-1001]

| MODUL TITEL: Failure of Structures and Structural Elements   |       |              |  |                   |              |          |
|--|-------|--------------|--|-------------------|--------------|----------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |          |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache  |
| 1  | 1     | 4            | 2  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Englisch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |          |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                   |              |          |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Begriff des Versagens im Maschinenbau; Beispiele</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wiederholung kontinuumsmechanischer Grundlagen</li> <li>Geometrie und Deformation; Dehnungstensoren</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanische und thermische Lasten; Spannungstensoren</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erhaltungssätze</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Materialverhalten:</li> <li>Elastizität, Visko-Elastizität, Visko-Plastizität, Verfestigung, Materialschädigung</li> <li>Anisotropie</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fließbedingungen und Fließregeln in der Plastizität und Visko-Plastizität</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Direkte Methoden:</li> <li>Theoreme für untere und obere Schranken bei der Grenzlastberechnung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beispiele und Anwendungen der Theoreme der Grenzlastberechnung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Direkte Methoden:</li> <li>Theoreme für untere und obere Schranken der Shakedown Theorie</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Shakedown-Analyse von Strukturen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlegende Konzepte der Bruchmechanik</li> <li>Einführung in die linear-elastische Bruchmechanik</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die physikalischen Effekte, die zum Versagen von Strukturen und mechanischen Systemen führen.</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage, das Verhalten von Materialien unter der Wirkung von Spannungen zu analysieren, eine kritische Untersuchung der Ursachen und Mechanismen durchzuführen sowie geeignete Maßnahmen gegen Rißbildung und mechanisches Versagen von Strukturen und Bauteilen zu treffen.</li> <li>Die Studierenden können die theoretischen und mathematischen Modelle auf praktische Probleme anwenden und sie in Entwurfsrichtlinien implementieren.</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage, mögliche Versagensmechanismen von Strukturen und mechanischen Systemen zu bestimmen und die entsprechenden maximal aufzubringenden Lasten zu berechnen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                   |              |          |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elastisch-plastische Bruchmechanik</li> <li>• J-Integral und andere wegunabhängige Integrale</li> <li>• Kinematische Kriterien</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele und Anwendungen der Bruchmechanik</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umsetzung direkter Methoden mittels Finiter Elemente</li> <li>• Software-Möglichkeiten, Beispiele</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung wegunabhängiger Integrale mit Hilfe von Finiten Elementen</li> <li>• Beispiele</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
|  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Failure of Structures and Structural Elements [MSALLGMB-1001.a]  |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Failure of Structures and Structural Elements [MSALLGMB-1001.b]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Nonlinear Structural Mechanics [MSALLGMB-1002]**

| MODUL TITEL: Nonlinear Structural Mechanics   |       |              |  |                   |              |          |
|---|-------|--------------|--|-------------------|--------------|----------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |          |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache  |
| 1   | 1     | 5            | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Englisch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |          |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                   |              |          |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung und Motivation:</li> <li>Kurzer Überblick über FE Diskretisierungen (3-D vs. 2-D Elemente)</li> <li>Kurzer Rückblick auf die lineare statische und dynamische Strukturberechnung</li> <li>Strukturnichtlinearität: stress stiffening/softening, Durchschlagsbeulen, Auswirkungen in der Strukturmechanik</li> <li>Klassische kinematische Hypothesen (Bernoulli/Kirchhoff-Love), Grenzen der Anwendbarkeit, Notwendigkeit verbesserter Hypothesen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Indexschreibweise, Einsteinsche Summationskonvention</li> <li>Kronecker Symbol und damit verbundene Regeln</li> <li>Skalar-, Vektorprodukt und Matrizenmultiplikation in Indexschreibweise</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Krummlinige Koordinaten für einen 3-D Körper</li> <li>Ko- und kontravariante Basisvektoren</li> <li>Beispiele: Zylinder und Kugel</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ko- und kontravariante Komponenten des Metrikensors</li> <li>Ko- und kontravariante Vektor- und Tensorcomponenten</li> <li>Vektorprodukt von Basisvektoren, Permutationstensor, Determinante des Metrikensors</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gaußsche Flächenparameter</li> <li>Ko- und kontravariante Basisvektoren einer Fläche, Normalenvektor</li> <li>Metrikensor einer Fläche, 2-D Permutationstensor</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gleichungen von Gauß und Weingarten</li> <li>Christoffel-Symbole</li> <li>Krümmungstensor einer Fläche</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Geometrie (Längen-, Flächen-, Volumenelemente) : <ul style="list-style-type: none"> <li>im Schalenraum und auf der Mittel- bzw. Referenzfläche</li> <li>auf den Schalenlaibungen und auf den Schalenrändern</li> <li>Schalenelement im verformten Zustand</li> </ul> </li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Basisvektoren der verformten Konfiguration</li> <li>Kovariante Ableitung</li> <li>Shifter-Tensor, mittlere Krümmung, Gaußsches Krümmungsmaß</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale einer konsistenten Modellierung von Strukturen (Balken, Platten, Schalen) für lineare und nichtlineare statische und dynamische Berechnungen.</li> <li>Die Studierenden sind fähig, Strukturtheorien (z.B. in kommerziellen FE-Codes, in wissenschaftlichen Publikationen etc.) zu verstehen, einzuordnen und Konsequenzen der zugrunde gelegten Hypothesen für die zu erzielenden Simulationsergebnisse abzuschätzen.</li> <li>Die Studierenden können theoretische Modelle auf praktische Ingenieurprobleme (z.B. beliebige Geometrien) übertragen.</li> <li>Die Studierenden können Simulationsergebnisse hinsichtlich der zugrunde gelegten Strukturtheorie analysieren.</li> <li>Die Studierenden können das Erlernte im Sinne einer Verallgemeinerung zur Entwicklung neuer theoretischer Modelle anwenden.</li> <li>Die Studierenden können die Konsistenz und Korrektheit von Modellierungsansätzen in der Strukturmechanik kritisch beurteilen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                   |              |          |

|  |   |           |            |
|--|---|-----------|------------|
| <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip der virtuellen Verschiebungen</li> <li>• Innere und äußere virtuelle Arbeit</li> <li>• Spannungen und Verzerrungen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verzerrungstensor bei Berücksichtigung der von Karmanschen Nichtlinearität</li> <li>• Dehnungs-Verschiebungs-Beziehungen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hypothese der Reissner-Mindlin Theorie (Schubdeformationstheorie erster Ordnung)</li> <li>• Interpretation der kinematischen Variablen, Rotationen des Normalenvektors</li> <li>• Ausblick: verbesserte Hypothesen für Theorien höherer Ordnung</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Dehnungs-Verschiebungs-Beziehungen für die Reissner-Mindlin Platten- und Schalentheorie</li> <li>• Spezialfälle: Kirchhoff-Love Platten- und Schalentheorie, Bernoulli Balkentheorie</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innere virtuelle Arbeit einer Schale / Platte</li> <li>• Schnittgrößen</li> <li>• Gaußscher Satz</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äußere virtuelle Arbeit einer Schale / Platte</li> <li>• Resultierende Kräfte und Momente der Flächen- und Randlasten</li> <li>• Resultierende Kräfte und Momente der Volumen- und Trägheitskräfte</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Gleichgewichtsbedingungen</li> <li>• Nichtlineare Bewegungsgleichungen</li> </ul> |   |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                                       |           |            |
|  | Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |   |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>                        | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Nonlinear Structural Mechanics [MSALLGMB-1002.a]   |   | 5         | 3          |
| Vorlesung Nonlinear Structural Mechanics [MSALLGMB-1002.b]   |   | 0         | 2          |
| Übung Nonlinear Structural Mechanics [MSALLGMB-1002.c]   |   | 0         | 1          |

**Modul: Bioreaktortechnik [MSALLGMB-1006]**

| <b>MODUL TITEL: Bioreaktortechnik</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 3                   | 3   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung möglicher prozessbestimmender Parameter bei Bioprozessen</li> <li>Grundsätzlicher Aufbau typischer Bioreaktoren, Standardabmessungen</li> <li>Gängige Rührertypen und induzierte Strömungsmuster</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Methoden zur Leistungsmessung im Fermenter</li> <li>Leistungscharakteristik verschiedener Rührer</li> <li>Ne / Re - Diagramm</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maßstabsabhängigkeit der Hydrodynamik</li> <li>Einfluss der Reaktorgeometrie auf die Leistungscharakteristik</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einfluss der Begasung auf die Leistungscharakteristik bei ein- und mehrstufigen Rührwerken</li> <li>Strömungsregime bei begasteten Rührkesseln</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Überflutung von Rührern</li> <li>Gasansaugen von der Oberfläche</li> <li>Blasenrezirkulation</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blasen- und Tropfenkoaleszenz</li> <li>Gasgehalt im Fermenter</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lokale Verteilung der Energiedissipation</li> <li>Nachlaufwirbel der Rührer, Gültigkeitsgrenzen der Turbulenzgesetze</li> <li>Dispergierung einer zweiten Flüssigphase</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Relevanz und experimentelle Bestimmung der hydro-mechanischen Belastung von Mikroorganismen</li> <li>Analogie zum Sauerstofftransfer</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gas-flüssig Stofftransfer, Grundgleichungen</li> <li>Experimentelle Methoden zur Bestimmung des <math>kLa</math>-Wertes</li> </ul> |              |                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studenten kennen die wichtigsten Reaktor-konfigurationen.</li> <li>Die Studenten verstehen die grundsätzlichen Probleme bei der Reaktorauslegung und der Maßstabsvergrößerung bei Bioprozessen.</li> <li>Die Studenten entwickeln eine Vorstellung des komplexen Zusammenspiels zwischen Biologie und deren Umgebung (Bioreaktor).</li> <li>Die Studenten kennen die empirischen und mechanistischen Modelle zur Abschätzung dieser Umgebungsparameter und deren Einfluss auf die Biologie und können diese anwenden.</li> <li>Die Studenten sind in der Lage Prozessverläufe zu interpretieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Interdisziplinärer Austausch (Biologen / Biotechnologen / Ingenieure)</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einflüsse verschiedener Parameter auf die maximale Sauerstofftransferkapazität</li> <li>• Stofftransfer in großen mehrstufigen Rührwerken</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der CO<sub>2</sub>-Abfuhr für Bioprozesse</li> <li>• Mischzeit und Zirkulationszeit</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viskose Systeme und nicht-newtonsches Fließverhalten</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einflussfaktoren auf den Leistungseintrag in Schüttelkolben</li> <li>• Das außer Phase-Phänomen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximale Energiedissipation in Schüttelkolben</li> <li>• Sauerstofftransfer in Schüttelkolben</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scale-up</li> <li>• Ausgewählte Scale-up Beispiele</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)<br>- Reaktionstechnik   |                                |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Bioreaktortechnik [MSALLGMB-1006.a]   |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Bioreaktortechnik [MSALLGMB-1006.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Bioreaktortechnik [MSALLGMB-1006.c]   |                                | 0         | 1          |

## Modul: Chemische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-1008]

| MODUL TITEL: Chemische Verfahrenstechnik   |       |              |  |                   |              |         |
|--|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1  | 1     | 6            | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ideale Reaktoren mit Wärmetönung I</li> <li>Stoffbilanz, Energiebilanz, RKD isotherm/adiabatisch</li> <li>SRK isotherm/adiabatisch</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ideale Reaktoren mit Wärmetönung II</li> <li>RKK Wärmeerzeugungskurve, Wärmeabfuhrgerade, stabile Betriebspunkte, Hysterese</li> <li>Reversible exotherme Reaktionen, optimale Temperaturführung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mikrokinetik chemischer Reaktionen</li> <li>Homogen katalysierte Reaktionen</li> <li>Heterogen katalysierte Reaktionen: Adsorption/Desorption, Katalytische Oberflächenreaktion, geschwindigkeitsbestimmender Teilschritt, Desaktivierung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen I</li> <li>Molekulare Transportvorgänge</li> <li>Modellierung (Ansatz nach Fick, Stefan-Maxwell)</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen II</li> <li>Diffusion in porösen Medien</li> <li>(Molekular, Knudsen, Poiseuille)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen III</li> <li>Transport an Phasengrenzflächen</li> <li>Stofftransport ohne chem. Reaktion</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen - Makrokinetik I</li> <li>Einfluss chemischer Reaktionen auf den Stofftransport</li> <li>Gas/Feststoffreaktionen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen - Makrokinetik II</li> <li>Heterogen katalysierte Gasreaktionen: Äußere Transportvorgänge, Innere Transportvorgänge und chem. Reaktion</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen - Makrokinetik III</li> <li>Flüssig/Flüssig-Reaktionen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellierung chemischer Reaktoren I</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durch die in der Vorlesung vermittelten Inhalte und insbesondere eigenständige Berechnungen und aktive Beteiligung in den Übungen und einem Gruppenprojekt (innerhalb der Übungen) zur Auslegung eines Reaktors zur heterogen katalysierten Gasphasenreaktion</li> <li>sind die Studierenden mit den Berechnungsgrundlagen zur Auslegung idealer Reaktoren mit Wärmetönung vertraut;</li> <li>kennen sie wesentliche Stofftransportvorgänge sowie deren Einfluss auf chemische Reaktionen und können diese modellieren;</li> <li>können die Studierenden mit Hilfe von Modellierungsansätzen das Verhalten realer Reaktoren beschreiben;</li> <li>lernen sie neue Reaktor- und Verfahrenstechnologien der chemischen Verfahrenstechnik kennen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durch ein Gruppenprojekt innerhalb der Übung stärken die Studierenden ihre Teamfähigkeit</li> <li>Sie schulen ihre Präsentationsfähigkeiten im Rahmen der gemeinsamen Ergebnispräsentation</li> </ul> |                   |              |         |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischen und chemische Reaktion: Verweilzeitmodellierung (Dispersionsmodell)</li> <li>• Makro-, Meso-, Mikromischung, Einfluss früher und später Vermischung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung chemischer Reaktoren II</li> <li>• Reaktoren für heterogene Reaktionen: Fest-flüssig, Fest-gasförmig</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Technologien I</li> <li>• Membranreaktoren</li> <li>• Mikroreaktoren</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Technologien II</li> <li>• Brennstoffzelle und Reformierung</li> <li>• Heterogene Reaktionen im Umweltschutz</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenprojekt 1</li> <li>• Auslegung eines Festbettreaktors für heterogen katalysierte Gasphasenreaktionen</li> <li>• Literaturquellen für Stoffdaten</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenprojekt 2</li> <li>• Modellierung von Wärme- und Stofftransport sowie des Druckverlustes</li> <li>• Auslegung und Präsentation</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionstechnik</li> <li>• Grundoperationen der Verfahrenstechnik</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Chemische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-1008.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Chemische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-1008.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Chemische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-1008.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Gasdynamik [MSALLGMB-1009]**

| <b>MODUL TITEL: Gasdynamik</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Grundlagen:</li> <li>• Zustandsgleichung idealer Gase,</li> <li>• erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isentrope Unter- und Überschallströmung:</li> <li>• Energiesatz,</li> <li>• Zustandsänderungen bei isentroper Strömung,</li> <li>• kritische Schallgeschwindigkeit</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Düsenströmungen:</li> <li>• Quasi-eindimensionale Erhaltungsgleichungen,</li> <li>• Geschwindigkeits-Flächenbeziehung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Düsenströmungen und senkrechter Verdichtungsstoß:</li> <li>• Strömungsformen in Abhängigkeit des Gegendruckes,</li> <li>• Sprungbedingungen</li> <li>• Zustandsänderungen über einen senkrechten Verdichtungsstoß</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkrechter Verdichtungsstoß:</li> <li>• Prandtl-Gleichung,</li> <li>• Entropieproduktion über einen Stoß,</li> <li>• Ruhedruckverlust</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Näherungen für schwache Stöße:</li> <li>• Abhängigkeit Druckerhöhung Entropieproduktion,</li> <li>• Möglichkeit eines Expansionsstoßes</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schräge Verdichtungsstöße:</li> <li>• Erhaltungsgleichungen,</li> <li>• Sprungbedingungen,</li> <li>• Zustandsänderungen über einen schrägen Stoß,</li> <li>• Stoßpolarendiagramm</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwache schräge Verdichtungsstöße:</li> <li>• Prandtl-Meyer Strömungen:</li> <li>• Herleitung der Prandtl-Meyer Beziehung,</li> <li>• Anwendung auf Kompressions- und Expansionsströmungen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten sind in der Lage, selbständig gasdynamische Fragestellungen zu erkennen und diese systematisch zu analysieren und zu lösen.</li> <li>• Sie können in der Theorie verschiedene Lösungsmethoden auswählen und der Aufgabenstellung entsprechend anwenden.</li> <li>• Die Studenten beherrschen die Grundlagen zur Berechnung stationärer Überschallströmungen mit und ohne eingelagerte Verdichtungsstöße und Expansionsgebiete.</li> <li>• Angewendet werden diese Kenntnisse zur Bestimmung der Düsenströmung, der Profilmströmung im Überschall und zur Herleitung gasdynamischer Ähnlichkeitsgesetze.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umströmung schwach angestellter, schlanker Profile:</li> <li>• Aufstellung der Näherungsformeln,</li> <li>• Ermittlung der Auftriebs- und Widerstandsbeiwerte</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakteristikentheorie:</li> <li>• Crocco'scher Wirbelsatz und gasdynamische Grundgleichung,</li> <li>• Kompatibilitätsbedingungen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Charakteristikentheorie:</li> <li>• auf Düsenströmungen,</li> <li>• Wechselwirkungen mit Freistrahlen,</li> <li>• nichteinfache Strömungsgebiete</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potentialtheorie:</li> <li>• Linearisierung der Potentialgleichung,</li> <li>• Lösungsansatz nach d'Alembert,</li> <li>• Gültigkeitsbereich,</li> <li>• Störpotentialgleichung für schallnahe Strömungen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Potentialtheorie:</li> <li>• zur Berechnung von Profilmströmungen und Innenströmungen,</li> <li>• Aufstellen entsprechender Randbedingungen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze:</li> <li>• ebene Strömungen,</li> <li>• Transformationsbedingungen,</li> <li>• Ähnlichkeitsgesetze nach Prandtl-Glauert und Göthert</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze:</li> <li>• Erweiterung auf dreidimensionale Strömungen,</li> <li>• Transformation der Randbedingungen,</li> <li>• Rotationssymmetrische Strömungen als Sonderfall der dreidimensionalen Strömungen,</li> <li>• Ähnlichkeitsgesetze für schallnahe Strömungen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
|   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Gasdynamik [MSALLGMB-1009.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Gasdynamik [MSALLGMB-1009.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Gasdynamik [MSALLGMB-1009.c]  |                                | 0         | 2          |

## Modul: Agile Softwareentwicklung [MSALLGMB-1011]

| MODUL TITEL: Agile Softwareentwicklung  |       |              |  |                         |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                         |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 5            | 4  | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                         |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                         |              |         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Formen von Geschäftsprozessen werden zunehmend komplexer und dynamischer. Gleichzeitig werden immer mehr Geschäftsprozesse durch Softwareprodukte unterstützt. Software kann auf verschiedene Art und Weise produziert, verändert bzw. angepasst werden. Vorgehensmodelle (auch Prozessmodelle) beschreiben den Prozess der Softwareentwicklung und bilden einen Teilbereich der Softwaretechnik. Seit dem Ende der 1990er Jahren wurden agile Vorgehensmodelle entwickelt und erprobt, die im Gegensatz zur klassischen, linearen Vorgehensmodellen einige fundamentale Neuerungen enthalten.</li> <li>• Die Lehrveranstaltung Agile Softwareentwicklung beschäftigt sich mit den agilen Vorgehensmodellen, ihren Werten, Prinzipien, Methoden, Praktiken, Verfahren, Werkzeugen und ihren Wechselwirkungen mit dem Projektumfeld. Kundenintegration und Kundenbeteiligung, Kommunikation im Team, Methoden zur Qualitätssicherung u. v. m. werden anhand von ausgewählten Methodiken dargestellt.</li> <li>• In den begleitenden Übungen sollen die Studierenden die Inhalte aus der Vorlesung praktisch anwenden. Dazu wird ein Projekt simuliert, welches die Studierenden in Kleingruppen bearbeiten. Jede Gruppe bekommt innerhalb des Projektes eine spezielle Aufgabe, die sie räumlich getrennt von den anderen Gruppen löst, wobei Absprachen untereinander nur elektronisch erfolgen sollen. Innerhalb der Gruppen werden zusätzlich Rollen verteilt, die denen realer Projekten entsprechen und so eine realitätsnahe Projektabwicklung gewährleisten.</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind fähig, aus den gewonnenen Kenntnissen den sinnvollen Einsatz eines agilen Projektmanagements gegenüber klassischen Methoden zu erkennen.</li> <li>• Die Studierenden können mit agilen Werkzeugen, Praktiken und Vorgehensmodellen umgehen und an praktischen Fällen anwenden.</li> <li>• Die Studierenden haben ein Verständnis für die Wichtigkeit der richtigen Kommunikation mit Kunden und können auf Kundenwünsche eingehen und sie verstehen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben die Möglichkeit, in Kleingruppenarbeit ihre kommunikativen Fähigkeiten zu verbessern.</li> <li>• Im Rahmen der Übungen erhalten die Studierenden die Fähigkeit, durch die Bearbeitung kleiner Projekte Methoden des Projektmanagements umsetzen zu können.</li> <li>• Ferner trägt die Simulation eines kleinen Projektes bzw. speziell die Planungs- und Designphase dazu bei, abstraktes Denken zu fördern.</li> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Probleme zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten.</li> </ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen   |       |              | Benotung   |                         |              |         |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrveranstaltung 'Informationsmanagement im Maschinenwesen'</li> </ul>  |       |              | Eine mündliche Prüfung   |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |       |              |  |                         |              |         |
| Titel   |       |              |  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Agile Softwareentwicklung [MSALLGMB-1011.a]   |       |              |  |                         | 5            | 0       |
| Vorlesung Agile Softwareentwicklung [MSALLGMB-1011.b]   |       |              |  |                         | 0            | 2       |
| Übung Agile Softwareentwicklung [MSALLGMB-1011.c]   |       |              |  |                         | 0            | 2       |

**Modul: Dynamik der Mehrkörpersysteme [MSALLGMB-1015]**

| <b>MODUL TITEL: Dynamik der Mehrkörpersysteme</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Grundlegende Zusammenhänge</li> <li>• Anwendungsgebiete</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung</li> <li>• Modellansätze für physikalische Modelle</li> <li>• Mehrkörpersysteme</li> <li>• Ermittlung der Modellparameter</li> <li>• Allgemeine mathematische Beschreibungs-formen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik der Mehrkörpersysteme</li> <li>• Position und Orientierung von Körpern</li> <li>• Translatorische Kinematik</li> <li>• Rotatorische Kinematik</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichungen: Lagrangesche Gleichungen 2. Art</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichungen: Newton-Eulersche Gleichungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichungen: Linearisierung, Eigenwertsatz</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichungen</li> <li>• Ungedämpfte nicht-gyroskopische Systeme</li> <li>• Gedämpfte gyroskopische Systeme</li> <li>• Eigenwertstabilitätskriterien</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Systeme mit harmonischer Erregung</li> <li>• Reelle Frequenzgangmatrix</li> <li>• Komplexe Frequenzgangmatrix</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsgleichungen</li> <li>• Systemmatrix</li> <li>• Eigenwertansatz</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsgleichungen</li> <li>• Fundamentalmatrix</li> <li>• Modalmatrixansatz</li> <li>• Satz von Cayley-Hamilton</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen der Mehrkörperdynamik</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Schwingungssysteme zu erfassen, zu beschreiben und einer Analyse zuzuführen.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit mechanische Schwingungssysteme mathematisch zu modellieren unter Berücksichtigung physikalischer Effekte wie Elastizitäten, Dämpfung, Reibung etc.</li> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten Matrizen basierten Verfahren zur Berechnung des Eigenverhaltens und des Verhaltens unter Zwangserregung für lineare Schwingungssysteme.</li> <li>• Zur Berechnung nichtlinearer Systeme sind die Studierenden in der Lage geeignete Programmsysteme auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden können die Ergebnisse von Simulationsrechnungen sinnvoll interpretieren insbesondere unter Berücksichtigung eventueller Vereinfachungen in der vorgenommenen Modellierung.</li> <li>• Für die zu analysierenden Schwingungssysteme leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Schwingungssystemen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsgleichungen</li> <li>• Analytische Lösung</li> <li>• Numerische Lösung</li> <li>• Sprungerregung</li> <li>• Harmonische Erregung</li> <li>• Periodische Erregung</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in MKS-Simulationsprogramme</li> <li>• ADAMS</li> <li>• SIMPACK</li> <li>• SimMechanics</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hands-On-Labor für MKS-Simulationsprogramme</li> <li>• ADAMS</li> <li>• SIMPACK</li> <li>• SimMechanics</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbeispiel</li> <li>• Modellierung</li> <li>• Parameterfestlegung</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbeispiel</li> <li>• Berechnung</li> <li>• Auswertung</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik I,II,III</li> <li>• Mathematik I bis III und numerische Mathematik</li> <li>• Grundlagen der Maschinen- und Strukturtechnik</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Dynamik der Mehrkörpersysteme [MSALLGMB-1015.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Dynamik der Mehrkörpersysteme [MSALLGMB-1015.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Dynamik der Mehrkörpersysteme [MSALLGMB-1015.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Maschinendynamik starrer Systeme [MSALLGMB-1017]**

| <b>MODUL TITEL: Maschinendynamik starrer Systeme</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Grundlegende Zusammenhänge</li> <li>• Ebene Kinematik und Dynamik von Starrkörpern</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamische Kraftanalyse ebener Starrkörper mit geschlossenen kinematischen Ketten: Graphische Methoden</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamische Kraftanalyse ebener Starrkörper mit geschlossenen kinematischen Ketten: Analytische Methoden</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsanalyse ebene Mechanismen mit Starrkörpern</li> <li>• Systeme ohne Reibung</li> <li>• Systeme mit Reibung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik und Dynamik einer Einzylinderhubkolbenmaschine</li> <li>• Dynamisches Ersatzsystems des Pleuels</li> <li>• Umlaufmoment einer Einzylinderhubkolbenmaschine</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik von Mechanismen mit elastischen Gliedern</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massenausgleich von Einzylinderhubkolbenmaschinen</li> <li>• Ermittlung der Trägheitskräfte</li> <li>• Ausgleich der Trägheitskräfte</li> <li>• Ermittlung der Trägheitsmomente</li> <li>• Ausgleich der Trägheitsmomente</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massenausgleich von Mehrzylinder-Maschinen:</li> <li>• Rechnerische Ermittlung der Trägheitskräfte</li> <li>• Graphische Ermittlung der Trägheitskräfte</li> <li>• Ermittlung der Trägheitsmomente</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Momentenausgleich von Mehrzylinderhubkolbenmaschinen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in den Leistungsausgleich von Mechanismen und Hubkolbenmaschinen</li> <li>• Aufstellen der Leistungsbilanz</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Massenkräfte und Massenmomente von Einzylinder- und Mehrzylinderhubkolbenmaschinen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Möglichkeiten des Massen- und Leistungsausgleich von Hubkolbenmaschinen und anderen mehrgliedrigen Drehgelenkgetrieben.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, bei Mechanismen und Maschinen mit zu großen Massenkräften, geeignete Ausgleichmaßnahmen vorzuschlagen, die entsprechenden Berechnungen durchzuführen und dabei die Ausgleichsmaßnahme komplett auszulegen. Dabei sind sie sich der Kompromisse bewusst, die hinsichtlich der anwachsenden Gelenkkräfte und Antriebsmomente gegenüber der Reduzierung der Massenkräfte einzugehen sind.</li> <li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Zusammenhänge, die zu Drehzahlschwankungen infolge nicht konstanter und auf die Antriebswelle bezogener Massenträgheitsmomente und veränderlicher Leistungszufuhr entstehen. Dabei sind sie in der Lage die jeweils wesentlichen Einflussfaktoren aufzugliedern und hieraus geeignete Maßnahmen zum Leistungsausgleich festzulegen.</li> <li>• Für zu analysierende Maschinen und Mechanismen leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen erforderliche Bestimmungsgleichung zum Massen- und Leistungsausgleich her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, jegliche Fragestellungen und Probleme zum Massen- und Leistungsausgleichs aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig aus einer dynamischen Analyse, praktische und innovative Handlungsanweisungen zum Massen- und Leistungsausgleich herzuleiten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äußere Kräfte und Momente</li> <li>• Kinetische Energie</li> <li>• Potentielle Energie</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Lösung der Bewegungsgleichung</li> <li>• Lösung der Bewegungsgleichung mit konstanten Massenträgheitsmoment</li> <li>• Lösung der Bewegungsgleichung für konstante Antriebswinkelgeschwindigkeit</li> <li>• Lösung der Bewegungsgleichung für eine vorgegebene Bewegung</li> <li>• Lösung der Bewegungsgleichung für konstante Energien</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlauf der Kurbel-Winkelgeschwindigkeit</li> <li>• Ungleichförmigkeitsgrad</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss des Schwungrades auf den Winkelgeschwindigkeitsverlauf der Kurbel</li> <li>• Graphische Schwungradermittlung</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytische Schwungradermittlung</li> <li>• Näherungsweise Ermittlung des Schwungrad-Massenträgheitsmomentes</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik I,II,III</li> <li>• Mathematik I bis III und Numerische Mathematik</li> </ul>   | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Maschinendynamik starrer Systeme [MSALLGMB-1017.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Maschinendynamik starrer Systeme [MSALLGMB-1017.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Maschinendynamik starrer Systeme [MSALLGMB-1017.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Continuum Mechanics [MSALLGMB-1018]**

| MODUL TITEL: Continuum Mechanics  |       |              |   |                   |              |          |
|---|-------|--------------|---|-------------------|--------------|----------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |          |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache  |
| 1   | 1     | 6            | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011      | Englisch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |          |
| Inhalt  |       |              | Lernziele   |                   |              |          |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materielle Körper, Konfigurationen, Koordinaten</li> <li>• Starrkörperbewegung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deformationsgradient</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verformungen von Flächen- und Volumenelementen</li> <li>• Verschiebung, Verzerrung und Scherung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spektralzerlegung symmetrischer Tensoren</li> <li>• Verzerrungsinvarianten</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polarzerlegung des Deformationsgradienten, Strecktensoren</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verallgemeinerte Verzerrungen</li> <li>• Deformationsgeschwindigkeitsgradient</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cauchy-Spannungstensor</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulserhaltungssatz</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalare Form des Impulserhaltungssatzes</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Momentenerhaltungssatz</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltungssatz der mechanischen Energie</li> <li>• Konjugierte Spannungs-Verzerrungs-Größen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstitutive Theorie, Noll-Axiome</li> <li>• Materielle Objektivität</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstitutive Beziehungen, 'Einfache' Materialien</li> <li>• Elastische Materialien</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialsymmetrie, isotrope Materialien</li> <li>• Hyperelastische Materialien</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <p>Durch die Lehrveranstaltung erhalten die Studierenden grundlegende Kenntnisse der Kontinuumsmechanik die durch praxisnahe Übungen gefestigt werden. Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Verzerrungs- und Spannungszustände, infolge großer elastischer Verformungen beschreiben.</li> <li>• sind in der Lage, Verzerrungs- und Spannungstensoren zu berechnen.</li> <li>• können Bilanzgleichungen für verschiedene Problemstellungen formulieren und anwenden.</li> <li>• kennen die Prinzipien der konstitutiven Theorie.</li> <li>• können einfache Materialgesetze formulieren und anwenden.</li> <li>• sind fähig, moderne Literatur zur Kontinuumsmechanik zu lesen.</li> </ul> <p>Im Zusammenhang mit der Lehrveranstaltung wenden die Studierenden die moderne absolute Schreibweise für Tensoren an. Bei der Lösung praktischer Beispiele sind Sie in der Lage, sowohl kartesische als auch beliebige krummlinige Koordinaten anzuwenden.</p> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten.</li> <li>• Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.</li> </ul> |                   |              |          |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| 15<br>• Übungsklausur  |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br>• Englisch<br>• Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Continuum Mechanics [MSALLGMB-1018.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Continuum Mechanics [MSALLGMB-1018.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Continuum Mechanics [MSALLGMB-1018.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I [MSALLGMB-1020]**

| <b>MODUL TITEL: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Englisch       |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Begriff des Vektorraums, Endlichdimensionale Vektorräume</li> <li>Geometrische Darstellung von Vektoren</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beispiele von verschiedenen Vektorräumen Basis und Dimension eines Vektorraums</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vektorkomponenten, Summationskonvention</li> <li>Skalarprodukt von Vektoren, Euklidischer Raum</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Orthonormale Basis</li> <li>Dualbasis</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tensoren zweiter Stufe als lineare Abbildung</li> <li>Rechte und linke Abbildung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tensorprodukt</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Basisdarstellung eines Tensors</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Basiswechsel, Transformationsregeln</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Spezielle Operationen mit Tensoren zweiter Stufe</li> <li>Tensorfunktionen, exponentielle Tensorfunktion</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Transponierung von Tensoren, symmetrische und schief-symmetrische Tensoren</li> <li>Invertierung von Tensoren</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Skalarprodukt von Tensoren</li> <li>Zerlegung von Tensoren zweiter Stufe</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vektor- und tensorwertige Funktionen, Differentialrechnung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Koordinaten im Euklidischen Raum, Tangentenvektoren</li> <li>Koordinatentransformation, kovariante und kontravariante Komponenten</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <p>Die Tensor Algebra ist die Sprache der modernen Kontinuumsmechanik und der Materialmodellierung. Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sind fähig, moderne wissenschaftliche Literatur der Materialtheorie und Kontinuumsmechanik zu lesen und zu verstehen.</li> <li>sind in der Lage, Tensorgleichungen in der Absolut-schreibweise als auch in der Index-Notation zu formulieren und zu interpretieren.</li> <li>können die theoretischen Konzepte der Tensorrechnung auf reale Problemstellungen übertragen und numerisch implementieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten.</li> <li>Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| 14<br>• Gradient, kovariante Ableitung<br>• Christoffelsymbole, Darstellung der kovarianten Ableitung<br><br>15<br>• Übungsklausur                     |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Englisch<br><br>Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...):<br>• Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I [MSALLGMB-1020.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I [MSALLGMB-1020.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I [MSALLGMB-1020.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Wärme- und Stoffübertragung II [MSALLGMB-1022]**

| <b>MODUL TITEL: Wärme- und Stoffübertragung II</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 5                   | 3  | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlung aktiver Medien</li> <li>• Gasstrahlung</li> <li>• Strahlungstransportgleichung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeübertragung bei Kondensation und Verdampfung</li> <li>• Wärmeübertragung bei der Kondensation</li> <li>• Behältersieden</li> <li>• Verdampfung im Rohr</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontaktwärmeübertragung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Laplace-Transformation auf Wärmeleitungsprobleme</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiterführende Stoffübertragung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach erfolgreich abgelegter Prüfung sind Studenten in der Lage, komplexe Zusammenhänge in den Themenbereichen Strahlung von Gasen, Phasenwechsel und Stoffübertragung zu analysieren, formal zu erfassen und im Hinblick auf technische Fragestellungen zu interpretieren.</li> <li>• Sie kennen die grundsätzlichen Mechanismen und Einflussgrößen für das Phänomen der Kontaktwärmeübertragung und sind in der Lage, effektive Wärmeübergangskoeffizienten zu ermitteln.</li> <li>• Sie beherrschen die Anwendung der Laplace-Transformation zur analytischen Lösung partieller Differentialgleichungen, die zweidimensionale oder instationäre Wärmeleitungsprobleme beschreiben.</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärme- und Stoffübertragung I</li> <li>• Strömungsmechanik</li> </ul>   |              |                     | Eine schriftliche Prüfung  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Wärme- und Stoffübertragung II [MSALLGMB-1022.a]   |              |                     |  |                                | 5                   | 0              |
| Vorlesung Wärme- und Stoffübertragung II [MSALLGMB-1022.b]   |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |
| Übung Wärme- und Stoffübertragung II [MSALLGMB-1022.c]   |              |                     |  |                                | 0                   | 1              |

**Modul: Computergestütztes Optikdesign [MSALLGMB-1024]**

| <b>MODUL TITEL: Computergestütztes Optikdesign</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung:</li> <li>• Gegenstand und Einordnung des Themas</li> <li>• Berufsbild des Optik-Ingenieurs</li> <li>• Trends im Optik-Design</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ray-Tracing:</li> <li>• Prinzip des Ray-Tracing</li> <li>• Diagnosewerkzeuge</li> <li>• Bewertung der Abbildungsleistung optischer Systeme</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optisches Layout und Optimierung:</li> <li>• Vorgehen beim Optik-Design</li> <li>• Optimierungsalgorithmen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundformen optischer Systeme:</li> <li>• Ausführung</li> <li>• Anwendungsfelder</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlführungssysteme:</li> <li>• Lichtleitfaserkopplung für Festkörperlaser</li> <li>• Spiegelsysteme für FIR-Laser</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fokussiersysteme:</li> <li>• Transmissive Optiken</li> <li>• Spiegel-Fokussiersysteme</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlblenden-systeme:</li> <li>• Scanneroptiken und F-Theta-Objektive</li> <li>• Polygonsysteme</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homogenisierungssysteme:</li> <li>• Wellenleiter-elemente</li> <li>• Reflektive Systeme</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrooptiken:</li> <li>• Kollimatoren für Hochleistungsdiodenlaser</li> <li>• miniaturisierte optische Systeme in Lasern</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtrotationssymmetrische optische Systeme:</li> <li>• Zylinderlinsensysteme</li> <li>• Prismensysteme</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen moderne Methoden des computergestützten Optikdesigns.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, optische Systeme mit Methoden des computergestützten Optikdesigns auszu-legen und zu bewerten.</li> <li>• Die Studierenden kennen Möglichkeiten und Voraussetzungen des computergestützten Optik-Designs.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, optische Systeme für die Produktion fertigungsgerecht und kostenoptimiert aus-zulegen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden in den Übungseinheiten be-fähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvor-schläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methoden-kompetenz)</li> <li>• Die Arbeit in der Übung erfolgt in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)</li> <li>• Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation)</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildgebende optische Systeme:</li> <li>• optische Prozessüberwachungssysteme</li> <li>• optische Messsysteme</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigungsgerechtes Design:</li> <li>• Berücksichtigung fertigungstechnischer Restriktionen</li> <li>• Verwendung von Standardkomponenten</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toleranz- und Kostenanalyse für optische Systeme:</li> <li>• Einfluss von Fertigungs- und Montagetoleranzen auf die Leistungsfähigkeit optischer Systeme</li> <li>• Einfluss von Fertigungs- und Montagetoleranzen auf die Kosten optischer Systeme</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassung und Wiederholung der wichtigsten Lerninhalte</li> </ul> <p>Sonstiges:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Übungen werden mit einem kommerziell erhältlichen Ray-Tracing Programm im Rahmen einer Blockveranstaltung durchgeführt. Lizenzen sind am Lehrstuhl vorhanden. Eine Anmeldung ist erforderlich.</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>  |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang</li> <li>• "Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme"</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine mündliche Prüfung,</li> <li>• alternativ: Klausur</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>   | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Computergestütztes Optikdesign [MSALLGMB-1024.a]   |  | 6         | 0          |
| Vorlesung/Übung Computergestütztes Optikdesign [MSALLGMB-1024.bc]  |  | 0         | 4          |

**Modul: Energiewirtschaft [MSALLGMB-1026]**

| <b>MODUL TITEL: Energiewirtschaft</b>  |                                |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------------------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |                                |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b>                   | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1                              | 4                   | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |                                |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |                                |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>Inhalte der Veranstaltungen sind z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über die Energiewirtschaft: Weltweite und Deutsche Entwicklung, Reserven Ressourcen, CO<sub>2</sub>-Problem, Energieverbrauch, Prognosen</li> <li>• Bewertungsgrößen</li> <li>• Fossile Energieträger</li> <li>• Dampfturbinenkraftwerke</li> <li>• Gasturbinenkraftwerke</li> <li>• Kombinierte Kraftwerke (GuD)</li> <li>• Kernenergie</li> <li>• Regenerative Energiequellen</li> <li>• Energietransport, Technische Energiedienstleistung, Jahresdauerlinie</li> <li>• Energiebedarf technischer Energiesysteme, Wärmebedarfsberechnung</li> <li>• Thermodynamische Bewertung von Energieumwandlungen</li> <li>• Thermodynamische Optimierung: Umwandlung von Primärenergie in Arbeit, Wärmebereitstellung</li> <li>• Wirtschaftlichkeitsanalyse von Energiesystemen Emissionshandel</li> </ul> |                                |                     | <p>In der Vorlesung Energiewirtschaft wird eine umfassende Einführung in energiesystemtechnische und energiewirtschaftliche Zusammenhänge gegeben. Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können unterschiedliche Energiesysteme bezüglich ihres Wirkungsgrades sowie ökonomischer Kriterien untersuchen, berechnen und bewerten.</li> <li>• können zudem für gegebene Bedarfsprofile das bestgeeignete Energiesystem auswählen und auslegen. Hierbei werden sowohl konventionelle fossil und nuklear befeuerte Energiesystem als auch regenerative Energiequellen betrachtet.</li> <li>• die grundlegenden Methoden zur thermodynamischen Bewertung und Optimierung auf Prozesse der Energiewandlung zur Bereitstellung von Wärme und mechanischer sowie elektrischer Energie anwenden.</li> </ul> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |                                |                     | <b>Benotung</b>  |                   |                     |                |
| Keine  |                                |                     | Eine schriftliche Prüfung.   |                   |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   |                   |                     |                |
| Prüfung Energiewirtschaft [MSALLGMB-1026.a]  |                                | 4                   | 0  |                   |                     |                |
| Vorlesung Energiewirtschaft [MSALLGMB-1026.b]  |                                | 0                   | 2  |                   |                     |                |
| Übung Energiewirtschaft [MSALLGMB-1026.c]  |                                | 0                   | 1  |                   |                     |                |

**Modul: Numerische Strömungsmechanik I [MSALLGMB-1031]**

| <b>MODUL TITEL: Numerische Strömungsmechanik I</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 4                   | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die numerische Strömungsmechanik</li> <li>• Beispiele von Strömungssimulationen</li> <li>• Grundlegende Erhaltungsgleichungen</li> <li>• Variierende mathematische Formulierungen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalische Bedeutung der Charakteristiken</li> <li>• Bestimmung des mathematischen Typs der Erhaltungsgleichungen</li> <li>• Charakteristische Form der Erhaltungsgleichungen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen</li> <li>• Abbruchfelder und Konsistenz</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösungsmethoden für skalare Gleichungen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsanalyse von Anfangswertproblemen</li> <li>• Diskrete Strömungstheorie</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• von Neumann Analyse</li> <li>• CFL Bedingung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hirt'sche Stabilitätsanalyse</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die numerische Lösung von Randwertproblemen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Iterationsverfahren</li> <li>• Konvergenz iterativer Lösungsmethoden</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ILU, Krylov-Unterraum Methoden</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrgittermethoden</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformation der partiellen Differentialgleichungen in krummlinige Koordinaten</li> <li>• Abbruchfelder auf körperangepassten Netzen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse der partiellen Differentialgleichungen der Strömungsmechanik.</li> <li>• Sie beherrschen die Grundlagen der Diskretisierung partieller Differentialgleichungen.</li> <li>• Sie können numerische Methoden für die Lösung partieller Differentialgleichungen anwenden.</li> <li>• Sie können Abbruchfehler numerischer Lösungsschemata bestimmen und verstehen deren Eigenschaften.</li> <li>• Sie verstehen die Stabilität und Konsistenz von Lösungsschemata.</li> <li>• Sie können Grenzwertprobleme mit iterativen Schemata lösen.</li> <li>• Sie beherrschen die Diskretisierung für verschiedene Netztypen.</li> <li>• Sie können Lösungsschemata auf verschiedenen Rechnerarchitekturen implementieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Diskussion verschiedener Beispiel numerischer Strömungssimulation fördert das Verständnis theoretischer Aspekte in praktischen Anwendungen.</li> <li>• Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskretisierung auf unstrukturierten Netzen</li> <li>• adaptive Lösungsmethoden</li> <li>• Dreiecks- und Tetraedernetze</li> <li>• Hierarchische kartesische Netze</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorisierung und Parallelisierung von</li> <li>• Lösungsalgorithmen</li> <li>• Anwendungen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik I,II</li> <li>• Höhere Mathematik</li> <li>• Thermodynamik</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Strömungsmechanik II</li> </ul>                                   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Numerische Strömungsmechanik I [MSALLGMB-1031.a]  |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Numerische Strömungsmechanik I [MSALLGMB-1031.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Numerische Strömungsmechanik I [MSALLGMB-1031.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Strömungsmessverfahren I [MSALLGMB-1033]**

| <b>MODUL TITEL: Strömungsmessverfahren I</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 3                   | 2   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1<br/>- Herleitung der Grundgesetze der Strömungsmechanik: Kontinuitätssatz, Bernoulli-Gleichung, Impulssatz</p> <p>2<br/>- Ähnlichkeitsparameter und ihre Bedeutung: Geometrische Ähnlichkeit, Eulerzahl, Reynoldszahl, Froudezahl, Machzahl, Strouhalzahl</p> <p>3<br/>- Grundgleichungen für kompressible Strömungen: Energiesatz, Laval-Düse, senkrechte und schräge Verdichtungsstöße</p> <p>4<br/>- Druckmessung: Druckmesssonden, Versperrung, Barkereffekt, Scherströmung</p> <p>5<br/>- Druckmessung: Venturi-Düse, Richtungsabhängigkeit, kompressible Strömungen</p> <p>6<br/>- Druckmessung: Machzahlmessung, statische Druckmessung, Richtungsmessung</p> <p>7<br/>- Rohrströmung: laminare und turbulente Rohrströmung, Druckverlust in Rohrströmungen, Mengemessung in strömenden Medien, Messung der Geschwindigkeitsverteilung im Rohr</p> <p>8<br/>- Mengemessung mit Düsen und Blenden: Verlustlose Düse, Drosselgeräte, Drosselgeräte für kleine Re-Zahlen, Venturi-Düse</p> <p>9<br/>- Mengemessung mit Düsen und Blenden: Druckverlust bei Drosselgeräten, Drosselgeräte für Ein- und Auslaufmessungen, Drosselgeräte bei kompressibler Durchströmung</p> <p>10<br/>- Messverfahren für Wandschubspannungen: theoretische Grundlagen (universelles und logarithmisches Wandgesetz)</p> <p>11<br/>- Methoden zur Messung der örtlichen Wandreibung: Mechanische Verfahren, Oberflächenelemente, Hitzdraht in laminarer Unterschicht, Wandschubspannungsmessung mit Drucksonden), optische Wandreibungsmessverfahren</p> <p>12<br/>- Transitionserkennung: Grundlagen, laminar-turbulenter Umschlag, Grundlagen der Hitzdrahtanemometrie, Turbulenzmessung mit Einzeldraht, messtechnische Probleme bei Grenzschichtablösung,</p> <p>13<br/>- Temperaturmessung: Grundlagen, Thermoelektrische Messverfahren</p> <p>14<br/>- Einführung in die optischen Messverfahren: Laser-Doppler-Anemometrie, Schlieren-Verfahren, Schatten-Verfahren, Particle Image Velocimetry</p> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden beherrschen die die Grundlagen der verschiedenen in der Strömungstechnik verwendeten Messverfahren.</li> <li>- Sie können problemangemessen die geeigneten Messverfahren auswählen und anwenden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen   | Benotung                  |    |     |
|---|---------------------------|----|-----|
| Voraussetzung für (z.B. andere Module)<br>- Strömungsmessverfahren II<br>Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module)<br>- Strömungsmechanik I/II, | Eine schriftliche Prüfung |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |                           |    |     |
| Titel   | Prüfungsdauer (Minuten)   | CP | SWS |
| Prüfung Strömungsmessverfahren I [MSALLGMB-1033.a]  |                           | 3  | 0   |
| Vorlesung Strömungsmessverfahren I [MSALLGMB-1033.b]  |                           | 0  | 2   |

**Modul: Fahrzeug- und Windradaerodynamik [MSALLGMB-1035]**

| <b>MODUL TITEL: Fahrzeug- und Windradaerodynamik</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 5                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1-3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsphänomene bei der Umströmung stumpfer Körper</li> <li>• Kräfte und Momente</li> <li>• Grenzschichten</li> <li>• Abgelöste Strömungen</li> <li>• Beeinflussung des Totwassers</li> <li>• Bodennähe</li> </ul> <p>4-8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeuge</li> <li>• Automobile</li> <li>• Fahrleistungen</li> <li>• Luftkräfte</li> <li>• Fahrtrichtungshaltung</li> <li>• Linearisiertes Fahrzeugmodell</li> <li>• Strömungen auf der Oberfläche</li> <li>• Hochleistungsfahrzeuge</li> <li>• Eisenbahnen</li> <li>• Fahrleistungen</li> <li>• Widerstand</li> <li>• Fahrt bei Seitenwind</li> <li>• Kopfwelle</li> <li>• Fahrt durch Tunnel</li> </ul> <p>9-15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windkraftanlagen</li> <li>• Windmühlen und Windräder</li> <li>• Bauformen von Windkraftanlagen</li> <li>• Physikalische Grundlagen der Windenergieumwandlung</li> <li>• Aerodynamik des Rotors</li> <li>• Mathematische Modelle und Berechnungsverfahren</li> <li>• Rotornachlaufströmung</li> <li>• Aerodynamik der Vertikalachsen-Rotoren</li> <li>• Aerodynamik des Turms</li> <li>• Kräfte und Momente bei statischer Windlast</li> <li>• Dynamische Beanspruchung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der auf Bauteile bezogenen Strömungsmechanik</li> <li>• Sie beherrschen die strömungsmechanischen Grundlagen und Berechnungsmethoden und können diese auf verschiedene bauteilspezifische Strömungsprobleme anwenden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.</li> </ul> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>   |                   |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Strömungsmechanik I, II</li> </ul>  |              |                     | <p>Eine schriftliche Prüfung</p>  |                   |                     |                |

| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Fahrzeug- und Windradaerodynamik [MSALLGMB-1035.a]     |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Fahrzeug- und Windradaerodynamik [MSALLGMB-1035.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Fahrzeug- und Windradaerodynamik [MSALLGMB-1035.c]       |                                | 0         | 1          |

## Modul: Strömungs- und Temperaturgrenzschichten [MSALLGMB-1036]

| MODUL TITEL: Strömungs- und Temperaturgrenzschichten  |       |              |  |                   |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 3            | 2  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der Zustandsgrößen und Transportgrößen</li> <li>• phänomenologische Beschreibung von Grenzschichten</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion der Theorie asymptotischer Näherungen und Herleitung der Grenzschichtgleichungen nullter und höherer Ordnung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exakte Lösungen der Grenzschichtgleichungen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung des Integralverfahrens von von Karman und Polhausen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Theorie turbulenter Strömung; über isotrope, homogene und Scherturbulenz</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrodynamische Instabilität und laminar-turbulenter Umschlag</li> <li>• Diskussion der Lösung der Orr-Sommerfeld Gleichung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung der Reynold'schen Gleichungen und Diskussion der Transportgleichungen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion der turbulenten Längensmaße und der Energiekaskade</li> <li>• Grenzschichtabschätzung der Transportgleichungen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung halbempirischer Berechnungsmethoden auf der Basis der Transportgleichungen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laminare Temperaturgrenzschichten</li> <li>• Grenzschichtgleichungen bei erzwungener Konvektion für kompressible und inkompressible Fluide</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exakte Lösung für den Wärmübergang an der ebenen Platte</li> <li>• Näherungslösung für den Wärmeübergang für <math>Pr &gt; 1</math></li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Näherungslösung für den Wärmeübergang für <math>Pr \ll 1</math> und ähnliche Lösungen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung der Grenzschichtgleichungen bei freier Konvektion</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der Analyse reibungsbehafteter Strömungen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.</li> </ul> |                   |              |         |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• exakte Lösung an der senkrechten Platte</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Näherungslösung der Strömungs- und Temperaturgrenzschicht an der senkrechten Platte</li> </ul>                     |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik I, II</li> <li>• Mathematik</li> <li>• Thermodynamik</li> </ul> <p>Voraussetzung für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbulente Strömungen</li> </ul> | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Strömungs- und Temperaturgrenzschichten [MSALLGMB-1036.a]   |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Strömungs- und Temperaturgrenzschichten [MSALLGMB-1036.b]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Eingebettete Systeme [MSALLGMB-1107]**

| <b>MODUL TITEL: Eingebettete Systeme</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 2            | 8                   | 6  | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Beispiele und Charakterisierung eingebetteter Systeme, Überblick technologische Grundlagen</li> <li>• Vorgehensmodelle beim Entwurf eingebetteter Systeme, V-Modell</li> <li>• Funktionale Anforderungen, Exkurs Regelungs- und Steuerungstechnik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht-funktionale Anforderungen zur Laufzeit, Echtzeitsysteme, Exkurs Sicherheits- und Zuverlässigkeitstechnik</li> <li>• Anforderungsanalyse und -modellierung</li> <li>• Architekturentwurf, Software-/Hardware-/Systemarchitektur, Architekturen unterschiedlicher Laufzeitplattformen (Microcontroller, SPS), Architekturmodellierung und -evaluierung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsentwurf, Modellierung von Verhalten</li> <li>• Implementierung, Beispiele für Microcontroller und SPS, Codegenerierung</li> <li>• Validierung, Testen eingebetteter Systeme</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben eine Übersicht über die Aufgabenstellungen, Anwendungsbereiche und besonderen Herausforderungen beim Entwurf eingebetteter Systeme</li> <li>• Sie haben die Fähigkeit zur Anwendung eines systematischen Entwurfsvorgehens unter Einbeziehung aller relevanten Phasen des V-Modells für eingebettete Systeme</li> <li>• Sie haben die Fähigkeit zur kompetenten Kommunikation mit anderen am Entwurf eingebetteter Systeme beteiligten Disziplinen (z.B. Regelungstechnik)</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Informatik</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale Methoden für eingebettete Systeme</li> <li>• Sicherheit und Zuverlässigkeit softwaregesteuerter Systeme</li> </ul>   |              |                     | <p>Eine schriftliche oder eine mündliche Prüfung.</p>  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Eingebettete Systeme [MSALLGMB-1107.a]   |              |                     |  |                                | 8                   | 0              |
| Vorlesung/Übung Eingebettete Systeme Teil 1 [MSALLGMB-1107.bc]   |              |                     |  |                                | 0                   | 4              |
| Übung Eingebettete Systeme Teil 2 [MSALLGMB-1107.c]  |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |

**Modul: Elektrische Antriebe und Speicher [MSALLGMB-1108]**

| <b>MODUL TITEL: Elektrische Antriebe und Speicher</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 5                   | 3   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen, Grundgesetze, Definitionen, Last- Motor-kennlinien, Betriebszyklen, Anwendungsgebiete</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rotierende Maschinen, Konstruktionsprinzipien, DC Maschine, ECMotoren, Wechselstrommaschinen, Drehfeldmaschinen</li> <li>• Linearantriebe, Schrittmotoren</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungselektronische Schaltungen, Bauelemente, einfache Chopperschaltungen, PWM, Feldorientierung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensoren, Drehzahl, Rotorlage</li> <li>• Speichersysteme, Batterie, Super-Cap</li> <li>• Neuartige Materialien, Permanentmagnete</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Komponenten, Getriebe, optimierte Übersetzung,</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geregelt Antriebe, Kaskadenregelung, feldorientierter Betrieb</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensorlose Regelung von elektrischen Antrieben</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele verschiedener Antriebssysteme, Drehzahlvariable Antriebe, Torque-Motoren, Bahnantrieb</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind fähig, die verschiedenen Antriebsarten, Motortypen zu unterscheiden und in ihrer Funktion zu erklären</li> <li>• Sie sind in der Lage, die Antriebe nach Betriebsverhalten und Anforderungsspezifikationen zu bewerten</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, neuartige Konzepte bewerten zu können</li> <li>• Sie sind in der Lage, das Systemverhalten Motor / Leistungselektronik / Regelung zu beschreiben und vergleichend zu bewerten</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, durch grundsätzliche Zusammenhänge die Systemkosten abzuwägen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>   |                   |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, &amp;#8230;):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnik und Elektronik</li> </ul>  |              |                     | <p>Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung.</p>   |                   |                     |                |

| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Elektrische Antriebe und Speicher [MSALLGMB-1108.a]    |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Elektrische Antriebe und Speicher [MSALLGMB-1108.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Elektrische Antriebe und Speicher [MSALLGMB-1108.c]      |                                | 0         | 1          |

**Modul: Elektrische Bahnen, Linearantriebe und Magnetschwebetechnik [MSALLGMB-1109]**

| <b>MODUL TITEL: Elektrische Bahnen, Linearantriebe und Magnetschwebetechnik</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 5                   | 3   | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                                |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeines: Geschichte, Stromsysteme, Struktur der Bahnstromversorgung, Zugförderungsmechanik, Zukunft</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bahnfahrzeuge mit Kommutatormotoren: Gleichstrombahnen, Wechselstrombahnen, BR 103, Mehrsystemfahrzeuge</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bahnfahrzeuge mit Drehstrommotoren: Asynchronmaschine, BR 120, BR 401 (ICE 1), Synchronmaschine, TGV A, Dieselelektrischer Antrieb</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Linearantriebe: Rotierende/Lineare Maschine, Ausführungsvarianten, Asynchronlinearmotoren, Synchronlinearmotoren</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Magnetschwebesysteme: Stabilität, Statisch-abstoßendes Schweben, Dynamisch-abstoßendes Schweben, Statisch-anziehendes Schweben</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ausgeführte und projektierte Magnetschwebezüge: Transrapid, MLU - Linear Motor Car</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>eventuell: Antriebsregelungen von Fahrzeugen mit Drehstromantrieb (Maschinenregelung, Schleuder-/Gleitschutz, usw.)</li> </ul> |              |                     | <p>Ausgehend von einem historischen Überblick über die Entwicklung der elektrischen Bahnen und der Stromsysteme werden in der Vorlesung die heutigen Bahnfahrzeuge und die Funktionsweise ihrer unterschiedlichen Antriebe erläutert. Von den heutzutage selten werdenden Kommutatorlokomotiven wird über Antriebsfahrzeuge mit Drehstrommotoren der Bogen zu den derzeitigen Hochgeschwindigkeitszügen ICE und TGV gespannt. In den Bereichen Linearmotoren und Magnetschwebesysteme werden die Grundlagen für das Verständnis der heute in der Entwicklung befindlichen Magnetschwebezüge gelegt. Nach der Vorstellung verschiedener Varianten und Möglichkeiten linearen Bewegens und magnetischen Schwebens wird auf die Kombination dieser beiden Funktionen, nämlich auf heutige Magnetschwebeprojekte zur schnellen Personenbeförderung, eingegangen. Dabei wird ein Vergleich gezogen zwischen der deutschen Magnetschnellbahn Transrapid und dem japanische MagLev-System.</p> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>   |                                |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrotechnik &amp; Elektronik</li> </ul>   |              |                     | <p>Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung.</p>   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Elektrische Bahnen, Linearantriebe und Magnetschwebetechnik [MSALLGMB-1109.a]  |              |                     |   |                                | 5                   | 0              |
| Vorlesung Elektrische Bahnen, Linearantriebe und Magnetschwebetechnik [MSALLGMB-1109.b]  |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |
| Übung Elektrische Bahnen, Linearantriebe und Magnetschwebetechnik [MSALLGMB-1109.c]  |              |                     |   |                                | 0                   | 1              |

## Modul: Fertigungstechnik II [MSALLGMB-1113]

| MODUL TITEL: Fertigungstechnik II  |       |              |   |                   |              |         |
|--|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1  | 1     | 6            | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011      | deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. - Messen, Prüfen und Prozessüberwachung<br/>- Analyse der Bauteilqualität und der Bauteilrandzonen<br/>- Prozessüberwachung und Prozessbewertung</li> <li>2. - Urformen - Gießen<br/>- Auslegung und Herstellung von Werkzeugen, Formen und Kernen<br/>- Modellierung und Simulation in der Urformtechnik</li> <li>3. - Urformen - Pulvermetallurgie<br/>- Pulverherstellung<br/>- Auslegung des Prozesses und der Werkzeuge</li> <li>4. - Spanende Fertigungsverfahren I<br/>- Kraft und Energie<br/>- Prozessauslegung und Prozessoptimierung</li> <li>5. - Spanende Fertigungsverfahren II<br/>- Herstellung von Schneidstoffen und Beschichtungen</li> <li>6. - Spanende Fertigungsverfahren III<br/>- Zerspanbarkeit<br/>- Zerspanbarkeitskriterien</li> <li>7. - Feinbearbeitungsverfahren I<br/>- Kraft und Energie<br/>- Verschleiß- und Spanbildungsmechanismen</li> <li>8. - Feinbearbeitungsverfahren II<br/>- Werkzeugherstellung<br/>- Kenngrößen und Prozessoptimierung</li> <li>9. - Abtragende Fertigungsverfahren und Rapid Prototyping<br/>- EDM, EDM: Beeinflussung der Bauteilrandzone<br/>- RP: Verfahren und wirtschaftliche Aspekte</li> <li>10. - Umformende Fertigungsverfahren I<br/>- Fließkurven, Kaltverfestigung, Rekristallisation<br/>- Umformgrad, Umformhistorie</li> <li>11. - Umformende Fertigungsverfahren II<br/>- Modellierung und Simulation<br/>- Energetische Betrachtung, Schmierung, Werkstückqualität</li> <li>12. - Modellierung und Simulation<br/>- Einordnung der Modellierungs- und Simulationsmethoden<br/>- Energie-, Kraft-, und Temperaturmodelle</li> <li>13. - Auslegung von Fertigungsfolgen I<br/>- Methoden zur Auslegung und Bewertung von Fertigungsfolgen<br/>- Vorstellung von Praxisbeispielen</li> <li>14. - Auslegung von Fertigungsfolgen<br/>- Auslegung von Fertigungsfolgen durch die Studierenden</li> </ol> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen umfassende Kenntnisse der Ur- und Umformenden Fertigungsverfahren, der Zerspannung mit geometrisch bestimmten und unbestimmten Schneiden sowie EDM, ECM und Rapid Prototyping.</li> <li>• Neben den Wirkprinzipien sind die Studierenden in der Lage Prozesse zu analysieren und zu optimieren.</li> <li>• Sie besitzen Wissen über die Beurteilung und Prüfung von Bauteilen sowie über die Grundlagen der Modellierung und Simulation.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |              |         |

| Voraussetzungen                                     |  | Benotung                                 |    |     |
|---|--|--|----|-----|
|   |  | Eine schriftliche oder mündliche Prüfung |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN |  |  |    |     |
| Titel   |  | Prüfungsdauer (Minuten)                  | CP | SWS |
| Prüfung Fertigungstechnik II [MSALLGMB-1113.a]      |  |  | 6  | 0   |
| Vorlesung Fertigungstechnik II [MSALLGMB-1113.b]    |  |  | 0  | 2   |
| Übung Fertigungstechnik II [MSALLGMB-1113.c]        |  |  | 0  | 2   |

**Modul: Flugmechanisches Praktikum [MSALLGMB-1114]**

| <b>MODUL TITEL: Flugmechanisches Praktikum</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 2                   | 1   | jedes 2. Semester | SS 2011             |                |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EINFÜHRUNG</li> <li>• Zielsetzung</li> <li>• Vorstellung des Flugverfahren-Übungsgerätes</li> <li>• Vorstellung des Cockpit-Simulators</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. LINKTRAINERÜBUNG</li> <li>• Vertrautmachung mit Simulator</li> <li>• Checkliste, Motorstart, Motor-shutdown</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2. LINKTRAINERÜBUNG</li> <li>• Starten</li> <li>• Geschwindigkeitskontrolle, Trimmzustände</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3. LINKTRAINERÜBUNG</li> <li>• Koordinierter Kurvenflug</li> <li>• Schräglagen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4. LINKTRAINERÜBUNG</li> <li>• Start, Platzrunde, Landung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5. LINKTRAINERÜBUNG</li> <li>• Einführung in VOR</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6. LINKTRAINERÜBUNG</li> <li>• Einführung in ILS-Anflug</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• COCKPITSIMULATORÜBUNG</li> <li>• Platzrunde und ILS-Anflug</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EINFÜHRUNG IN DEN FLUGVERSUCH</li> <li>• Vorstellung des Flugzeugmuster und der Sensorik</li> <li>• Theoretische Vorstellung der Flugversuche</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• VORBEREITENDE LINKTRAINERÜBUNG</li> <li>• Vertrautmachung mit dem Fluggerät</li> <li>• Einübung des Flugversuchsablaufes</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FLUGVERSUCHE</li> <li>• Einweisung in das Flugzeugmuster und in Notfallverhalten</li> <li>• Flugversuche zu Flugeleistungen und Flugeigenschaften</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Bedeutung von Steuereingaben des Piloten und die Reaktion des Flugzeugs. Sie benennen mögliche Messverfahren zur Bestimmung von Flugeleistungen und Flugeigenschaften.</li> <li>• Sie verstehen die komplexen Zusammenhänge des Gesamtsystems "Pilot - Flugzeug - Umwelt".</li> <li>• Sie vertiefen theoretisch erworbene Kenntnisse der Grundlagenfächer durch praktische Anwendung bei der Durchführung von simulierten Flügen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, verschiedene Messverfahren zu bewerten und das geeignete für eine Aufgabe auszuwählen.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, die für einen einfachen Flugversuch erforderlichen Komponenten zusammen zu stellen und den Flugversuchsablauf zu konzipieren.</li> <li>• Sie können die Ergebnisse eines Flugversuchs bewerten und entscheiden, ob diese in hinreichender Genauigkeit den untersuchten Flugzustand beschreiben.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Flugmechanische Praktikum findet überwiegend in Gruppen von 3 Studierenden statt. Da jedem Teilnehmer ein Aufgabe zugewiesen wird, die erst im Zusammenspiel die Durchführung eines simulierten Fluges ermöglicht, lernen die Studierenden die Erforderlichkeit der Teamarbeit kennen (Crew Coordination Concept der Pilotenausbildung).</li> <li>• Die Darstellung der Versuche und die Zusammenfassung der Flugmessergebnisse in Form eines Berichts befähigt die Studierenden, wesentliche Aspekte zu erkennen und in geeigneter Weise zu präsentieren.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FLUGVERSUCHE</li> <li>• Flugversuche zu Flugleistungen und Flugeigenschaften</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FLUGMESSTECHNIK</li> <li>• Anstell- und Schiebewinkelmessung</li> <li>• Geschwindigkeitsmessung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ABSCHLUSSBESPRECHUNG</li> <li>• Flugversuchsauswertung</li> <li>• Ergebnisdiskussion</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flugdynamik</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flugregelung</li> </ul>  |                                |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Flugmechanisches Praktikum [MSALLGMB-1114.a]  |                                | 2         | 0          |
| Praktikum Flugmechanisches Praktikum [MSALLGMB-1114.d]  |                                | 0         | 1          |

## Modul: Flugzeugbau II [MSALLGMB-1116]

| MODUL TITEL: Flugzeugbau II   |       |              |   |                   |              |         |
|---|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 5            | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung der Widerstandsarten von Flugzeugen: Reibungswiderstand,</li> <li>Formwiderstand mit und ohne Ablösung, Interferenzwiderstand, induzierter</li> <li>Widerstand (mit Beschreibung der Wirbelmodelle).</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung des Wellenwiderstands im Trans- und im Überschallflug,</li> <li>Beschreibung transsonischer Profile und der Flächenregel, Einfluss der Flügelpfeilung.</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erklärung der unterschiedlichen Hochauftriebssysteme für Start und Landung (Spreizklappe, Wölbungsklappe, Spaltklappe, Fowlerklappe, Krügerklappe, Knicknase, Vorflügel), Darstellung der aerodynamischen Beiwerte.</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Behandlung der wichtigen Kriterien bei der Tragflügelauslegung (Flügelstreckung, Flügelfläche, Flügeldicke, Flügelzuspitzung, Verwindung, Pfeilung, Profilauswahl) und Diskussion der jeweiligen Auswirkungen auf die Flugleistungen und -eigenschaften.</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Darstellung der Beispiele zur Flügelauslegung anhand einiger</li> <li>unterschiedlicher existierender Flugzeuge mit jeweiliger Bewertung.</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Darstellung der Fluglasten, Manöverlasten im v-n-Diagramm,</li> <li>Lastverteilung beim Horizontalflug, Lasten beim Triebwerksausfall, Lasten bei schnellen Rudereingaben, Lasten infolge von Böen.</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung der instationären Lasten für die Stufenböe, Rampenböe und (1-cos)-Böe, Beschreibung des v-n-Diagramms für Böen.</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Behandlung der Bodenlasten beim Landestoß, der Energieaufnahme des Fahrwerks, der Kräfte auf die Räder (Andrehen und spring back).</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung der dimensionierenden Lastannahmen bei unterschiedlichen Flugzeugtypen</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, das System "Flugzeug" zu überschauen und die gegenseitige Abhängigkeit der wesentlichen Flugzeugparameter systematisch zu analysieren.</li> <li>Sie haben gelernt, die unterschiedlichen Widerstandsarten bei Flugzeugen zu unterscheiden, zu erklären und zu berechnen. Die zusätzlichen Strömungswiderstände beim Flug mit Überschallgeschwindigkeit haben sie kennengelernt.</li> <li>Den Entwurf von Tragflügeln unter Berücksichtigung der vielseitigen Anforderungen haben sie verstanden.</li> <li>Sie sind in der Lage, die Vor- und Nachteile der für Start und Landung notwendigen Hochauftriebssysteme zu beschreiben.</li> <li>Die unterschiedlichen Lastfälle können sie erklären und die daraus entstehenden Strukturbelastungen der Flugzeugzelle ableiten.</li> <li>Sie sind in der Lage, den strukturellen Aufbau von Rumpf und Flügel zu beschreiben, die verschiedenen Werkstoffe zu benennen und die Strukturermüdung zu erklären.</li> <li>Sie haben gelernt, die zunehmend größeren Probleme der Aeroelastik zu überschauen und zu diskutieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Im Rahmen der Übungen haben die Studierenden Fähigkeiten erworben, im Team einige Teilaufgaben aus dem Bereich des Flugzeugentwurfs und der Flugleistungen zu lösen. Durch Korrektur und Bewertung dieser Hausarbeiten lernen sie, die wesentlichen Ergebnisse in klarer Form darzustellen.</li> </ul> |                   |              |         |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Behandlung der Strukturermüdung, Konstruktionsprinzipien, Beschreibung der Dauerfestigkeit im Zusammenhang mit Werkstoffwahl, wobei zunehmend auch Faserverbundwerkstoffe zum Einsatz kommen.</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erklärung des Begriffs der Lastkollektive und der Vorgehensweise zur Berechnung der Lebensdauer einzelner Flugzeugbauteile.</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung der Grundbegriffe der Aeroelastik und Behandlung der Problematik beim Flugzeugentwurf und bei Windkanalmessungen.</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Behandlung von wichtigen Fällen zur statischen Aeroelastik:</li> <li>Torsionskippen beim Rechteckflügel, aeroelastische Verformung beim nach vorn bzw. nach hinten gepfeilten Flügel, Ruderumkehr.</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Behandlung der dynamischen Aeroelastik: Erklärung des Zustandekommens von Flutterzuständen und des Zusammenspiels von Bieg- und Torsionsschwingungen, Vorgehen bei der Flutteranalyse.</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erklärung des strukturellen Aufbaus einzelner Flugzeugbauteile, insbesondere Bauelemente von Rumpf und Flügel (Holme, Stringer, Spante, Rippen, Beplankung/Haut).</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>Flugzeugbau I</li> </ul>   | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Flugzeugbau II [MSALLGMB-1116.a]   |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Flugzeugbau II [MSALLGMB-1116.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Flugzeugbau II [MSALLGMB-1116.c]   |                                | 0         | 2          |

## Modul: Fügetechnik I - Grundlagen [MSALLGMB-1118]

| MODUL TITEL: Fügetechnik I - Grundlagen  |       |              |   |                   |              |         |
|--|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1  | 1     | 6            | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Einführung - Verfahren der Fügetechnik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtbogenschweißverfahren</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulvergestützte u. konduktive Schweißverfahren</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronenstrahlschweißen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserstrahlschweißen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Fügetechnik</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klebtechnik</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstofftechnische Aspekte beim Fügen von Stahlwerkstoffen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fügefehler und Prüfverfahren</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanisierung u. Automatisierung</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen fügegerechter Gestaltung und Berechnung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspekte der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Fügetechnik ist eine interdisziplinäre Technologie. In allen Bereichen der industriellen Produktion müssen Einzelteile zu Funktionsgruppe zusammengefügt werden. Dazu werden vielfältige Fügetechnologien genutzt.</li> <li>• Der Studierende soll die wesentlichen Fügetechnologien kennen lernen. Auf dieser Basis ist er in der Lage zu entscheiden, welche Fügetechnologie für 'sein Produkt' am besten geeignet ist. Er beherrscht die technologischen Vor- und Nachteile, die Einsatzgrenzen sowie die wirtschaftlichen Randbedingungen. Er lernt die Industriewerkstoffe Stahl und Aluminium besser kennen, sowie die spezifisch für die Fügetechnik relevanten Besonderheiten. Er weiß um die Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften durch Fügeprozesse.</li> <li>• Er erwirbt Grundkenntnisse einer fügegerechten Gestaltung (Konstruktion) sowie erste einfache Ansätze zur Berechnung / Auslegung von statisch belasteten, gefügten Konstruktionen. Weiterhin werden Aspekte des Arbeits- und Umweltschutzes in der Fügetechnik beleuchtet.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |              |         |

| Voraussetzungen   |                         | Benotung                  |     |  |
|---|-------------------------|---------------------------|-----|--|
| Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...):<br>• Fügetechnik II + III  |                         | Eine schriftliche Prüfung |     |  |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                     |                         |                           |     |  |
| Titel   | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                        | SWS |  |
| Prüfung Fügetechnik I - Grundlagen [MSALLGMB-1118.a]                    |                         | 6                         | 0   |  |
| Vorlesung Fügetechnik I - Grundlagen [MSALLGMB-1118.b]                  |                         | 0                         | 2   |  |
| Übung Fügetechnik I - Grundlagen [MSALLGMB-1118.c]                      |                         | 0                         | 2   |  |
| Praktische Ergänzungsübung Fügetechnik I - Grundlagen [MSALLGMB-1118.d] |                         | 0                         | 0   |  |

## Modul: Fügetechnik I - Grundlagen (2. Hälfte) [MSALLGMB-1119]

| MODUL TITEL: Fügetechnik I - Grundlagen (2. Hälfte)  |       |              |  |                         |              |         |
|--|-------|--------------|--|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                         |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1  | 1     | 3            | 2  | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                         |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                         |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulvergestützte Schweißverfahren</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pressschweißverfahren</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonderverfahren der Schweißtechnik</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiswissen zur Löttechnik</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstofftechnische Aspekte beim Fügen von Stahlwerkstoffen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen fügegerechter Gestaltung und Berechnung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanisierung u. Automatisierung in der Fügetechnik</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Trennverfahren</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Fügetechnik ist eine interdisziplinäre Technologie. In allen Bereichen der industriellen Produktion müssen Einzelteile zu Funktionsgruppe zusammengefügt werden. Dazu werden vielfältige Fügetechnologien genutzt.</li> <li>• Aufbauend auf der Vorlesung im Bachelorstudium soll der Studierende weitere wesentlichen Fügetechnologien und thermische Trennverfahren kennen lernen. Auf dieser Basis ist er in der Lage zu entscheiden, welche Fügetechnologie für 'sein Produkt' am besten geeignet ist. Er beherrscht die technologischen Vor- und Nachteile, die Einsatzgrenzen sowie die wirtschaftlichen Randbedingungen.</li> <li>• Die für den Produktionstechniker besonders relevanten Mechanisierungs- und Automatisierungsmöglichkeiten fügetechnischer Verfahren werden vorgestellt.</li> <li>• Er lernt den Industriewerkstoff Stahl besser kennen, sowie die spezifisch für die Fügetechnik relevanten Besonderheiten. Er weiß um die Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften durch Fügeprozesse.</li> <li>• Er erwirbt Grundkenntnisse einer fügegerechten Gestaltung (Konstruktion) sowie erste einfache Ansätze zur Berechnung / Auslegung von statisch belasteten, gefügten Konstruktionen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen  |       |              | Benotung   |                         |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fügetechnik I - Grundlagen (1. Hälfte)</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fügetechnik II + III</li> </ul>   |       |              | Eine schriftliche Prüfung  |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |       |              |  |                         |              |         |
| Titel  |       |              |  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Fügetechnik I - Grundlagen (2. Hälfte) [MSALLGMB-1119.a]   |       |              |  |                         | 3            | 0       |
| Vorlesung Fügetechnik I - Grundlagen (2. Hälfte) [MSALLGMB-1119.b]   |       |              |  |                         | 0            | 1       |
| Übung Fügetechnik I - Grundlagen (2. Hälfte) [MSALLGMB-1119.c]   |       |              |  |                         | 0            | 1       |
| Praktische Ergänzungsübung Fügetechnik I - Grundlagen [MSALLGMB-1119.d]  |       |              |  |                         | 0            | 0       |

## Modul: Gasturbinen [MSALLGMB-1121]

| MODUL TITEL: Gasturbinen  |       |              |  |                         |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                         |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 6            | 4  | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                         |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                         |              |         |
| <p>1 Übersicht über Bau und Einsatz von Dampfturbinen</p> <p>2 Einfacher Dampfprozess:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieumwandlung im Dampfprozess</li> <li>- Energetische und exergetische Betrachtungsweisen</li> </ul> <p>3 Methoden zur besseren Ausnutzung der zugeführten Wärme</p> <p>4 Energieumsetzung in der Dampfturbine:</p> <p>5 Arbeitsverfahren von Turbinenstufen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendung der Grundgesetze</li> <li>- Strömungsarbeit, Verluste, Wirkungsgrade</li> </ul> <p>6 Stufenkenngrößen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Axiale Repetierstufen</li> </ul> <p>7 Einfluss der Durchflusskenngrößen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfluss der Auslegung auf die Bauart der Maschine</li> </ul> <p>8 Eindimensionale Betrachtung der Maschine:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regelmöglichkeiten von Dampfturbinen</li> </ul> <p>9 Quasi-Repetierstufen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problematik von Niederdruckstufen</li> </ul> <p>10 Schaufelauslegung</p> <p>11 Schaufelgitter</p> <p>12 Strömungsverluste in der Dampfturbine</p> <p>13 Räumliche Strömungen in der Turbine</p> <p>14 Schaufelbefestigung und Herstellung</p> <p>15 Regelung und Verhalten bei geänderten Betriebsbedingungen</p> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden erkennen die wirtschaftliche Bedeutung der Dampfturbine. Weiterhin kennen Sie die Anforderungen, die ein Unternehmen im Bereich der Energietechnik erfüllen muss, um sich auf dem globalen Markt behaupten zu können.</li> <li>- Sie verstehen die Energieumwandlung in den verschiedenen Dampfprozessen und können diese mit Hilfe von Diagrammen erklären und berechnen.</li> <li>- Sie kennen die verschiedenen Methoden zur Wirkungsgradsteigerung und sind in der Lage, diese in einem Gesamtprozess einzuordnen.</li> <li>- Die Studierenden können die verschiedenen Arbeitsverfahren von Turbinenstufen z.B. anhand von Diagrammen erklären und darstellen.</li> <li>- Sie können eine Dampfturbinenstufe in 1-D Betrachtung auslegen.</li> <li>- Sie sind in der Lage die verschiedenen Verluste zu erläutern und Verbesserungen aufzuzeigen.</li> <li>- Ihnen sind aktuelle Forschungsschwerpunkte bekannt.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden werden durch die Übungen befähigt, Problemstellungen zu erkennen, zu analysieren und Lösungen zu erarbeiten.</li> <li>- Die Thematik leitet die Studierenden dazu, Zusammenhänge zu erkennen und Schlussfolgerungen für das Gesamtsystem zu erarbeiten.</li> </ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen   |       |              | Benotung   |                         |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, &amp;#8230;)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Turbomaschinen</li> </ul> <p>Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermodynamik</li> </ul>   |       |              | Eine schriftliche Prüfung  |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |       |              |  |                         |              |         |
| Titel   |       |              |  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Gasturbinen [MSALLGMB-1121.a]   |       |              |  |                         | 6            | 0       |
| Vorlesung Gasturbinen [MSALLGMB-1121.b]   |       |              |  |                         | 0            | 2       |
| Übung Gasturbinen [MSALLGMB-1121.c]   |       |              |  |                         | 0            | 1       |
| Labor Gasturbinen [MSALLGMB-1121.d]   |       |              |  |                         | 0            | 1       |

**Modul: Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik [MSALLGMB-1122]**

| <b>MODUL TITEL: Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung</li> <li>- Grundlegende Zusammenhänge</li> <li>- Anwendungsgebiete</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamische Ersatzsysteme <ul style="list-style-type: none"> <li>o Bauteile</li> <li>o Baugruppen</li> </ul> </li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad <ul style="list-style-type: none"> <li>o Gedämpfte freie Schwingungen</li> <li>o Längsschwinger mit trockener Reibung</li> </ul> </li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad bei Zwangserregung <ul style="list-style-type: none"> <li>o Harmonische Krafterregung mit frequenzunabhängiger Amplitude</li> <li>o Unwucherregung</li> <li>o Wegerregung</li> </ul> </li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad bei Zwangserregung <ul style="list-style-type: none"> <li>o Fahrzeugschwingungen</li> <li>o Seismische Erregung</li> <li>o Allg. periodische Erregung</li> </ul> </li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswuchten starrer und elastischer Rotoren <ul style="list-style-type: none"> <li>o Anwendungen und Grundlagen</li> <li>o Unwuchtdarstellungen</li> <li>o Ermittlung und Ausgleich von Unwuchten</li> </ul> </li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswuchten starrer und elastischer Rotoren <ul style="list-style-type: none"> <li>o Unwuchtmessungen</li> <li>o Unwuchtgüte</li> </ul> </li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden <ul style="list-style-type: none"> <li>o Näherungsweise Bestimmung der Eigenkreisfrequenzen</li> <li>o Exakte Eigenkreisfrequenzen für <math>F=2</math></li> </ul> </li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden <ul style="list-style-type: none"> <li>o Zustandsgleichungen für <math>F=2</math></li> <li>o Eigenwertproblem</li> </ul> </li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden bei Zwangserregung <ul style="list-style-type: none"> <li>o Zustandsgleichungen</li> <li>o Frequenzgangsmatrix</li> <li>o Amplituden und Phasenfrequenzgang</li> </ul> </li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen der Maschinendynamik.</li> <li>- Die Studierenden sind in der Lage ein Schwingungssystem zu erfassen, zu beschreiben und eine Analyse zuzuführen.</li> <li>- Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen Schwingungssysteme und sind in der Lage die für das jeweilige Schwingungssystem die passenden Auslegungsverfahren anzuwenden.</li> <li>- Die Studierenden sind fähig, den Unwuchtzustand eines Rotors zu beschreiben und die für das vollständige Auswuchten erforderlichen Ausgleichsunwuchten zu bestimmen.</li> <li>- Die Studierenden kennen die Verfahren zur exakten und näherungsweise Bestimmung von Eigenfrequenzen.</li> <li>- Die Studenten kennen den Unterschied zwischen Bewegungsgleichungen und Zustandsgleichungen.</li> <li>- Für die zu analysierenden Maschinen und Schwingungssysteme leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Schwingungssystemen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                  |           |            |
|---|----------------------------------|-----------|------------|
| <p>11<br/>- Biegekritische Drehzahlen:<br/>o Welle mit einer Scheibe<br/>o Welle mit einer oder mehreren Scheiben</p> <p>12<br/>- Selbsterregte Schwingungssysteme<br/>o Selbsterregte Reibungsschwingungen<br/>o Aerodynamisch selbsterregte Schwingungen</p> <p>13<br/>- Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden bei Parametererregung<br/>o Zahnradgetriebe<br/>o Hubkolbenmaschine</p> <p>14<br/>- Einführung in MKS-Simulationsprogramme<br/>o ADAMS<br/>o SIMPACK<br/>o SimMechanics</p> <p>15<br/>- Anwendungsbeispiel<br/>o Schwingungsanalyse<br/>o Maßnahmen zur Schwingungsvermeidung<br/>o Auslegung</p> |                                  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                  |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanik I,II,III</li> <li>- Mathematik i bis III und numerische Mathematik</li> </ul>  | <p>Eine schriftliche Prüfung</p> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                  |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>   | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Grundlagen der Maschinen- und Strukturmechanik [MSALLGMB-1122.a]  |                                  | 6         | 0          |
| Vorlesung Grundlagen der Maschinen- und Strukturmechanik [MSALLGMB-1122.b]  |                                  | 0         | 2          |
| Übung Grundlagen der Maschinen- und Strukturmechanik [MSALLGMB-1122.c]  |                                  | 0         | 2          |

**Modul: Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme [MSALLGMB-1123]**

| <b>MODUL TITEL: Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung:</li> <li>• Gegenstand und Einordnung des Themas</li> <li>• Vorstellung ausgewählte optische Systeme für die Produktion</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektromagnetische Wellen:</li> <li>• Analogie zwischen mechanischen und elektromagnetischen Wellen</li> <li>• Maxwellgleichungen, Wellengleichung, Superpositionsprinzip</li> <li>• Fourierzerlegung</li> <li>• Reflexion/Transmission, Polarisierung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlenoptik (paraxiale Optik):</li> <li>• Abgrenzung: Beugungsoptik-Strahlenoptik</li> <li>• Konstruktion von Abbildungsstrahlengängen, Matrixformalismus</li> <li>• Kardinalpunkte und Hauptebenen</li> <li>• Helmholtz-Lagrange-Invariante, <math>f/\#</math> - Zahl und numerische Apertur</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aberrationen:</li> <li>• Aperturen und Pupillen</li> <li>• Optische Weglängendifferenz</li> <li>• Seidelsche Aberrationstheorie</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrektionsprinzipien:</li> <li>• Formfaktoren</li> <li>• Petzval-Summe</li> <li>• Symmetrisierung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ray-Tracing:</li> <li>• Prinzip des Ray-Tracing</li> <li>• Aberrationsdiagramme</li> <li>• Abbildungsleistung optischer Systeme</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optisches Layout und Optimierung:</li> <li>• Vorgehen beim Optik Design</li> <li>• Optimierungsalgorithmen</li> <li>• Grundformen optischer System</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optische Werkstoffe:</li> <li>• Grundlagen der linearen Dispersion</li> <li>• optische Gläser</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der paraxialen Optik und die Abbildungsfehler bei nicht-paraxialer Optik und können diese Verfahren einsetzen.</li> <li>• Die Studierenden kennen das Ray-Tracing-Verfahren zum Entwurf und zur Optimierung technischer optischer Systeme.</li> <li>• Die Studierenden kennen Grundformen optischer Systeme und deren Anwendungsgebiete.</li> <li>• Die Studierenden können optische Systeme analysieren und deren Leistungsfähigkeit bewerten.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, strahlenoptische Verfahren abzugrenzen von wellenoptischen Verfahren.</li> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der Laseroptik und können diese anwenden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden in den Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz)</li> <li>• Die Arbeit in der Übung erfolgt auch in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)</li> <li>• Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation)</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristalloptiken</li> <li>• Metalloptiken</li> <li>• Kunststoffoptiken</li> <li>• GRIN-Werkstoffe</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optische Komponenten:</li> <li>• Asphärische optische Komponenten</li> <li>• Lichtleitfasern</li> <li>• Doppelbrechung</li> <li>• Überblick: Fertigungsverfahren für optische Komponenten</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferenz und Beugung:</li> <li>• Zweistrahl- und Vielstrahlinterferenz</li> <li>• optische Schichten</li> <li>• Fresnelsches Beugungsintegral, Fern- und Nahfeld</li> <li>• beugungsbegrenzte Abbildung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Gaußsche Strahl:</li> <li>• Wellengleichung in SVE-Näherung</li> <li>• Eigenschaften des Gaußschen Strahls</li> <li>• Transformation des Gaußschen Strahls, komplexer Strahlparameter</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlqualität:</li> <li>• Beschreibung des Gauß-Mode und Erweiterung auf höhere Moden und Strahlverteilungen in der Praxis</li> <li>• Verfahren zur Definition von Strahlradien</li> <li>• Strahlqualität eines Arrays aus Einzelstrahlen</li> <li>• Nutzung der Strahlqualität bei Lasern</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optische Systeme für Hochleistungsdiodenlaser:</li> <li>• Eigenschaften von Diodenlasern</li> <li>• Einflussfaktoren auf die Brillanz von Diodenlasermodulen</li> <li>• Auslegung von Fast-Axis-Collimatoren</li> <li>• inkohärente/kohärente Kopplung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassung und Wiederholung der wichtigsten Lerninhalte</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>  |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine mündliche Prüfung,</li> <li>• alternativ: eine schriftliche Prüfung</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>   | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme [MSALLGMB-1123.a]  |  | 6         | 0          |
| Vorlesung Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme [MSALLGMB-1123.b]  |  | 0         | 2          |
| Übung Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme [MSALLGMB-1123.c]  |  | 0         | 2          |

**Modul: Höhere Regelungstechnik [MSALLGMB-1124]**

| <b>MODUL TITEL: Höhere Regelungstechnik</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 5                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegung von Reglern mittels der Verfahren Betrags-optimum und Symmetrisches Optimum</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Wurzelortskurve</li> <li>• Auslegung von Reglern mittels der Wurzelortskurve</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelkreise mit nichtlinearen Reglern</li> <li>• Beschreibungsfunktion</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Z-Transformation</li> <li>• Lineare zeitdiskrete Übertragungssysteme</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf zeitdiskreter Steuerungen und Regelungen</li> <li>• Regler mit endlicher Einstellzeit</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polplatzierung durch Zustandsrückführung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimale Zustandsregelung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsbeobachtung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellgestützte Prädiktive Regelung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellgestützte Prädiktive Regelung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robuste Regelung linearer Systeme</li> <li>• Parameterraumverfahren</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsanalyse nichtlinearer Systeme</li> <li>• Flachheit</li> <li>• Flachheitsbasierte Vorsteuerung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robuste Regelung nichtlinearer Systeme</li> <li>• Sliding Mode Control</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung können die Studierenden weiterführende Verfahren zur Synthese von Reglern für nichtlineare und lineare Strecken anwenden</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Verfahren im Frequenzbereich und im Zeitbereich anzuwenden</li> <li>• Sie kennen Regelungsmethoden, die auf einer zeit-kontinuierlichen sowie auch einer zeitdiskreten Modelldarstellung basieren</li> <li>• Die Studierenden können Kriterien für den geschlossenen Regelkreis formulieren und sind in der Lage, entsprechend der gestellten Anforderungen adäquate Regelverfahren anzuwenden</li> <li>• Um weiterführenden Kriterien Rechnung zu tragen, erhalten die Teilnehmer zudem Einblick in moderne bzw. aktuell weiter entwickelte Verfahren wie z.B. Modell-gestützte Prädiktive Regelung, Verfahren der Robusten Regelung oder Sliding Mode Control</li> <li>• Durch viele Beispiele in Vorlesung und insbesondere Übung können die Studierenden die vorgestellten Ver-fahren der Regelungstechnik auf praktische Aufgaben-stellungen anwenden</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projekt-management, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen  |                         | Benotung               |     |
|--|-------------------------|------------------------|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br>• Mess- und Regelungstechnik |                         | Eine mündliche Prüfung |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |                         |                        |     |
| Titel  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                     | SWS |
| Prüfung Höhere Regelungstechnik [MSALLGMB-1124.a]  |                         | 5                      | 0   |
| Vorlesung Höhere Regelungstechnik [MSALLGMB-1124.b]  |                         | 0                      | 2   |
| Übung Höhere Regelungstechnik [MSALLGMB-1124.c]  |                         | 0                      | 2   |

**Modul: Konstruktionslehre II [MSALLGMB-1127]**

| <b>MODUL TITEL: Konstruktionslehre II</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 5   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Einleitung; Allgemeiner Konstruktionsprozess</li> <li>• Zusammenfassende Darstellung des Allgemeinen Konstruktionsprozesses (AKP) nach VDI 2221 bzw. Pahl und Beitz etc.</li> <li>• Übergreifende Einordnung des AKP in Ansätze zur Lösungsfindung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: TRIZ</li> <li>• Zusammenfassende Darstellung der TRIZ und des ARIS als problemorientierten Ansatz zur Lösungsfindung in der Produktentwicklung.</li> <li>• Einordnung der TRIZ in den AKP</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Statistische Versuchsplanung</li> <li>• Zusammenfassende Darstellung der statistischen Versuchsplanung als lösungsorientierten Ansatz in der Produktentwicklung</li> <li>• Verdeutlichung der Methode an Beispielen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Produktplanung</li> <li>• Aufgabe, Zielsetzung und Ergebnisse der Produktplanung als Phase der Produktentstehung und als Tätigkeit zur Umsetzung von Markt- und Unternehmensstrategien</li> <li>• Methodische Ansätze und Werkzeuge Produktplanung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Produktinnovation</li> <li>• Begrifflichkeit und Motivation der Produktinnovation, Zusammenhänge zur Produktentwicklung und -planung</li> <li>• Tätigkeiten zur strategischen Produktinnovation: Technologiemanagement, Trendforschung, Zielgruppenforschung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Industrial-Design</li> <li>• Definitionen, Geschichte und Theorie des ID. Ansätze zur integrierenden Designtheorie und zur interdisziplinären Produktentwicklung</li> <li>• Methoden und Hilfsmittel des ID</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Produktstruktur</li> <li>• Definitionen und Zusammenhänge zur Produktstruktur: Sichten, Produktarchitektur, Variantenmanagement</li> <li>• Dokumentation der Produktstruktur, Stücklistenarten</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Kosten</li> <li>• Kostenarten, Einfluss der Konstruktion &amp; Entwicklung auf die Produkt- und Prozesskosten</li> <li>• Ansätze zur Kostensenkung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:<br/>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... kennen übergreifende Methoden der Produktentwicklung und -innovation.</li> <li>• ... kennen die verschiedenen Kostenarten im Produktentstehungsprozess. Sie können Kostensenkungs- und Rationalisierungsmaßnahmen sowohl auf Produkte als auch auf Prozesse anwenden.</li> <li>• ... sind mit Methoden der Qualitätssicherung vertraut und können diese auf Produkte und Prozesse innerhalb der Produktentstehung übertragen.</li> <li>• ... kennen rechnerunterstützte Engineering Tools und können diese in Beziehung zur betrachteten Problemstellung setzen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Rationalisierung</li> <li>• Ziele, Ansätze und Methoden</li> <li>• Simultaneous bzw. Concurrent Engineering</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Modularisierung, Baukästen und Baureihen</li> <li>• Modularisierung: Zielsetzung und Aspekte, Plattformstrategie, Baukästen</li> <li>• Baureihen: Normzahlen und Ähnlichkeitsgesetze</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Qualitätssicherung</li> <li>• Ziele und Definitionen zur Qualitätssicherung im Produkt und Prozess</li> <li>• Ausgewählte Methoden, z. B. FMEA, QFD</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Engineering Tools I: Produkt</li> <li>• Aktuelle CAx-Anwendungen im Produktentstehungsprozess</li> <li>• CAD, Virtual/Augmented Reality, FEM etc, MKS, HIL</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Engineering Tools II: Prozess</li> <li>• Rechnerunterstützung von Entwicklungsprozessen, Collaborative Engineering, Virtual Enterprises und Wissensmanagement</li> <li>• PDM und PLM</li> </ul> <p>Sonstiges:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Übungen (Ü3) zu jedem Thema finden jeweils zu zwei getrennten Terminen statt: Zuerst wird die Anwendung des Stoffs in einem Vortrag (Ü1) an einem ausgesuchten Beispiel demonstriert. An dem zweiten Termin (Ü2) wenden die Studierenden den Stoff in betreuter Eigenarbeit selbst an.</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktionslehre I</li> <li>• Maschinengestaltung I, II, III</li> <li>• CAD-Einführung</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Konstruktionslehre II [MSALLGMB-1127.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Konstruktionslehre II [MSALLGMB-1127.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Konstruktionslehre II [MSALLGMB-1127.c]   |                                | 0         | 3          |

**Modul: Luftfahrtantriebe I [MSALLGMB-1131]**

| <b>MODUL TITEL: Luftfahrtantriebe I</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 5                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Funktion einer Fluggasturbine am Beispiel des TL-Triebwerks</li> <li>- thermodynamischer Prozess von Luftfahrtantrieben</li> <li>- Bauarten und Einsatzbereiche;</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlegende aerothermodynamische Gleichungen;</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definitionen von Leistungen und Wirkungsgraden</li> <li>- idealer Prozess der Fluggasturbine;</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- realer Prozess der Fluggasturbine</li> <li>- Einfluss des Kompressionsdruckverhältnisses auf den spez. Brennstoffverbrauch und auf die Wirkungsgrade</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfluss des Temperaturverhältnisses auf den spez. Brennstoffverbrauch und auf die Wirkungsgrade</li> <li>- Energieflußdiagramm</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionsbeschreibung der Komponenten (Einlauf, Fan, Verdichter, Brennkammer)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionsbeschreibung der Komponenten (Turbine, Übergangsstück, Schubdüse)</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schub und spezifischer Schub von Flugtriebwerken</li> <li>- spezifischer Brennstoffverbrauch von Flugtriebwerken</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auslegungsfragen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stationäres Betriebsverhalten von Triebwerken /Ähnlichkeitsgesetze bei der Fluggasturbine</li> <li>- Kennzahlen</li> <li>- Verdichterkennfeld</li> <li>- Triebwerkskennfeld</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regelbedingungen</li> <li>- Pumpgrenze</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ähnlichkeitskenngrößen für Schub und Brennstoffverbrauch</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leistungskennfelder</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- instationäres Betriebsverhalten</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Triebwerksintegration.</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise von Flug-gasturbinen</li> <li>- Sie sind in der Lage die aerothermodynamischen Gleichungen für Pro-zessberechnungen anzuwenden</li> <li>- Sie kennen die Aufgabe und Funktion der einzelnen Triebwerkskomponenten</li> <li>- Die Studierenden können das Betriebsverhalten von Flugtriebwerken anhand der Kennfelder erklären</li> <li>- Sie sind in der Lage, Schub und Brennstoffverbrauch zu ermitteln und zu analysieren</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren.</li> <li>- Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen   |  | Benotung                |    |     |
|---|--|-------------------------|----|-----|
| Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module)<br>- Thermodynamik<br>- Strömungsmechanik I<br>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, &#8230;)<br>- Grundlagen der Turbomaschinen |  |                         |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |  |                         |    |     |
| Titel   |  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Luftfahrtantriebe I [MSALLGMB-1131.a]   |  |                         | 5  | 0   |
| Vorlesung Luftfahrtantriebe I [MSALLGMB-1131.b]   |  |                         | 0  | 2   |
| Übung Luftfahrtantriebe I [MSALLGMB-1131.c]   |  |                         | 0  | 2   |

**Modul: Mechanische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-1134]**

| <b>MODUL TITEL: Mechanische Verfahrenstechnik</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 3   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ähnlichkeitstheorie:</li> <li>• Grundlagen der Dimensionsanalyse</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ähnlichkeitstheorie:</li> <li>• Modellübertragung, Grundlagen und Beispiele</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikeltechnologie, Feststoffzerkleinerung:</li> <li>• Methoden</li> <li>• Modellierung von Zerkleinerungsmaschinen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikeltechnologie, Zerstäuben:</li> <li>• Prinzip, Oberflächenspannung, Zerstäubungsvorrichtungen</li> <li>• Energiebedarf der Zerstäubung, ähnlichkeitstheoretische Darstellung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikeltechnologie, Kornverteilungen:</li> <li>• Korngrößenmessverfahren</li> <li>• Spezielle Größenverteilungen, RRS-Verteilung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikeltechnologie, Partikelhaufwerke:</li> <li>• Spezifische Oberfläche</li> <li>• Oberflächenbestimmung, Messverfahren</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren, Siebung:</li> <li>• Kennzeichnung eines Siebprozesses</li> <li>• Siebmethoden und -maschinen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren, Sedimentation:</li> <li>• Auslegung von Sedimentationsapparaten</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren, Zentrifugation:</li> <li>• Auslegung von Zentrifugen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren:</li> <li>• Gaszyklon: Prinzip, Dimensionierung</li> <li>• Hydrozyklon: Prinzip, Dimensionierung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren, Filtration:</li> <li>• Kapillarmodell zur Beschreibung der Filtration</li> <li>• Filtrationsapparate, Filtermedien</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden vertiefen ihr Wissen über die Grundoperationen der mechanischen Verfahrenstechnik.</li> <li>• Sie sind in der Lage, die in der Vorlesung vorgestellten sowie prinzipgleiche Verfahren aus den Bereichen der Zerkleinerung und der mechanischen Stofftrennung selbstständig modelltheoretisch zu beschreiben. Sie können außerdem das Grundprinzip der Prozesse erfassen und Apparate der mechanischen Verfahrenstechnik für bestimmte Anforderungen auslegen.</li> <li>• Weiterhin können sie mit Hilfe der Dimensionsanalyse und der Ähnlichkeitstheorie prozess- oder apparatespezifische Kennzahlen ermitteln und eine Größenübertragung beliebiger Prozesse der Verfahrenstechnik eigenständig durchführen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stofftrennverfahren, Filtration:</li> <li>• Theoretische Beschreibung der Filtration (Konstanter Durchsatz, konstante Druckdifferenz)</li> <li>• Optimaler Betrieb diskontinuierlich arbeitender Filter</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischen und Rühren:</li> <li>• Rührertypen, Ermittlung der Antriebsleistung</li> <li>• Aufwirbeln von Suspensionen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischen und Rühren:</li> <li>• Wärmetransport an gerührte Substanzen</li> <li>• Homogenisieren</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
|   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Mechanische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-1134.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Mechanische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-1134.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Mechanische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-1134.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen [MSALLGMB-1135]**

| <b>MODUL TITEL: Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine mechatronische Systeme, Vorschubachsen und Messsysteme für Positionieraufgaben</li> <li>• Überblick über mechatronische Systeme</li> <li>• Aufbau von Vorschubantrieben</li> <li>• Funktionsprinzipien, Anbindung und Auswertung von Messsystemen für Positionieraufgaben</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorschubantriebe zur Bahnerzeugung, Auslegung und dynamisches Verhalten, messtechnische Untersuchung</li> <li>• Kaskadierte Regelkreise</li> <li>• Methoden zur Frequenzgang- und Schwingungsanalyse</li> <li>• Verfahren zur messtechnische Untersuchung der Maschinengenauigkeit</li> <li>• Rechnerische Verfahren zur Antriebsauslegung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelung von Vorschubantrieben, Besonderheiten von Direktantrieben, mechatronische Simulation</li> <li>• Vorstellung unterschiedlicher Regelungskonzepte</li> <li>• Modellierungsunterschiede für konventionelle Vorschubantriebe und Direktantriebe</li> <li>• Verhaltenssimulationen</li> <li>• Kopplung von regelungstechnischen und mechanischen Simulationen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktive Zusatzsysteme zur Verbesserung des dynamischen Maschinenverhaltens</li> <li>• Aktive und adaptive Maschinenelemente</li> <li>• Piezoaktoren in Werkzeugmaschinen-Hauptspindeln</li> <li>• Strukturintegrierte Kompensationsmodule</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Logic Control: Steuerungen und Programmierung</li> <li>• Einführung in SPS-Typen</li> <li>• Vorstellung der Architektur und der verschiedenen Programmiersprachen</li> <li>• logische Schaltungselemente</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motion Control: Mechanische Steuerungen, elektronische Motion Control Systeme</li> <li>• Besonderheiten der Bewegungssteuerung</li> <li>• mechanische und elektronische Realisierungsmöglichkeiten</li> <li>• Vorstellung moderner Motion Control Steuerungen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerical Control: Aufbau, Führungsgrößen und Interpolation</li> <li>• NC-Architekturen</li> <li>• Grundlagen der Programmierung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen den Aufbau, die Auslegung und die Projektierung mechatronischer Systeme im Produktionsbereich.</li> <li>• Sie sind mit den Besonderheiten des Verhaltens und der Modellierung von Vorschubachsen in Werkzeugmaschinen vertraut und können dieses praxisnahe Wissen auf zukünftige Aufgaben übertragen.</li> <li>• Ihnen sind wesentliche Merkmale und Anwendungsgebiete von logischen, numerischen und Bewegungssteuerungen von Maschinen bekannt. Darüber hinaus können sie Steuerungsprogramme in verschiedenen Entwicklungssystemen erstellen und deren Qualität bewerten.</li> <li>• Zusätzlich sind die Studierenden über übergreifende Konzepte der Maschinensteuerung, sowie der Maschinen- und Prozessüberwachung informiert und können aus diesen Kenntnissen Beurteilungen der Qualität industrieller Überwachungslösungen ableiten.</li> <li>• Im Bereich der Simulation werden die Studierenden praxisnah mit den Möglichkeiten eines industriellen Engineering-Systems bekannt gemacht.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erhalten Möglichkeiten und Methoden mechatronische Systeme zu verstehen, aufzubauen, zu projektieren und zu bewerten.</li> <li>• Im Rahmen der Übungen bzw. in Laborterminen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse präsentiert, was eine fachbezogene Diskussion fördert und zur Kommunikation zwischen den Studierenden beiträgt.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformationen und Verfahren zur Interpolation</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Offene Steuerungssysteme, Zyklenbibliotheken, HMI-Technologien</li> <li>• Eingriffsmöglichkeiten in NC-Steuerungen</li> <li>• Erstellung und Verwaltung vordefinierter Programmteile (Zyklen)</li> <li>• Eigenschaften von verschiedenen Benutzerschnittstellen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CAM Systeme und Bearbeitungssimulation</li> <li>• Vorstellung der Möglichkeiten von CAM-Systemen</li> <li>• Durchgängige Modellierung der CAD/CAM-NC-Kette</li> <li>• Kinematiksimulationen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugwesen und Spanntechnik: Werkzeug-Typen und Handhabung, Werkzeug-Kreislauf, Spannsysteme</li> <li>• Varianten von Bearbeitungswerkzeugen und ihre Handhabung</li> <li>• Stationen des Werkzeugkreislaufs innerhalb eines produzierenden Unternehmens von der Beschaffung über den Einsatz, die Zustandsüberprüfung bis zur Aufbereitung und Ausmusterung</li> <li>• Schwerpunkt Werkzeug Management und informationstechnische Behandlung</li> <li>• Auslegung von Werkstück-Spannsystemen unter Berücksichtigung der Maschine und des Prozesses</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensorik: Sensortypen, Funktionsprinzipien, Applikation</li> <li>• Gegenüberstellung von Sensortypen und ihrer Funktionsprinzipien</li> <li>• Einsatzmöglichkeiten und Eignung zur Maschinen- und Prozessüberwachung</li> <li>• Besonderheiten der Signalerfassung</li> <li>• Betrachtung der Messketten</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung: Signaldatenverarbeitung, Prozessüberwachung, Zustandsüberwachung</li> <li>• Verarbeitung, Aufbereitung und Auswertung von Überwachungssignalen</li> <li>• Methoden und Ziele der steuerungsinternen und -externen Prozessüberwachung und der Maschinenzustandsüberwachung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Handhabungstechnik &amp; Robotik</li> <li>• Anwendungsbeispiele von Handlingsystemen und Industrierobotern</li> <li>• Aufbau RC Steuerung</li> <li>• Grundlagen der Roboterprogrammierung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Leittechnik für Produktionsanlagen</li> <li>• Leittechnik mit dem Fokus automatisierter Industrieanlagen</li> <li>• Unterschiede zwischen Monitoring und Controlling Aufgaben</li> </ul> |  |
|--|--|

| Voraussetzungen  |                         | Benotung                  |     |
|--|-------------------------|---------------------------|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugmaschinen (Bachelor)</li> <li>• Grundlagen der Regelungstechnik</li> <li>• Grundlagen der Informationsverarbeitung</li> </ul> Voraussetzung für (z.B. andere Module)<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisierungstechnik für Produktionssysteme</li> </ul> |                         | Eine schriftliche Prüfung |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |                         |                           |     |
| Titel  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                        | SWS |
| Prüfung Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen<br>[MSALLGMB-1135.a]  |                         | 6                         | 0   |
| Vorlesung/Übung Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen<br>[MSALLGMB-1135.bc]   |                         | 0                         | 4   |

**Modul: Messtechnik und Strukturanalyse [MSALLGMB-1138]**

| <b>MODUL TITEL: Messtechnik und Strukturanalyse</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung der statischen und dynamischen Eigenschaften von Werkzeugmaschinen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermittlung und Beurteilung der Prozessstabilität bei der Zerspanung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentelle Modal- und Quasistatikanalyse von Werkzeugmaschinen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passive und aktive Zusatzsysteme zur Verbesserung des dynamischen Maschinenverhaltens</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung des thermischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik von Vorschubantrieben</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnische Untersuchung des geometrischen und thermischen Maschinenverhaltens 1</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnische Untersuchung des geometrischen und thermischen Maschinenverhaltens 2</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnische Untersuchung des akustischen Maschinenverhaltens</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Finite Elemente Methode (FEM) 1: Stand der Technik</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Finite Elemente Methode (FEM) 2: Theoretische Grundlagen und Berechnungsablauf</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Finite Elemente Methode (FEM) 3: Strukturoptimierung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrkörpersimulation (MKS): Kinematik- und Antriebsimulation mit starren und flexiblen Körpern</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstration WZL Software Programme</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Effekte, die die Güte von Fertigungsprozessen sowie die Produktivität beeinflussen.</li> <li>• Sie erlernen die theoretischen Grundlagen zum Verständnis dieser Effekte und können diese auf verwandte Fragestellungen übertragen.</li> <li>• Die Studierenden lernen darüber hinaus die praktischen Verfahren, Methoden und Messmittel kennen, mit denen die Analyse dieser Effekte möglich ist.</li> <li>• Auf Basis der theoretischen und praktischen Elemente können die Studierenden die statischen, dynamischen und thermischen Einflüsse in Werkzeugmaschinen analysieren, interpretieren und geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der Maschineneigenschaften ableiten.</li> <li>• Sie können die vermittelten Inhalte auf artverwandte Anwendungen und Fragestellungen übertragen und Lösungsvorschläge erarbeiten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion in der Gruppe, Kleingruppenarbeit</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |                         |            |
|---|--------------------------------|-------------------------|------------|
| Besonderheit:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen als Blockveranstaltung nach Absprache mit den Studierenden</li> </ul>   |                                |                         |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  |                                | <b>Benotung</b>         |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugmaschinen</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul> |                                | Eine mündliche Prüfung. |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |                         |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>               | <b>SWS</b> |
| Prüfung Messtechnik und Strukturanalyse [MSALLGMB-1138.a]   |                                | 6                       | 0          |
| Vorlesung Messtechnik und Strukturanalyse [MSALLGMB-1138.b]   |                                | 0                       | 2          |
| Übung Messtechnik und Strukturanalyse [MSALLGMB-1138.c]   |                                | 0                       | 2          |

**Modul: Motorenlabor [MSALLGMB-1141]**

| <b>MODUL TITEL: Motorenlabor</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 2                   | 2   | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                                |                     |                |
| 1<br>• Einführungsveranstaltung<br>• Allgemeine Sicherheitseinweisung<br><br>2<br>• Motorkonstruktion / Motormechanik<br><br>3<br>• Applikation von Steuergeräten<br><br>4<br>• Motorprüfstand<br>5<br>• Ladungswechselsimulation<br><br>6<br>• Akustikuntersuchungen<br><br>7<br>• Abschlussveranstaltung |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden den Motorprüfstandbetrieb durch eigene Praxis erlernt<br>• Sie kennen die Prüfstandsmesstechnik und können sie anwenden<br>• Sie haben ein Grundverständnis der Motorkomponenten<br>• Die Studierenden können das theoretische Basiswissen auf praktische Aufgabenstellungen anwenden<br>• Sie kennen Entwicklungswerkzeuge aus dem Berufsalltag<br><br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Durch das Lösen von Aufgaben in Kleingruppen wird der kollektive Lernprozess gefördert (Teamarbeit).<br>• Präsentation von Projekten (Arbeitsschritte und Ergebnisse) |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>   |                                |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Grundlagen der Verbrennungsmotoren  |              |                     | • Multiple Choice Test<br>• Anwesenheitspflicht (1 Fehltermin zulässig)   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Motorenlabor [MSALLGMB-1141.a]   |              |                     |   |                                | 2                   | 0              |
| Labor Motorenlabor [MSALLGMB-1141.d]   |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |

**Modul: Physikalische Chemie der Polymere und Makromolekular-chemisches Praktikum [MSALLGMB-1142]**

| <b>MODUL TITEL: Physikalische Chemie der Polymere und Makromolekular-chemisches Praktikum</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 7                   | 5  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulargewichte, Molekulargewichtsverteilung, Bestimmungsmethoden</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtstreuung und Viskosimetrie</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraktionierung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinetik der Copolymerisation</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammensetzung und Statistik von Copolymeren</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstreckung, Kristallinität und Keimbildung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeausdehnung, Schmelz- und Kristallisationsverhalten</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glasübergang</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohäsion</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elastizität</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamisches Verhalten</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaxation und Retardation</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetische Resonanz (NMR)</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Themen</li> </ul> <p>15</p> <p>Das Praktikum wird als 5-tägiges Blockpraktikum durchgeführt, im welchem die Studierenden in kleinen Gruppen sieben Versuche aus der folgenden Liste durchführen und auswerten:</p> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen den Aufbau, die Struktur und die physikalischen Eigenschaften von Polymeren.</li> <li>• Die Studierenden erlernen im praktischen Umgang mit Chemikalien und Apparaturen die Synthese und Charakterisierung von Polymeren.</li> <li>• Die Studierenden erkennen die Besonderheiten und Unterschiede zwischen der Chemie niedermolekularer Verbindungen und der von Makromolekularen Stoffen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlernen die Durchführung chemisch-physikalischer Arbeiten in Teamarbeit</li> <li>• Die Studierenden erlernen die Organisation praktischer Laborarbeiten</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuch 1 - Identifizierung von Kunststoffen</li> <li>• Versuch 2 - Emulsionspolymerisation</li> <li>• Versuch 3 - Anionische Polymerisation</li> <li>• Versuch 4 - Polykondensation</li> <li>• Versuch 5 - Polymeranaloge Reaktion</li> <li>• Versuch 6 - Chemische Modifizierung und Vernetzung</li> <li>• Versuch 7 - Charakterisierung von polymeren</li> <li>• Versuch 8 - Polymerisation in Substanz und Lösung</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Makromolekulare Chemie</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Physikalische Chemie der Polymere und Makromolekular-chemisches Praktikum [MSALLGMB-1142.a]   |                                | 7         | 0          |
| Vorlesung Physikalische Chemie der Polymere und Makromolekular-chemisches Praktikum [MSALLGMB-1142.b]   |                                | 0         | 2          |
| Labor Physikalische Chemie der Polymere und Makromolekular-chemisches Praktikum [MSALLGMB-1142.d]   |                                | 0         | 3          |

## Modul: Praktikum Prozessautomatisierung [MSALLGMB-1143]

| MODUL TITEL: Praktikum Prozessautomatisierung              |       |              |  |                         |              |         |
|--|-------|--------------|--|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                         |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1  | 1     | 2            | 2  | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                         |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                         |              |         |
|  |       |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage eine komplexe Prozessführungsaufgabe selbständig zu lösen. Die Lösung umfasst den Aufbau der Anlagenautomatisierung, die Auslegung und Umsetzung der Sicherungsfunktionen, die Spezifikation des Prozessablaufs mit der Erstellung der Ausführungsvorschrift, die Implementierung des Produktionsauftrags.</li> <li>Sie haben anhand eines Beispiels aus dem Performance Monitoring geübt wie man das erlernte Überwachungs- und Diagnosekonzept mit den Mitteln der Automatisierungstechnik umsetzt.</li> <li>Sie haben die Konzepte und Programmiersprachen der industriellen Leitsysteme kennengelernt und ihre praktische Anwendung geübt.</li> </ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen  |       |              | Benotung   |                         |              |         |
|  |       |              |  |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN        |       |              |  |                         |              |         |
| Titel  |       |              |  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Praktikum Prozessautomatisierung [MSALLGMB-1143.a] |       |              |  |                         | 2            | 2       |

**Modul: Qualitätsmanagement [MSALLGMB-1144]**

| <b>MODUL TITEL: Qualitätsmanagement</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Prozess- und Produktqualität, Administrative, Produktions- und Dienstleistungsprozesse</li> <li>• Protective und Perceived Quality, Managementsysteme</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien eines Managementsystems</li> <li>• Prävention, Produktion, Kommunikation</li> <li>• Eigenverantwortung, Feedback, Fehlervermeidung, Kundenorientierung, Standardisierung, Teamorientierung, Ständige Verbesserung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennzahlen der Qualitätssteuerung</li> <li>• Strategische Kennzahlen, Operative Kennzahlen</li> <li>• Erhebung und Auswertung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategische Qualitätsziele</li> <li>• Ermittlung, Priorisierung</li> <li>• Operationalisierung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationalisierung von Qualitätszielen: Projektierung:</li> <li>• Projektauftrag, Organisatorische Rahmenbedingungen</li> <li>• Durchführung, Controlling, Reporting</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationalisierung von Qualitätszielen: Sicherstellung der administrativen Prozessqualität</li> <li>• Methoden der Prozessaufnahme (Prozess Struktur Matrix, Flussdiagramme, ARIS-Geschäftprozessmodellierung)</li> <li>• Zusammenstellung der Projektbeteiligten zur Prozessaufnahme</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationalisierung von Qualitätszielen: Sicherstellung der Produktionsprozessqualität</li> <li>• Methoden der Prozessaufnahme (Value Stream Mapping, Spaghetti-Diagramm, Poka Yoke, 5S)</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationalisierung von Qualitätszielen: Sicherstellung der Protective Quality I:</li> <li>• Methoden der Protective Quality (Fehler Möglichkeits- und Einfluss Analyse, Design Review Based on Failure Mode, Fehlerbaumanalyse)</li> <li>• Einbindung der Methoden in die Organisation</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Qualitätsmanagementmethoden hinsichtlich strategischer Zielrichtungen bewerten und anwenden.</li> <li>• Sie können Situationen, Stärken und Schwächen eines umfassenden Qualitätsmanagements erkennen, bewerten und geeignete Maßnahmen zu einer stimmigen Ausrichtung formulieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage Qualitätsmanagement-Methoden im Unternehmenskontext hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu bewerten und auf Basis ihrer fundierten methodischen und organisatorischen Kenntnisse verbessernd in das Qualitätsmanagement einzugreifen.</li> <li>• Sie sind befähigt auf Basis des Verständnisses von Zusammenhängen und Prinzipien Elemente des Qualitätsmanagement weiterzuentwickeln und sinnvoll zu verknüpfen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen komplexe Unternehmenszusammenhänge aufzunehmen und zu verarbeiten.</li> <li>• Sie lernen den gedanklichen Transformationsschritt von Methoden und Werkzeugen hin zu Prinzipien und Wirkzusammenhängen.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationalisierung von Qualitätszielen: Sicherstellung Protective Quality II</li> <li>• Reactive Quality Chain</li> <li>• Reactive Quality Management Unit</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationalisierung von Qualitätszielen: Sicherstellung der Perceived Quality</li> <li>• Teamfindung und Teambildung, Controlling sowie Reporting</li> <li>• Methoden der Perceived Quality (Kundenklinik, Tests)</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationalisierung von Qualitätszielen: Sicherstellung der Dienstleistungsprozessqualität</li> <li>• Teamfindung und Teambildung, Controlling sowie Reporting</li> <li>• Methoden der Dienstleistungsprozesse (7D); Entwicklung Hybrider Produkte</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltiges Qualitätsmanagement</li> <li>• Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (organisatorische Voraussetzungen, Implementierung und Pflege)</li> <li>• Ideenmanagement</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsorientierte Unternehmensführung</li> <li>• Unternehmenstrukturen</li> <li>• Ablauf- und Aufbaustrukturen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsgetriebenes Veränderungsmanagement</li> <li>• Change Management, Six Sigma</li> <li>• Verknüpfung dieser Werkzeuge/ Philosophien</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsorientierte Personalführung I</li> <li>• Stellenprofile, Mitarbeiterqualifikation</li> <li>• Zielbildung und Visualisierung, Anreizsystem</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>  |           |            |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine schriftliche Prüfung</li> <li>• Mündliche Prüfung bei Wiederholung oder zur Notenverbesserung</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>   | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Qualitätsmanagement [MSALLGMB-1144.a]  |  | 6         | 0          |
| Vorlesung Qualitätsmanagement [MSALLGMB-1144.b]  |  | 0         | 2          |
| Übung Qualitätsmanagement [MSALLGMB-1144.c]  |  | 0         | 2          |

## Modul: Raumfahrtantriebe I [MSALLGMB-1147]

| MODUL TITEL: Raumfahrtantriebe I  |       |              |  |                         |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                         |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 5            | 4  | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                         |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                         |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Funktionsweise und Aufbau eines Raketentriebwerks</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung der charakteristischen Kenngrößen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Übersicht der Bauarten von Raketentriebwerken (chemisch, nuklear, elektrisch)</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gasdynamische Grundlagen der Düsenströmung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Düsenauslegung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flüssigkeitstriebwerke: Verbrennungsgüte, Treibstoffe, Basiszyklen, Brennkammer (Geometrie, Injektorelemente, Treibstoffaufbereitung, Kühlkonzepte, Pumpensysteme)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Feststofftriebwerke: Komponenten, Treibstoffarten, innere Ballistik, Gestaltung der Abbrandfläche bezüglich des Schubes, Treibstoffherstellungsprozess</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die Funktionsweise und den Aufbau eines Raketentriebwerks und seine charakteristischen Kenngrößen.</li> <li>Sie können verschiedene Bauarten von Raketentriebwerken erläutern.</li> <li>Sie beherrschen die gasdynamischen Grundlagen der Düsenströmung und können auf dieser Basis Düsen für Raketentriebwerke auslegen.</li> <li>Sie kennen die Elemente von Flüssigkeits- und Feststofftriebwerken und können zugehörige Prozesse beschreiben.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen   |       |              | Benotung   |                         |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Thermodynamik</li> <li>Strömungsmechanik</li> <li>Grundlagen der Turbomaschinen</li> </ul>   |       |              | <p>Eine schriftliche Prüfung</p>   |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |       |              |  |                         |              |         |
| Titel   |       |              |  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Raumfahrtantriebe I [MSALLGMB-1147.a]   |       |              |  |                         | 5            | 0       |
| Vorlesung Raumfahrtantriebe I [MSALLGMB-1147.b]   |       |              |  |                         | 0            | 2       |
| Übung Raumfahrtantriebe I [MSALLGMB-1147.c]   |       |              |  |                         | 0            | 2       |

## Modul: Raumfahrzeugbau I [MSALLGMB-1148]

| MODUL TITEL: Raumfahrzeugbau I  |       |              |   |                   |              |         |
|---|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 5            | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick und historische Entwicklung</li> <li>• Industrie, Forschung und Institutionen in der Raumfahrt</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raumfahrtantriebe: Physikalische Größen und Definitionen</li> <li>• Funktionsweisen und Charakteristika der verschiedenen Antriebsarten</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauweisen von Feststofftriebwerken</li> <li>• Zyklen der Flüssigkeitstriebwerke</li> <li>• Leistungs- und Energiebetrachtung an elektrischen Antrieben</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung der Schubgleichung</li> <li>• Definition und Betrachtung unterschiedlicher Wirkungsgrade</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen und Prozesse bzgl. Düsenströmung</li> <li>• Düsenauslegung</li> <li>• Triebwerkskühlung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziolkowsky-Gleichung (Tsiolkovsky)</li> <li>• Betrachtung der Massen</li> <li>• Stufungsprinzip und -optimierung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Atmosphäre</li> <li>• Modellatmosphäre: Annahmen und Berechnung</li> <li>• Fluktuationen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichtemessung mittels Satellit</li> <li>• Ionosphäre</li> <li>• Magnetosphäre</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahntypen</li> <li>• Zweikörperproblem</li> <li>• LEO, GEO, GTO, SSO</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplanare Bahnübergänge unter kontinuierlichem Schub</li> <li>• Hohmann-Transfer</li> <li>• Änderung der Bahnebene</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Funktionsweisen sowie die damit verbundenen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Triebwerkstypen und sind in der Lage, sie verschiedenen Missionsanforderungen zuzuordnen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Düsenströmungen und die daraus resultierenden Schübe zu berechnen und verstehen die Zusammenhänge der ausschlaggebenden Parameter und Kennzahlen.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, Antriebsvermögen und Treibstoffverbrauch einer Rakete sowie deren Optimierung mittels Stufung zu berechnen.</li> <li>• Sie kennen den Aufbau der Atmosphäre sowie übliche Standardmodelle und begreifen die Auswirkungen auf Aufstiegsbahnen von Trägersystemen.</li> <li>• Sie beherrschen das Zweikörperproblem und können Raumflugbahnen auslegen sowie energetisch günstige Bahnänderungen berechnen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten derzeitigen Raumtransportsysteme sowie die entsprechenden Standardorbits.</li> <li>• Sie verstehen die Zusammenhänge und Einflüsse der unterschiedlichen Parameter für den Wiedereintritt von Raumkapseln.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden befähigt, eine systemische Betrachtung von Raumfahrzeugen zu vollziehen.</li> <li>• Sie haben gelernt, Lösungsvorschläge zur Missionsauslegung von Raumfahrzeugen zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).</li> </ul> |                   |              |         |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichung für Aufstiegsbahnen</li> <li>• Gravity loss</li> <li>• Widerstandsverluste</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ariane 5</li> <li>• Space Shuttle</li> <li>• Sojus</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ballistischer Wiedereintritt: Bewegungsgleichung, Berechnung von Trajektorie und Verzögerungsbelastung</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raumfahrzeugbau II</li> </ul>   | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Raumfahrzeugbau I [MSALLGMB-1148.a]   |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Raumfahrzeugbau I [MSALLGMB-1148.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Raumfahrzeugbau I [MSALLGMB-1148.c]   |                                | 0         | 2          |

## Modul: Reaktortechnik I [MSALLGMB-1151]

| MODUL TITEL: Reaktortechnik I  |       |              |  |                   |              |         |
|--|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1  | 1     | 4            | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragen der Kernenergienutzung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über Reaktortypen</li> <li>• Druckwasserreaktoren</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernphysikalische Grundlagen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsquerschnitte</li> <li>• Neutronenfluss</li> <li>• Reaktionsraten</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernspaltung</li> <li>• Spaltstoffe, Brutstoffe</li> <li>• Prompte und Verzögerte Neutronen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kettenreaktion</li> <li>• Vierfaktorenformel</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusion von Neutronen</li> <li>• Diffusionsgleichung</li> <li>• Definitionslänge</li> <li>• Diffusionszeit thermischer Neutronen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbremsung von Neutronen</li> <li>• Energieverlust beim elastischen Stoß</li> <li>• Lethargie und logarithmisches Energiedekrement</li> <li>• Bremszeit</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kritische Reaktoren</li> <li>• Neutronenphysikalische Optimierung</li> <li>• Kritikalitätsdaten</li> <li>• Anwendung der kritischen Gleichung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspekte der Reaktorphysik</li> <li>• Homogenen, heterogene Reaktoren</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multigruppenrechnung</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siedewasserreaktoren</li> <li>• Candu-Reaktoren</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die technische Funktionsweise von verschiedenen Kernkraftwerken</li> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die neutronenphysikalischen Funktionsweise von Kernkraftwerken</li> <li>• Die Studierenden verstehen wichtige Aspekte der neutronenphysikalischen Zusammenhänge</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage einen Reaktor neutronenphysikalisch vereinfacht zu berechnen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Übung erfolgt in Kleingruppen so dass kollektiver Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)</li> </ul> |                   |              |         |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| 13<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• RBMK-Reaktoren</li> <li>• Schnelle natriumgekühlte Reaktoren</li> <li>• Hochtemperaturen</li> </ul> 14<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernbrennstoffkreislauf</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
|  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Reaktortechnik I [MSALLGMB-1151.a]   |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Reaktortechnik I [MSALLGMB-1151.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Reaktortechnik I [MSALLGMB-1151.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Reaktortechnik III [MSALLGMB-1153]**

| <b>MODUL TITEL: Reaktortechnik III</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 3                   | 2  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Langzeiteffekte im Reaktorbetrieb</li> <li>• Brennstoffabbrand</li> <li>• Aufbau höhere Isotope, von Spaltprodukten</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkung der Spaltprodukte Xenon, Samarium</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinetische Gleichungen (Grundlage)</li> <li>• ohne / mit verzögerte Neutronen</li> <li>• unendlich Ausgedehnter Reaktor</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinetische Gleichungen (spezielle Lösungen)</li> <li>• Lösung für 6 Neutronengruppen</li> <li>• Integralgleichung des Neutronenflusses</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragen der Reaktordynamik</li> <li>• Reaktivitätseffekte durch Temperaturerhöhung</li> <li>• Temperaturkoeffizienten</li> <li>• instationäres Verhalten</li> <li>• Reaktordynamische Gleichungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermisches Neutronenspektrum</li> <li>• Thermisches Gleichgewicht</li> <li>• Maxwellsche Energieverteilung</li> <li>• Neutronenfluss und Reaktionsrate (Maxwellsche Energieverteilung)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resonanzabsorption</li> <li>• Resonanzentkommwahrscheinlichkeit</li> <li>• Resonanzintegral</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multigruppenverfahren</li> <li>• Gruppenkonstanten</li> <li>• Gleichungssystem für 2 Gruppen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bremsung nach der Fermi-Alter-Gleichung</li> <li>• Zusammenhang Fermi-Alter und Kritikalität</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktorgleichung</li> <li>• unendlich ausgedehnte homogene Systeme</li> <li>• endlich ausgedehnte Systeme, ohne Reflektor</li> <li>• endlich ausgedehnte Systeme, mit Reflektor</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen den Einfluss von Spaltprodukten auf das neutronphysikalische Geschehen, den Brennstoffabbrand und den Aufbau höherer Isotope</li> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Wichtigkeit von verzögerten Neutronen</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage einen Reaktor neutronphysikalisch mit 6 Neutrongruppen zu berechnen</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage den Einfluss der Reaktivität, die Reaktordynamik und das Neutronenspektrum zu berechnen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heterogenitätseffekte</li> <li>• Vorgehensweise bei Zellrechnungen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Aspekte der Brennstoffversorgung und Entsorgung</li> <li>• Uranverbrauch, Spaltstoffinventar</li> <li>• Zwischenlager</li> <li>• Uranvorräte, Reichweite</li> <li>• Brutprozess, Brutgewinn, Verdopplungszeit</li> <li>• Proliferation</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivitätsfragen</li> <li>• Reaktivitätswert von Stäben</li> <li>• Abbrennbare Gifte</li> <li>• Borierung des Kühlmittels</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutronen- und Gammaflussverteilung</li> <li>• Abschirmungsfragen , Gammaheating</li> <li>• Wechselwirkungen von Neutronen mit Materie</li> <li>• Aktivierung</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktortechnik I</li> </ul>  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Reaktortechnik III [MSALLGMB-1153.a]  |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Reaktortechnik III [MSALLGMB-1153.b]  |                                | 0         | 1          |
| Übung Reaktortechnik III [MSALLGMB-1153.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Referenzmodelle der Leittechnik [MSALLGMB-1155]**

| <b>MODUL TITEL: Referenzmodelle der Leittechnik</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 3                   | 3   | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                                |                     |                |
| 1<br>• Einführung, Strukturgesetze<br><br>2<br>• Metamodelle als Sprachbasis<br><br>3<br>• Das Führungsmodell<br><br>4<br>• Rezeptsysteme, Ausführungsvorschriften<br><br>5<br>• Anlagenlogistik, Produktionsplanung<br><br>6<br>• Produkt- und Objektidentifikation und Verfolgung, Life-Cycle-Modelle<br><br>7<br>• Integration der operativen Leittechnik in das Unternehmensmodell (IEC 62264)<br><br>8<br>• Plant Asset Management<br><br>9<br>• Performance Monitoring<br><br>10<br>• Automatisierung der Automatisierung<br><br>11<br>• Servicearchitekturen, Agentensysteme,<br><br>12<br>• Realisierungsstrukturen, Funktionale Integrität, |              |                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben eine Übersicht über die Aufgaben und Funktionen der Prozess-, der Betriebs- und der Produktionsleitebene.</li> <li>• Sie wissen wie man mit modellgetriebenen Ansätzen umgeht.</li> <li>• Sie kennen die grundlegenden Referenzmodelle der Leittechnik. Sie sind insbesondere vertraut mit dem Systemaufbaumodell, dem Führungsmodell, dem Betriebsmittel- und Maßnahmenmodell, dem Melde- und Alarmmodell, dem Diagnosemodell und dem Life-Cycle-Modell.</li> <li>• Sie sind mit den durch Normierung oder defakto-Standards festgelegten Infrastrukturmodellen vertraut.</li> <li>• Sie wissen wie man formale Modellierungstechniken der Informatik auf diese Problemstellungen anwendet.</li> <li>• Sie haben eine Vorstellung von den Potenzialen innovativer Ansätze für die Prozessleittechnik (wie z.B. P2P-Systeme, Agentensysteme, Selbstorganisation, Komponentenarchitekturen).</li> <li>• Sie sind in der Lage Lösungen für konkrete Aufgabenstellungen mit Hilfe dieser Modellansätze zu formulieren.</li> <li>• Sie wissen wie man diese Lösungen im betrieblichen Umfeld realisiert.</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>   |                                |                     |                |
|  |              |                     | Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung.  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Referenzmodelle der Leittechnik [MSALLGMB-1155.a]  |              |                     |   |                                | 3                   | 0              |
| Vorlesung/Übung Referenzmodelle der Leittechnik [MSALLGMB-1155.bc]   |              |                     |   |                                | 0                   | 3              |

**Modul: Regelungstechnisches Labor [MSALLGMB-1156]**

| <b>MODUL TITEL: Regelungstechnisches Labor</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 3                   | 2  | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| 1<br>• Einführung in Matlab<br><br>2<br>• Einführung in Matlab/Simulink<br><br>3<br>• Drehzahlregelung eines Systems aus Gleichstrommotor und Generator mit variabler Last<br><br>4<br>• Systemtechnische Analyse und Simulation eines gekoppelten Dreitanksystems<br><br>5<br>• Regelungsentwurf für das Dreitanksystem, Simulation und Implementierung<br><br>6<br>• Auslegung eines Kompaktreglers durch Systemidentifikation und Einsatz von Einstellregeln an einer Heizen-Kühlen-Strecke<br><br>7<br>• Simulation und Reglerentwurf zur Stabilisierung eines inversen Pendels in seiner instabilen Gleichgewichtslage |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden vertiefen aus Grundlagenvorlesungen bekannte regelungstechnische Verfahren durch Anwendung auf reale Prozesse.<br><br>• Sie arbeiten sich dabei in die Anwendung von Softwarewerkzeugen ein, um mit deren Hilfe selbständig Prozesse systemtechnisch zu analysieren, Regelungen zu entwerfen, Systeme zu simulieren und entworfene Regelungen an den realen Prozessen zu implementieren.<br><br>• Die Studierenden erhalten einen vertieften Einblick in die Inbetriebnahme, Konfigurierung und Parametrierung von Geräten, welche zur Regelung realer Prozesse in der Praxis verwendet werden.<br><br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Studierenden erarbeiten ausgehend von der Aufgabenstellung die Problemlösung gemeinschaftlich, zum Teil auch in Kleingruppen.<br><br>• Gewonnene Teilergebnisse stellen die Studierenden der Gruppe vor und stellen diese zur Diskussion. |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
| Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module)<br>• Regelungstechnik   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>  |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Regelungstechnisches Labor [MSALLGMB-1156.a]  |              |                     |  |                                | 3                   | 0              |
| Labor Regelungstechnisches Labor [MSALLGMB-1156.d]  |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |

**Modul: Schwingungsdynamik in der Schienenfahrzeugtechnik [MSALLGMB-1157]**

| <b>MODUL TITEL: Schwingungsdynamik in der Schienenfahrzeugtechnik</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Definition Statik / Dynamik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Beschreibung von Schwingungen</li> <li>• Modellbildung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilungskriterien von Schwingungen</li> <li>• Bewertungsmaßstäbe</li> <li>• Komfort</li> <li>• Sicherheit</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilungskriterien von Schwingungen</li> <li>• Wertzifferverfahren</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilungskriterien von Schwingungen</li> <li>• N-Verfahren (ISO 2631)</li> <li>• K-Wert (VDI 2057)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertikaldynamik</li> <li>• Einmassenschwinger</li> <li>• Eigenfrequenz</li> <li>• Dämpfungsmass</li> <li>• Logarithmische dekrement</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertikaldynamik</li> <li>• Einmassenschwinger</li> <li>• Ortskurvendarstellung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertikaldynamik</li> <li>• Erzwungene Schwingungen</li> <li>• Übertragungsfunktion</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertikaldynamik</li> <li>• Zweimassenschwinger</li> <li>• Übertragungsfunktion</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturschwingungen</li> <li>• Eigenmodes</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturschwingungen</li> <li>• Modalanalyse</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Student ist in der Lage, Schwingungen analytisch zu beschreiben.</li> <li>• Der Student kann Fahrzeugschwingungen gemäss gebräuchlicher Kriterien bewerten und dabei begründen, welche Kriterien er gewählt hat.</li> <li>• Der Student kann, bei bekannten Fahrzeugdaten, aus den Gleislagedaten die Wagenkastenschwingungen des Fahrzeugs abschätzen.</li> <li>• Mittels der Strukturanalyse ist der Student in der Lage an einem Wagenkasten die bezüglich der Schwingungen kritischen Stellen zu identifizieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen   |                         | Benotung                  |     |  |
|---|-------------------------|---------------------------|-----|--|
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik</li> <li>• Höhere Mathematik</li> </ul> |                         | Eine schriftliche Prüfung |     |  |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |                         |                           |     |  |
| Titel   | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                        | SWS |  |
| Prüfung Schwingungsdynamik in der Schienenfahrzeugtechnik [MSALLGMB-1157.a]   |                         | 6                         | 0   |  |
| Vorlesung Schwingungsdynamik in der Schienenfahrzeugtechnik [MSALLGMB-1157.b]   |                         | 0                         | 2   |  |
| Übung Schwingungsdynamik in der Schienenfahrzeugtechnik [MSALLGMB-1157.c]   |                         | 0                         | 2   |  |

**Modul: Stetigförderer [MSALLGMB-1159]**

| <b>MODUL TITEL: Stetigförderer</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                                |                     |                |
| 1-2<br>• Überblick, Abgrenzung der Stetigförderer<br><br>3-4<br>• Grundformeln<br><br>5-6<br>• Schüttgut<br><br>7-8<br>• Bandförderer I<br><br>9-10<br>• Bandförderer II<br><br>11-12<br>• Schneckenförderer<br><br>13-14<br>• Schwingförderer |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden sind in der Lage, selbständig Stetigförderer und ihre Bestandteile innerhalb von technischen Systemen zu erkennen und zu analysieren. Weiterhin beherrschen sie die grundlegenden Prinzipien zur Auslegung und Konstruktion von Stetigförderern und ihrer Baugruppen wie beispielsweise Band-, Schnecken- und Schwingförderer.<br>• Sie können Schüttgüter klassifizieren und Stoffströme berechnen.<br><br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• keine |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>   |                                |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br>• Maschinenelemente<br>• Mechanik<br>• Höhere Mathematik<br>• Unstetigförderer   |              |                     | Eine schriftliche Prüfung   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Stetigförderer [MSALLGMB-1159.a]   |              |                     |   |                                | 6                   | 0              |
| Vorlesung Stetigförderer [MSALLGMB-1159.b]   |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |
| Übung Stetigförderer [MSALLGMB-1159.c]   |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |

**Modul: Strömungsmaschinen [MSALLGMB-1160]**

| <b>MODUL TITEL: Strömungsmaschinen</b> |              |                     |                  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>              |              |                     |                  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                    | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>       | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                      | 1            | 5                   | 3                | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>             |              |                     |                  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                          |              |                     | <b>Lernziele</b> |                   |                     |                |

|   |   |
|---|---|
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arten, Typen und Anwendungsgebiete von Strömungsmaschinen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zweidimensionale Strömung in Turbomaschinen</li> <li>• Betrachtung zur reibungsfreien Gitterströmung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Größen zur Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie</li> <li>• Profilsystematik</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gitterauslegung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren für einen ersten Entwurf</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegungsaspekte</li> <li>• Festigkeitsfragen</li> <li>• Thermische Auslegung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrachtung zur reibungsbehafteten Gitterströmung</li> <li>• Transsonische Gitterströmung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenwirken von Gittern und Stufen</li> <li>• Strömungsverluste</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dreidimensional Strömung in Turbomaschinen</li> <li>• Charakteristisches Strömungsbild</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sekundärströmungsphänomene</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-D Schaufelgitterinteraktion</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechenmodelle zur Erfassung dreidimensionaler Verluste</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsverhalten von Verdichtern und Turbinen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsgrenzen</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebseinflüsse</li> <li>• Regelung von Verdichtern und Turbinen</li> <li>• An- und Abfahren, Laständerungen</li> </ul> | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Strömungsvorgänge in Turbomaschinen erklären und beurteilen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Profilformen für die verschiedenen Aufgabenstellungen auszulegen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, aufgrund vorgegebener Randbedingungen das Betriebsverhalten zu analysieren und die Betriebsgrenzen von Turbomaschinen zu erkennen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Verlustentstehungsmechanismen und -formen in Turbomaschinen bzw. in Schaufelgittern.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren</li> <li>• Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.</li> </ul> |
| <p><b>Voraussetzungen</b></p>   | <p><b>Benotung</b></p>  |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Strömungsmechanik I</li> <li>• Grundlagen der Turbomaschinen</li> </ul>   | <p>Eine schriftliche Prüfung</p>  |

| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                    |           |            |
|--|------------------------------------|-----------|------------|
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer<br/>(Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Strömungsmaschinen [MSALLGMB-1160.a]                   |                                    | 5         | 0          |
| Vorlesung Strömungsmaschinen [MSALLGMB-1160.b]                 |                                    | 0         | 2          |
| Übung Strömungsmaschinen [MSALLGMB-1160.c]                     |                                    | 0         | 1          |

**Modul: Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt [MSALLGMB-1162]**

| <b>MODUL TITEL: Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieprinzipien in der Strukturmechanik</li> <li>• Verformung elastischer Systeme</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verformung elastischer Systeme</li> <li>• Behandlung statisch unbestimmter Strukturen - Das Kraftgrößenverfahren</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statisch unbestimmte Schubfeldträger</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flügel als mehrzelliger Hohlquerschnitt</li> <li>• Flügel als Kastenträger</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krafteinleitungen und Kraftüberleitungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Behandlung statisch unbestimmter Strukturen - Die Deformationsmethode</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen</li> <li>• Einführung an einfachen Beispielen - Das Verzweigungsproblem</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen</li> <li>• Einführung an einfachen Beispielen - Das Durchschlagproblem</li> <li>• Das Stabknicken</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen</li> <li>• Einfluß der Plastizität beim Stabknicken</li> <li>• Das Ritzsche Verfahren zur Lösung von Stabilitätsproblemen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen</li> <li>• Der Balken auf elastischer Bettung</li> <li>• Das Biegedrillknicken</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen</li> <li>• Ebene Flächentragwerke unter Axialdruck und Schub</li> <li>• Kombinierte Beanspruchung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen die wesentlichen Methoden, um Strukturen im Luft- und Raumfahrzeugbau entwerfen zu können.</li> <li>• Sie sind in der Lage, statisch unbestimmte Strukturen zu analysieren und ingenieurmäßig zu bemessen.</li> <li>• Sie kennen die wesentlichen Stabilitätsprobleme bei dünnwandigen Tragwerken und sind in der Lage, die Strukturen so zu entwerfen, dass kein Stabilitätsversagen auftreten wird.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. Es wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Lösungsansätze vorzustellen.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen</li> <li>• Das Diagonalzugfeld</li> <li>• Die versteifte Platte</li> <li>• Die unversteifte Zylinderschale unter Axialdruck, Außen-<br/>druck und Torsion</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen</li> <li>• Die orthotrop versteifte Zylinderschale unter Axialdruck</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Sandwichbauweise</li> <li>• Versagensformen</li> <li>• Kernwerkstoffe</li> <li>• Stabilitätsverhalten</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leichtbau</li> <li>• Mechanik I,II</li> <li>• Werkstoffkunde</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt [MSALLGMB-1162.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt [MSALLGMB-1162.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt [MSALLGMB-1162.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen [MSALLGMB-1164]**

| <b>MODUL TITEL: Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 5                   | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugbauweisen</li> <li>• Einteilung in unterschiedliche Fahrzeugklassen</li> <li>• Definition unterschiedlicher Aufbauarten</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plattformen, Module und Package</li> <li>• Erläuterung der Plattformstrategie</li> <li>• Definition von Modulbauweisen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerodynamik und Design</li> <li>• Einflüsse auf verschiedene Fahrzeugaspekte</li> <li>• Gestaltung des Fahrzeuginnenraums</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktursteifigkeiten und Verbindungsmöglichkeiten</li> <li>• Belastungen der Karosserie im Fahrbetrieb</li> <li>• Erläuterung unterschiedlicher Fügeverfahren</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leichtbaumaßnahmen</li> <li>• Leichtbauwerkstoffe</li> <li>• Konstruktiver Leichtbau und dessen Grenzen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktive Gestaltung von Fahrzeug-Karosserien</li> <li>• Definition unterschiedlicher Strukturelemente</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsfestigkeit</li> <li>• Erläuterung der Ermüdungsfestigkeit</li> <li>• Bauteilbeanspruchung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktions- und Dauererprobung</li> <li>• Untersuchung eines Betriebsfestigkeitsnachweises</li> <li>• Beschreibung unterschiedlicher Prüfanlagen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FEM-Analyse und Crashberechnung</li> <li>• FEM bei der Strukturanalyse</li> <li>• Computergestützte Optimierung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passive Sicherheit, Energieabsorption und Deformation</li> <li>• Grundlagen der passiven Sicherheit</li> <li>• Energieabsorption unterschiedlicher Strukturbauteile und Kompatibilität</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen unterschiedliche Aspekte, die mit der konstruktiven Gestaltung und den Anforderungen an Karosseriestrukturen einhergehen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die verschiedenen Anforderungen an unterschiedlichste Fahrzeugtypen.</li> <li>• Die Studierenden kennen und wissen die Einsatzmöglichkeiten verschiedener Prüfstände und Versuchstechniken für Strukturuntersuchungen.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Fügeverfahren und die zugehörigen Einsatzbedingungen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Einsatzmöglichkeiten von Dauerproben und können die daraus resultierenden Ergebnisse interpretieren.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Einsatzmöglichkeiten von computergestützter Auslegung von Bauteilen und wissen unterschiedliche Aspekte der Komponentenoptimierung mittels Simulation.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren und geeignete Lösungen entsprechend den gegebenen Randbedingungen zu formulieren.</li> <li>• Während der Übungseinheiten wird zwischen den Übungsleitern und den Studierenden ein Dialog geführt, währenddessen eine Lösungsfindung durchgeführt wird.</li> <li>• Zur Lösungsfindung gegebener Problemstellungen werden in Kleingruppen entsprechende Ansätze erarbeitet.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| 11<br>• Frontalcrash und Seitencrash<br>• Europäische und amerikanische Crashkonfigurationen<br><br>12<br>• sonst. Crashkonfigurationen<br>• weitere Crashnormen<br>• Erläuterung der Versuchstechnik |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
|   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen [MSALLGMB-1164.a]   |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen [MSALLGMB-1164.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen [MSALLGMB-1164.c]   |                                | 0         | 1          |

## Modul: Textiltechnik II [MSALLGMB-1167]

| MODUL TITEL: Textiltechnik II   |       |              |   |                   |              |         |
|---|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 6            | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte der Textilherstellung:</li> <li>• Altertum, Mittelalter, Produktionsverfahren, Handel</li> <li>• Industrialisierung, Produktionstechnik, soziale Entwicklung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesslinien in der Spinnerei:</li> <li>• Kurzstapelverfahren</li> <li>• Langstapelverfahren</li> <li>• Streichgarnverfahren und sonstige Prozesse</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baumwollernte und -entkörnung:</li> <li>• Ernte, Entkörnung</li> <li>• Yield, Ballenpresse, Trends</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Öffnen, Reinigen, Mischen:</li> <li>• Prinzipien, Technologien</li> <li>• Maschinen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karde 1:</li> <li>• Garnituren, Flockenspeiser, Vorreißer</li> <li>• Tambour, Abnehmer, Bandbildung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karde 2:</li> <li>• Regel- und Steuersysteme, Antriebskonzepte</li> <li>• Absaugung, Trends</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strecke:</li> <li>• Einlauf, Streckwerk, Vorverzug</li> <li>• Regulierung, Bandablage, Antriebe</li> <li>• Hähkchentheorie, Mischstrecken, integrierte Strecken, Trends</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kämmmaschine:</li> <li>• Kämmergeivorbereitung</li> <li>• Kämmmaschinen, Linien</li> <li>• Trends</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flyer:</li> <li>• Aufbau und Funktion, Streckwerk, Flügel</li> <li>• Aufwicklung, Doffen</li> <li>• Antriebe, Automatisierung, Trends</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können alle relevanten Verfahren und Maschinen der Spinnereivorbereitung und der Spinnerei erklären, gegenüber stellen, bewerten und kritisch vergleichen.</li> <li>• Die Studierenden besitzen umfassende Kenntnisse über die den einzelnen Prozessen zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, darauf aufbauend neue Spinnverfahren zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>• Die Studierenden können unterschiedliche Maschinenkonzepte bewerten und kritisch vergleichen.</li> <li>• Die Studierenden sind mit den heute üblichen Antriebs- und Steuerungs- bzw. Regelungskonzepten der entsprechenden Textilmaschinen vertraut, sie können sie erklären und beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden haben alle am ITA vorhandenen und in den Übungen behandelten Spinnereivorbereitungsmaschinen und Spinnmaschinen bedient und sind so mit den wichtigsten Einstellungskriterien vertraut.</li> <li>• Die Studierenden können zu allen relevanten Maschinen Berechnungen zur Produktivität und Auslegung durchführen.</li> </ul> <p>Die Lernziele werden erreicht durch die Vorstellung der beschriebenen Vorlesungsinhalte in den Vorlesungen sowie durch Rechenübungen und Vorfürhungen der relevanten Maschinen.</p> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die praktischen Übungen an den Maschinen lernen die Studierenden, im Team Problemstellungen selbständig und unter Anleitung zu lösen.</li> </ul> |                   |              |         |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ringspinnen:</li> <li>• Prinzip, Streckwerk, Ring-Läufer-Systeme, Maschinen</li> <li>• Theoretische Grundlagen, Trends</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompaktspinnen:</li> <li>• Prinzip, Streckwerke, Trends</li> <li>• Direktspinnen:</li> <li>• Prinzip, Streckwerk, Maschinen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spulen:</li> <li>• Begriffe, Wicklungsarten, Changierverfahren</li> <li>• Qualitätssicherung, Spulenformen, Spulmaschinen, Trends</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OE-Rotorspinnen:</li> <li>• Prinzip, Aggregate, Maschinen</li> <li>• Theoretische Betrachtungen, Falschdraht, Trends</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luftspinnen:</li> <li>• Prinzipien, Maschinen</li> <li>• Trends</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonstige Spinnverfahren:</li> <li>• Überblick über nicht-konventionelle Spinnverfahren,</li> <li>• z.B. Topfspinnen, Self-Twist, Adhäsionsverfahren, Bobtex</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Textiltechnik I</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Textiltechnik II [MSALLGMB-1167.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Textiltechnik II [MSALLGMB-1167.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Textiltechnik II [MSALLGMB-1167.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Thermische Trennverfahren [MSALLGMB-1169]**

| <b>MODUL TITEL: Thermische Trennverfahren</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 3   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Überblick zu den thermischen Trennverfahren</li> <li>• Diskontinuierliche Destillation</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierliche einstufige Destillation</li> <li>• Idee des Gegenstroms, Kaskadenschaltung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Darstellung Thermischer Trennverfahren</li> <li>• Modellierung einer Verstärkungskolonne basierend auf der allgemeinen Darstellung thermischer Trennverfahren</li> <li>• Auslegung der Verstärkungskolonne nach dem McCabe-Thiele-Verfahren</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahl des optimalen Rücklaufverhältnisses</li> <li>• Auslegung von Destillationskolonnen nach dem McCabe-Thiele-Verfahren</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion des Abtriebsteils</li> <li>• Konstruktion des Zulaufs</li> <li>• Short-Cut-Verfahren nach Fenske, Underwood und Gilliland</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauformen von Bodenkolonnen</li> <li>• Bauformen von Füllkörper -und Packungskolonnen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirksamkeit von Einbauten</li> <li>• Belastungsgrenzen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Überblick zur Extraktion</li> <li>• Einstufige und Kreuzstrom-Extraktion im Dreiecks und im Beladungsdiagramm</li> <li>• Analytische Beschreibung der einstufigen und der Kreuzstrom-Extraktion</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstromextraktion im Dreiecksdiagramm, Polstrahlverfahren</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimale Lösungsmittelmenge bei der Gegenstromextraktion</li> <li>• Anforderungen an Extraktionsmittel</li> <li>• Bauformen von Extraktionskolonnen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die verschiedenen zur Verfügung stehenden thermischen Trennverfahren einordnen und vergleichen.</li> <li>• Die Studierenden können für eine Trennaufgabe das am besten geeignete thermische Trennverfahren auswählen.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig Trennapparate detailliert zu modellieren.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig den apparativen Aufwand von Trennkolonnen mit Short-Cut-Verfahren abzuschätzen.</li> <li>• Die Studierenden kennen praktische Ausführungen von Kolonnen.</li> <li>• Die Studierenden kennen den Einfluss von Betriebsparametern auf das Trennverhalten der Kolonnen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösung von Übungsaufgaben in Teamarbeit</li> <li>• PC-basierte Gruppenübung</li> <li>• Laborübung</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Überblick zur Absorption</li> <li>• Anforderungen an das Lösungsmittel</li> <li>• HTU-NTU-Verfahren</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ponchon-Savarit-Verfahren, Verallgemeinerung des McCabe-Thiele Verfahrens</li> <li>• Darstellung der Destillation im Energie-Zusammensetzungsdiagramm</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrstoffdestillation</li> <li>• Kristallisation</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaillierter Überblick zu den Verfahren Adsorption, Chromatografie und Trennung von Flüssig-Flüssig-Dispersionen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik der Gemische</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Thermische Trennverfahren [MSALLGMB-1169.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Thermische Trennverfahren [MSALLGMB-1169.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Thermische Trennverfahren [MSALLGMB-1169.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Unkonventionelle Fahrzeugantriebe [MSALLGMB-1170]**

| <b>MODUL TITEL: Unkonventionelle Fahrzeugantriebe</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 5                   | 3  | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition und Motivation unkonventioneller Fahrzeugantriebe - Energieträger und -eigenschaften</li> <li>• Energiewandlungsprozesse und Umsetzung</li> <li>• Thermodynamische Energiewandlung</li> <li>• Elektrochemische Energiewandlung (Brennstoffzelle)</li> <li>• Strukturen alternativer Antriebskonzepte (Morphologie)</li> <li>• Fahrzeugparameter - Speicherung alternativer Energieträger</li> <li>• Energiewandler - Momentenwandler</li> </ul> |              |                     | <p>Die Studierenden kennen die wichtigsten alternativen Brennverfahren von Verbrennungsmotoren wie auch die möglichen Ersatzkraftstoffe (z.B. Wasserstoff, Alkohole, Erdgas, usw.) und deren Eigenschaften. Sie sind in der Lage, die wichtigsten Alternativen zum Verbrennungsmotor aufzuzeigen und anhand der Beurteilungskriterien für Fahrzeugantriebe darzulegen, und ihre Möglichkeiten für einen Serieneinsatz zu bewerten. Die Studierenden kennen die wichtigsten regenerativen Antriebe als auch unkonventionelle Antriebskonzepte sowie deren Energiespeichersysteme. Sie sind fähig, die Möglichkeiten für Regelstrategien abzuleiten.</p> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
| keine   |              |                     | Eine schriftliche Prüfung  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>  |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Unkonventionelle Fahrzeugantriebe [MSALLGMB-1170.a]   |              |                     |  |                                | 5                   | 0              |
| Vorlesung Unkonventionelle Fahrzeugantriebe [MSALLGMB-1170.b]   |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |
| Übung Unkonventionelle Fahrzeugantriebe [MSALLGMB-1170.c]   |              |                     |  |                                | 0                   | 1              |

**Modul: Unternehmensführung und Wandel [MSALLGMB-1172]**

| <b>MODUL TITEL: Unternehmensführung und Wandel</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Management Konzepte I</li> <li>• Wettbewerbsstrategien, Potenzialtheorie, St. Galler Managementmodell und -konzept</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Management Konzepte II</li> <li>• Wettbewerbsstrategien, Potenzialtheorie, St. Galler Managementmodell und -konzept</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Management Konzepte III</li> <li>• Strategie Audit</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Production Systems I</li> <li>• Scientific Management, Taylorismus, Toyotismus, Lean Management</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Production Systems I</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operational Excellence Programme</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Change Management</li> <li>• Business Process Reengineering, MOTION, etc.</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessmanagement I</li> <li>• PROPLAN-Workshop</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessmanagement II</li> <li>• Lean-Workshop in der Lernfabrik</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessmanagement III</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planungs- und Führungsprozess I</li> <li>• Case Study Gallus</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planungs- und Führungsprozess II</li> <li>• Case Study Gallus</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsorganisations- und Entlohnungskonzepte I</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Unternehmensstrategien entwickeln (Innovations-/Technologie- und Produktionsstrategien)</li> <li>• Sie verstehen Change Management als partizipativen Down-Up Prozess</li> <li>• Sie verstehen verschiedenen Management Konzepte und können sie nutzen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamarbeit in der Lernfabrik</li> <li>• Bearbeitung von Case-Studies</li> <li>• Methoden Workshops</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| 14<br>• Betriebsorganisations- und Entlohnungskonzepte II                              |                                |           |            |
| 15<br>• Aufgaben und Verantwortung von Vorständen, Geschäftsführern und Aufsichtsräten |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
|  | Eine schriftliche Prüfung.     |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>                         |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Unternehmensführung und Wandel [MSALLGMB-1172.a]                               |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Unternehmensführung und Wandel [MSALLGMB-1172.b]                             |                                | 0         | 2          |
| Übung Unternehmensführung und Wandel [MSALLGMB-1172.c]                                 |                                | 0         | 2          |

## Modul: Medizintechnik II [MSALLGMB-1202]

| MODUL TITEL: Medizintechnik II  |       |              |   |                   |              |         |
|---|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 6            | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung</li> <li>Überblick zur Instrumenten- und Gerätetechnik</li> <li>Überblick Krankenhaustechnik</li> <li>Stellenwert, Entwicklungen und Trends</li> </ul> <p>2-4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medizinische Bildgebung (II)</li> <li>Überblick und Gegenüberstellung der wichtigsten medizinischen Bildgebungsverfahren (Röntgen, Computertomographie, MR-Tomographie, PET, SPECT, Ultraschall, Endoskopie, Mikroskopie, OCT, &amp;#8230;; Eigenschaften, Anwendungsgebiete und Grenzen)</li> <li>Aufbau, Bauformen und zugrundeliegenden Verfahren der Bilderfassung bzw. -rekonstruktion</li> </ul> <p>5-6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Biosignalerfassung, Funktionsdiagnostik und Monitoring</li> <li>Übersicht zu den wichtigsten Verfahren zur Erfassung von Biosignalen und anderer Vitalparameter</li> <li>Gerätesysteme für Funktionsdiagnostik und Monitoring (Wirkprinzipien, Eigenschaften, Anwendungsbereiche)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Krankenhaus- und OP-Technik</li> <li>Infrastruktur, Komponenten und Gerätesysteme</li> <li>Informationsflüsse und -verarbeitung, Arbeitsabläufe</li> <li>Übersicht zu Normen und Richtlinien</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anästhesie und Intensivpflege</li> <li>Überblick Narkose, Beatmung, Notfallmedizin</li> <li>Gerätetechnik (Wirkprinzipien, Eigenschaften, Anwendungsbereiche)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laser in der Medizin</li> <li>Medizinische Lasersysteme (Aufbau, Medien, Eigenschaften)</li> <li>Biophysikalische Wirkung und Anwendungen</li> <li>Gerätesysteme und Applikatoren</li> <li>Sicherheitstechnische Aspekte und Normen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hochfrequenzchirurgie</li> <li>Überblick und Entwicklung</li> <li>Physikalische und technische Grundlagen</li> <li>Monopolare und bipolare Technik</li> <li>Sicherheitstechnische Aspekte und Normen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chirurgische Instrumenten- und Gerätetechnik</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen und verstehen Aufbau, Theorie und Wirkungsweise wichtiger diagnostischer und therapeutischer Instrumente, Geräte und Systeme und deren Eigenschaften, Stellenwert und Anwendungsbereiche und können diese in Grundzügen erläutern</li> <li>Sie können die wesentlichen Komponenten der Krankenhaus- und OP-Technik benennen und erklären und kennen die Bedeutung grundlegender Prozesse, Informationsflüsse und Arbeitsabläufe und können einzelne Komponenten einordnen</li> <li>Sie kennen die wichtigsten Normen und Sicherheitsanforderungen für die jeweiligen Komponenten und Systeme bzw. können die jeweils aktuellen Bestimmungen ermitteln und anwenden</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage selbständig ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren.</li> <li>In den Übungen erfolgt die Arbeit teilweise in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)</li> </ul> |                   |              |         |

|   |   |           |            |
|---|---|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chirurgische Motorensysteme und Instrumente</li> <li>• Systeme und Komponenten für die endoskopische Chirurgie</li> <li>• Überblick dentaltechnische Instrumente</li> <li>• Überblick zur computerunterstützten Chirurgie</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlentherapie</li> <li>• Physikalische und technische Grundlagen</li> <li>• Biophysikalische Wirkung und Anwendungen</li> <li>• Systeme und Komponenten</li> <li>• Sicherheitstechnische Aspekte</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Therapeutische Anwendung von Ultraschall, Stoßwellentherapie</li> <li>• Physikalische und technische Grundlagen</li> <li>• Biophysikalische Wirkung und Anwendungen</li> <li>• Systeme und Bauweisen</li> <li>• Sicherheit</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rehabilitationstechnik</li> <li>• Funktionelle Analyse</li> <li>• Funktionelle Stimulation</li> <li>• Künstliche Gliedmaßen</li> <li>• Rollstuhltechnik</li> <li>• Kommunikationshilfen</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repetitorium</li> </ul> |   |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>   |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizintechnik I</li> <li>• Einführung in die Medizin (Baumann)</li> <li>• Physik, Mathematik</li> <li>• Grundvorlesungen Maschinenbau</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine schriftliche Prüfung / mündliche Prüfung (nach Vereinbarung und Teilnehmerzahl)</li> <li>• Ein Referat</li> <li>• Teilnahmenachweise für Übungen</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |   |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>  | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Medizintechnik II [MSALLGMB-1202.a]   |   | 6         | 0          |
| Vorlesung/Übung Medizintechnik II [MSALLGMB-1202.bc]  |   | 0         | 4          |

## Modul: Einführung in die Medizin I [MSALLGMB-1203]

| MODUL TITEL: Einführung in die Medizin I  |       |              |  |                   |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 3            | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zelle und Zellmembran:</b> Aufbau und Bestandteile von Zellen und Zellmembranen. Transportprozesse und deren Parameter. Definition und Berechnung des Membranpotentials.</li> <li>• <b>Neurophysiologie:</b> Funktionelle Bestandteile von Neuronen. Definition eines Aktionspotentials (AP) und Charakteristiken von APs. Charakteristika der axonalen Informationsweitergabe und -codierung. Arbeitsweise von Synapsen. Neuronale Verschaltungen.</li> <li>• <b>Anatomie:</b> Bezugssystem 'Mensch'. Knochentypen sowie Arten und Charakteristika von Gelenkformen, Gelenkhilfsstrukturen.</li> <li>• <b>Muskel:</b> Arten von Muskeln. Makro- und mikroskopischer Aufbau eines Skelettmuskels. Elektromechanische Koppelung. Kraft-Längen-Diagramm des Skelettmuskels. Vergleich mit anderen Muskeltypen.</li> <li>• <b>Blutkreislauf:</b> Parameter des Kreislaufs und der Blutgefäße. Verteilung des Blutflusses und der Blutvolumina. Blutdrücke und Grundlagen der Blutflussmechanik.</li> <li>• <b>Herz:</b> Lage und Aufbau des Herzens: Querschnitt, Vorhöfe, Kammern, Ventile, Einbindung in Kreislauf. Arbeitsdiagramm: Drücke, Volumina, Klappenzustände. Besonderheiten des Herzmuskels. Schrittmacherzentren.</li> <li>• <b>Blut:</b> Blutzellen und deren grundsätzlicher Aufbau und Funktionen. Blutwerte. Blutgruppensysteme. Blutstillung und Blutgerinnung.</li> <li>• <b>Atmung, Säure-Basen-Haushalt:</b> Aufbau und Aufgaben der Lunge. Atemgasdiffusion. Lungenfunktionmessung.</li> <li>• <b>Wasserhaushalt, Niere:</b> Aufbau und Aufgaben der Nieren. Konzentrationsmechanismus. Bestimmung der Nierenfunktion.</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Zellbestandteile. Sie können deren Funktionen aufzählen und deren Bedeutung bei der Informationsweiterleitung und dem Organaufbau herausstellen.</li> <li>• Die Studierenden können einfache anatomische Strukturen, Orientierungen und Bewegungsmuster benennen und Gelenke systematisch einordnen. Sie können die Schritte der elektromechanischen Koppelung aufzählen sowie den besonderen Aufbau der Muskelzelle mit einer prototypischen Zelle vergleichen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Kreislaufanatomie und -physiologie und können deren Bestandteile aufzählen. Sie identifizieren die Herzaktionen und deren Charakteristika. Sie können die Unterschiede zwischen Herzmuskulatur und anderen Muskeltypen herausstellen.</li> <li>• Die Studierenden können die Aufgaben von Blut und Blutkreislauf schildern und die Blutzusammensetzung aufschreiben. Sie können Blutgruppensysteme vergleichend nebeneinanderstellen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Anatomie und Physiologie der Lunge. Sie können wesentliche Organe aus Thoraxschnittbildern identifizieren. Sie können verschiedene Pathologien der Lunge gegenüberstellen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die makro- und mikroskopische Anatomie der Nieren und deren Funktion. Sie können den Einfluss mehrerer Hormone auf den Salz-Wasser-Haushalt des Menschen zusammenfassen.</li> <li>• Die Studierenden erlernen Basistechniken in physiologischen Labors und können diese anwenden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können wesentliche Bestandteile der ärztlichen Fachsprache verstehen.</li> <li>• Die Studierenden kennen wesentliche Motive ärztlichen Denkens und Handelns und sind dadurch in der Lage, gemeinsame Projekt zu konzipieren und erfolgreich zu bearbeiten.</li> <li>• Die Studierenden können überschaubare Laborprojekte gemeinsam vorbereiten, arbeitsteilig bearbeiten und den Ansprüchen wissenschaftlicher Kommunikation entsprechend schriftlich zusammenfassen.</li> <li>• Fachliche und nebenfachliche Qualifikationen werden erworben und verfestigt über Vorträge, gruppenaktivierende Prozesse, Lernkontrollmechanismen, ggf. in Praktika/Übungen/Workshops verdichtet. Dem Stanford Faculty Development Program angelehnt erfolgt dies u.a. über die Wege der Schaffung eines geeigneten Lernklimas („Learning Climate“), der Steuerung der Lerneinheiten („Control of Session“), der adäquaten Zielkommunikation („Communication of Goals“), der Förderung von Verstehen und Behalten („Promotion of Understanding &amp; Retention“), der Evaluation, des Feedback und der Förderung des selbstbestimmten Lernens („Promotion of Self-Directed Learning“). Zusätzlich bietet der Lehrstuhl regelmäßige Führungen für interessierte Studierende an.</li> </ul> |                   |              |         |

| Voraussetzungen   |  | Benotung  |    |     |
|---|--|---|----|-----|
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung (über die Vorlesung)</li> <li>• Ein Teilnahmenachweis (für das Praktikum)</li> </ul> |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN     |  |   |    |     |
| Titel   |  | Prüfungsdauer (Minuten)   | CP | SWS |
| Prüfung Einführung in die Medizin I [MSALLGMB-1203.a]   |  |   | 3  | 0   |
| Vorlesung Einführung in die Medizin I [MSALLGMB-1203.b] |  |   | 0  | 2   |
| Übung Einführung in die Medizin I [MSALLGMB-1203.c]     |  |   | 0  | 1   |

## Modul: Künstliche Organe I [MSALLGMB-1205]

| MODUL TITEL: Künstliche Organe I  |       |              |  |                   |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 3            | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung, Zelle</li> <li>• Einführung in Aufbau und Funktion der Zelle</li> <li>• Energiebereitstellung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stofftransport im zellulären Bereich</li> <li>• Stofftransportmechanismen</li> <li>• Stoffübergangsberechnungen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Muskelzelle</li> <li>• Erregung und Kontraktion der Muskelzelle</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenblatt von Herz und Kreislauf</li> <li>• Anatomie des Herzens</li> <li>• Druckverläufe des Herzens</li> <li>• Herzarbeit und -leistung, Wirkungsgrad</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Herzmuskelzelle</li> <li>• Kontraktion des Herzens</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Kapitel der Kardiologie</li> <li>• Geometrische und mechanische Daten des Gefäßsystems</li> <li>• Klinische Untersuchung des Herzens</li> <li>• Besichtigung der Herzkatheter-Messplatzes</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blutströmung I</li> <li>• Grundlagen der Blutströmung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blutströmung II</li> <li>• Kontinuität</li> <li>• Stationäre und instationäre Strömung</li> <li>• Newton'sches Fließgesetz</li> <li>• Fließverhalten von Blut</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blutströmung III</li> <li>• Volumenstromberechnung</li> <li>• Einfluss der Gefäßquerschnittsform</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atemphysiologie</li> <li>• Anatomie und Physiologie der Lunge</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Zellbestandteile und können deren Funktion benennen. Sie sind befähigt den Zellstoffwechsel und die unterschiedlichen Transportmechanismen zu beschreiben. Die Studierenden können den Stofftransport über die Zellmembran berechnen.</li> <li>• Die Studierenden können den Ablauf bei der Erregung und Kontraktion einer Muskelzelle darstellen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Herz- und Kreislaufanatomie und können den muskulären Aufbau der Ventrikel sowie den Aufbau der Herzklappen wiedergeben. Sie sind in der Lage Druck- und Volumenstrom-Kurven des Herzens darzustellen sowie dessen Wirkungsgrad zu berechnen. Zudem können die Studierenden das Druck-Dehnungsverhalten von Gefäßen im Kreislauf beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden können den Aufbau der Herzmuskelzelle sowie den Mechanismus der Kontraktion beschreiben. Sie können die Geometrieänderung der Ventrikel während eines Zyklus beschreiben. Die Studierenden kennen die Ruhe-Dehnungs-Kurve und die isovolumetrische Kontraktion.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundsätze zur Analyse der Blutströmung und können diese herleiten. Sie kennen die Einflussfaktoren auf das rheologische Verhalten von Blut. Sie sind in der Lage unterschiedliche Strömungszustände im Gefäßsystem des Kreislaufs zu berechnen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Anatomie und Physiologie der Lunge und können diese beschreiben.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).</li> <li>• Die Vorlesung fördert das interdisziplinäre Denken der Studierenden und befähigt sie, im Studium erlernte ingenieurwissenschaftliche Methoden und Kenntnisse auf medizinische Fragestellungen zu übertragen und dort anzuwenden</li> </ul> <p>- Fachliche und nebenfachliche Qualifikationen werden erworben und verfestigt über Vorträge, gruppenaktivierende Prozesse, Lernkontrollmechanismen, ggf. in Praktika/Übungen/Workshops verdichtet. Dem Stanford Faculty Development Program angelehnt erfolgt dies u.a. über die Wege der Schaffung eines geeigneten Lernklimas („Learning Climate“), der Steuerung der Lerneinheiten („Control of Session“), der adäquaten Zielkommunikation („Communication of Goals“), der Förderung von Verstehen und Behalten („Promotion of Understanding &amp; Retention“), der Evaluation, des Feedback und der Förderung des selbstbestimmten Lernens („Promotion of Self-Directed Learning“). Zusätzlich bietet der Lehrstuhl</p> |                   |              |         |

|  |   |           |            |
|--|---|-----------|------------|
|  | regelmäßige Führungen für interessierte Studierende an. |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>   |           |            |
|  | Eine schriftliche Prüfung.                              |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |   |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>                          | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Künstliche Organe I [MSALLGMB-1205.a]                  |   | 3         | 0          |
| Vorlesung Künstliche Organe I [MSALLGMB-1205.b]                |   | 0         | 2          |
| Übung Künstliche Organe I [MSALLGMB-1205.c]                    |   | 0         | 1          |

**Modul: Computerunterstützte Chirurgetechnik [MSALLGMB-1209]**

| <b>MODUL TITEL: Computerunterstützte Chirurgetechnik</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Chirurgie und Chirurgetechnik</li> <li>• Historie, Aufgaben und Zielsetzung, ´minimal-invasive Chirurgie´</li> <li>• Arbeitsplatz Operationssaal</li> <li>• chirurgische Instrumenten- und Gerätetechnik (Überblick)</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Randbedingungen</li> <li>• Hygiene</li> <li>• Technische Sicherheit</li> <li>• Gesetzliche und normative Anforderungen</li> </ul> <p>3-5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenakquisition/Perzeption</li> <li>• Bildgebungsverfahren für die Chirurgie (2-3D Fluoroskopie, CT, (Open)MR, Ultraschall, Endoskopie,...) kontextspezifische Charakteristika, Verfahren, Einbindung in den intraoperativen Arbeitsablauf, Anwendungsgebiete</li> <li>• intraoperative Messtechnik (3D-Lage- und Kraftsensorik, ...), ´Smart Instruments´</li> <li>• Weitere Daten-/Informationsquellen (morphologische und funktionelle Atlanten, Implantatdatenbanken, statistische Modelle,...)</li> </ul> <p>6-7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extraktion und Kombination von Information/Kognition I</li> <li>• Signal- und Bildanalysetechnik, Segmentierung (Grundlagen)</li> <li>• multimodale Referenzierungsverfahren (PTP, ICP, starr/elastisch)</li> </ul> <p>8-9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kognition II/Planung</li> <li>• prä- vs. intraoperative Planungssysteme: Grundlagen und Anwendungen (Orthopädie und Unfallchirurgie, Dental- und kraniofaziale Chirurgie, Neuro- und Strahlentherapie,...);</li> <li>• Fertigung und Anwendung physikalischer Planungsmodelle,</li> <li>• computerassistierte Planung und Fertigung individueller Implantate und Vorrichtungen (CASP/CAM)</li> </ul> <p>10-12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung I/Navigationstechnik</li> <li>• Stereotaxie</li> <li>• intraoperative Registrierungsverfahren (mechanische/kinematische, optische, ultraschalltechnische und fluoroskopische Verfahren, 3D-Morphing)</li> <li>• dynamische Referenzierung, Messtechnik, medizinische und technische Limitierungen und Trends</li> <li>• Planungsbasierte Leistungsregelung (Navigated Control)</li> <li>• bildbasierte und bildlose Navigation</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen Grundlagen, Entwicklung und Trends der computerunterstützten Chirurgie und die Besonderheiten des medizinisch-technischen Kontextes</li> <li>• Die Studierenden kennen grundlegende technologische Komponenten und Verfahrensschritte und können deren Funktionsweise in Grundzügen erläutern</li> <li>• Die Studierenden kennen die für die computerunterstützte Chirurgie zum Einsatz kommenden multimodalen Datenquellen und Aufnahmeverfahren und können deren in diesem Kontext wichtigen grundlegenden Charakteristika und Limitierungen erläutern.</li> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen Verfahren zur Extraktion und Kombination multimodaler Informationen auf Basis von Signal- und Bildanalyseverfahren sowie Referenzierungsverfahren und können diese erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können das erlernte Wissen an Beispielen praktisch umsetzen und experimentell erproben.</li> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen Grundlagen und Techniken der computergestützten Planung und rechnergestützten Fertigung von physikalischen Individualplanungsmodellen und können diese erläutern</li> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen Komponenten und Verfahren der intraoperativen Referenzierung und Navigation sowie deren theoretische Grundlagen, Charakteristika und Limitierungen, können diese erläutern und beispielhaft anwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen Ausführungsformen, Charakteristika und Anwendungen von Roboter- und Manipulatorsystemen in der Chirurgie und können diese erläutern.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In praktischen Übungen können die Studierenden erlerntes Wissen u.a. zu Mathematik, Messtechnik, Bildverarbeitung, Mechanik und Programmierung in C++ an Beispielen auf Basis einer selbständigen (angeleiteten) Problemanalyse praktisch umsetzen und experimentell erproben (Methodenkompetenz).</li> <li>• Die programmtechnische Implementierung und experimentelle Erprobung in den Übungen erfolgt teilweise in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |   |           |            |
|--|---|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensch-Maschine-Interaktion/ Limitierungen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung II/ Robotik</li> <li>• Systeme und Sicherheitskonzepte chirurgischer Robotersysteme; Bauformen, Kinematik</li> <li>• semiaktive/synergistische und aktive Robotersysteme;</li> <li>• Anwendungen: Roboter in Orthopädie, Neurochirurgie und Strahlentherapie,...</li> <li>• Entwicklungen und Trends</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chirurgische (Tele-)Manipulatoren</li> <li>• Anforderungen MIC</li> <li>• Bauformen, Kinematik, Systeme</li> <li>• Anwendungen und technische Besonderheiten</li> <li>• Herausforderungen, Limits, Trends</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repetitorium (bei Bedarf)</li> </ul> |   |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>   |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizintechnik I</li> <li>• Einführung in die Medizin (Baumann)</li> <li>• Physik und Mathematik</li> <li>• Grundvorlesungen im Maschinenbau</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine schriftliche Prüfung /mündliche Prüfung (nach Vereinbarung und Teilnehmerzahl)</li> <li>• Teilnahmenachweise für Übungen</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |   |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>  | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Computerunterstützte Chirurgetechnik [MSALLGMB-1209.a]   |   | 6         | 0          |
| Vorlesung/Praktikum Computerunterstützte Chirurgetechnik [MSALLGMB-1209.bd]  |   | 0         | 4          |

**Modul: Biologische und Medizinische Strömungstechnik I [MSALLGMB-1211]**

| <b>MODUL TITEL: Biologische und Medizinische Strömungstechnik I</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 3                   | 3   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung: Transportvorgänge im menschlichen Körper (Austausch der Atemgase, Aufnahme von Nährstoffen und Wasser, Pfortader &amp; Lymphe), Ausscheidung urinpflichtiger Substanzen, Blutkreislauf)</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung: Transportvorgänge in medizintechnischen Systemen, Aufgaben der Strömungsmechanik in der Medizin</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blut als Transportmedium: Aufgaben, Zusammensetzung und Verteilung, rote Blutkörperchen (RBC), roter Blutfarbstoff, Membran der roten Blutkörperchen, Abbau der Erythrozyten</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rheologie des Blutes: Definitionen, Fließverhalten von Suspensionen, Blut als Suspension flexibler Teilchen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Viskosität des Blutes: Methoden der Viskositätsmessung (Kugelfallviskosimeter, Kapillarviskosimeter für Newtonische und Nicht-Newtonische Fluide, Kegel-Platte-Viskosimeter, Couette-Viskosimeter)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Viskositätsmodelle für Blutplasma und Vollblut: Copley, Chmiel, Casson, Merville &amp; Pelletier</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einflüsse auf die Zähigkeit des Blutes: Experimentelle Beobachtungen, physiologische Bedeutung des Fafraeus-Lindquist-Effekts</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blutströmung: Einfluss des Kapillardurchmessers, pathophysiologische Einflüsse auf die Viskosität des Bluts</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blutschädigung, Hämolyse: Allgemeine Anmerkungen, strömungsbedingte Hämolyse, Beobachtung bei medizinischen Systemen, Messung der Hämolyse</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blutschädigung, Hämolyse: Untersuchung zur Hämolyse in Drosselorganen, Untersuchungen zum Einfluss des statischen Druckes, Untersuchung zum Einfluss von Schubspannungen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blutschädigung, Hämolyse: Geschichtlicher Rückblick, experimentelle Ermittlung des Einflusses von Schubspannungshöhe und Belastungsdauer auf Erythrozyten, sub-letale Schädigung roter Blutkörperchen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studenten kennen und verstehen die Grundlagen biologischer und medizinischer Strömungen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Herz-Kreislaufsystem: Aufgabe und Anatomie des Herzens, Volumen- und Druckverläufe im Herzen während der Herzaktion</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Herz-Kreislaufsystem: Wichtige Herzgrößen und Normalwerte, Regelmechanismen des Herzens, Frank-Starling-Mechanismus</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Herz-Kreislaufsystem: Das p-V-Diagramm des Herzens, Anatomie und Biophysik des Gefäßsystems</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik I/II</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I [MSALLGMB-1211.a]   |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I [MSALLGMB-1211.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I [MSALLGMB-1211.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Laser in Bio- und Medizintechnik [MSALLGMB-1214]**

| <b>MODUL TITEL: Laser in Bio- und Medizintechnik</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht Laserverfahren in Medizin, Medizintechnik, Biotechnologie und Chemie</li> <li>• Verfahrenseinordnung zu alternativen Prozessen</li> <li>• Marktsituation</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Eigenschaften Licht - Wiederholung</li> <li>• Technologien zur Mikro- und Nanoskalierung von Licht</li> <li>• Optische Systeme zur Anregung und Detektion</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Wechselwirkung Licht Materie - Wiederholung</li> <li>• Strahlungstransport und Absorption in biologischen Materialien</li> <li>• Energietransport</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkmechanismen in biologischen Materialien</li> <li>• Zellspezifische Wirkung von Laserstrahlung</li> <li>• Gewebespezifische Wirkung von Laserstrahlung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserverfahren für medizintechnische Produkte</li> <li>• Lasergestützte generative Verfahren zur Implantatherstellung</li> <li>• Mikrostrukturierung für medizinische Instrumente</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser-Mikrofügetechnik für medizinische und biotechnische Produkte</li> <li>• Laserunterstützte Oberflächenmodifikation</li> <li>• Photochemische Funktionalisierung von Implantaten</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser in der Therapie</li> <li>• Laser in der Weichgewebechirurgie</li> <li>• Laser in der Hartgewebechirurgie</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser in der Ophtalmologie</li> <li>• Photodynamische Therapie</li> <li>• Laserinduzierte Thermotherapie</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserverfahren in der medizinischen Diagnostik</li> <li>• Fluoreszenzverfahren</li> <li>• Optische Kohärenztomographie</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserverfahren in der Biotechnologie</li> <li>• Verfahren zur Herstellung biotechnologischer Komponenten</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigen wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung, deren Nutzung für Anwendungen in Medizin, Biotechnologie und Chemie und können diese berechnen.</li> <li>• Die unterschiedlichen Wechselwirkungsmechanismen von Laserstrahlung mit biologischen Materialien und Materie sowie in der Nutzung des Werkzeugs Photon für photochemische Verfahren sind qualitativ verstanden und können den verschiedenen Verfahren zugeordnet werden.</li> <li>• Wirkungsmechanismen für verschiedene Gewebetypen und Wechselwirkungen mit biologischen Medien und chemischen Verbindungen können für praxisrelevante Spezialfälle beschrieben und berechnet werden.</li> <li>• Wichtige Anwendungen von Lasern in der Medizin sind bekannt und können im Kontext einer Anwendung des Lasers in den Lebenswissenschaften eingeordnet werden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionalisierung von Biochips</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellbasierte Laserverfahren</li> <li>• Zellmanipulation</li> <li>• Optische Pinzette</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanochirurgie in Zellen und Zellkompartimenten</li> <li>• Lasertranspektion und photonische Genmanipulation</li> <li>• Proteinmanipulation mit Laserstrahlung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserverfahren in der Bioanalytik</li> <li>• Fluoreszenzspektroskopie</li> <li>• Oberflächen-Plasmonen-Resonanz- und Interferenzspektroskopie</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserverfahren in der Chemie</li> <li>• Photochemische Prozesse</li> <li>• Femtochemie</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborexkursion</li> <li>• Klinikumsexkursion</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik</li> <li>• Laser in der Mikrotechnik</li> <li>• Medizintechnik</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Laser in Bio- und Medizintechnik [MSALLGMB-1214.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Laser in Bio- und Medizintechnik [MSALLGMB-1214.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Laser in Bio- und medizintechnik [MSALLGMB-1214.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Rheologie [MSALLGMB-1216]**

| <b>MODUL TITEL: Rheologie</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Rheologie - Grundbegriffe:</li> <li>• Grundbeanspruchungen</li> <li>• Scherversuch, Dehnversuch</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Rheologie - Stoffklassen:</li> <li>• Newtonsche Flüssigkeiten</li> <li>• Nichtlinear-reinviskose Flüssigkeiten</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Rheologie - Stoffklassen:</li> <li>• Flüssigkeiten mit zeitabhängigen Eigenschaften</li> <li>• Viskoelastizität, Thixotropie, Rheopexie</li> <li>• Plastische Stoffe</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Strömungen und Beanspruchungen:</li> <li>• Rohrströmung</li> <li>• Ebene Beanspruchung in parallelen Schichten</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung des Kontinuums:</li> <li>• Mathematische Beschreibung</li> <li>• Spannungstensor</li> <li>• Impulsbilanz</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologische Zustandsfunktionen:</li> <li>• Allgemeine Zustandsfunktion</li> <li>• Rahmeninvarianz, Isothermie, Innere Zwänge</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologische Zustandsfunktionen:</li> <li>• Newtonsche Flüssigkeit</li> <li>• Reiner-Rivlin-Flüssigkeit</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologische Zustandsfunktionen:</li> <li>• Maxwell'sches Feder-Dämpfer-Modell (Flüssigkeit)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologische Zustandsfunktionen:</li> <li>• Kelvin-Voigt'sches Feder-Dämpfer-Modell (Festkörper)</li> <li>• Jeffreys-Modell und Verallgemeinerung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheometrie:</li> <li>• Viskosimeterströmung</li> <li>• Rohrrheometer</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In verfahrenstechnischen Prozessen werden in vielen Fällen flüssige Systeme wie Suspensionen oder Lösungen behandelt, die komplexe Fließeigenschaften aufweisen. Die Studierenden sind in der Lage, solche Systeme zu erkennen und ihr Verhalten zu modellieren.</li> <li>• Die Studierenden sind mit der mathematischen Beschreibung strömender Kontinua vertraut und in der Lage, diese auf Flüssigkeiten mit komplexen Fließeigenschaften anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen klassische Modelle zur Beschreibung komplexer Fließeigenschaften und können sie für einfache Geometrien auf praktische Probleme anwenden.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Rheometrie. Sie kennen die gebräuchlichsten Messsysteme und gängige Auswertemethoden</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stationäre Rheometrie:</li> <li>• Couette- / Searle-Rheometer</li> <li>• Kegel-Platte-Rheometer</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stationäre Rheometrie:</li> <li>• Auswertemöglichkeiten</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instationäre Rheometrie:</li> <li>• Relaxationsversuch, Retardationsversuch</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instationäre Rheometrie:</li> <li>• Schwingversuch</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologische Strömungsprobleme:</li> <li>• Weissenbergeffekt</li> <li>• Strahlaufweitung</li> <li>• Pumpeffekt</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik I, II</li> </ul>  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Rheologie [MSALLGMB-1216.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Rheologie [MSALLGMB-1216.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Rheologie [MSALLGMB-1216.c]   |                                | 0         | 1          |

## Modul: Faserstoffe II [MSALLGMB-1218]

| MODUL TITEL: Faserstoffe II  |       |              |   |                   |              |         |
|--|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1  | 1     | 3            | 2   | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Chemiefasern 1:</li> <li>Definition, Einteilung und Klassifizierung, Kurzzeichen</li> <li>Geschichtliche Entwicklung</li> <li>Märkte und Trends, Produktion, Handel und Verbrauch</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Chemiefasern 2:</li> <li>Charakteristische Temperaturen, Kristallisation, Orientierung</li> <li>Charakteristische Faserdaten (Mattierung, Feinheit, Querschnitt, Länge, Grad der Verstreckung, Kräuselung, Garnstruktur, KD-Verhalten, thermische Eigenschaften, Färbung)</li> <li>Typische Chemiefaserprodukte (Spinnfasern, textile Filamentgarne, technische Filamentgarne, Teppichgarne, Spinnvliesstoffe, Bikomponentenfasern)</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verfahrensstufen zur Herstellung von Chemiefasern:</li> <li>Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition (Prinzip, Reaktionsgeschwindigkeit und Umsatz, Molekulargewichtsverteilung)</li> <li>Reaktor (Funktion, Typen)</li> <li>Pigmentierung</li> <li>Verfahrensschritte bei der Filament- bzw. Spinnfasergarnherstellung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen des Spinnens:</li> <li>Fadenbildung (Gesetz von Hagen-Poiseuille, Spinnbarkeit, Faserquerschnitte)</li> <li>Wichtige Spinnverfahren (Schmelzspinnen, Trockenspinnen, Nassspinnen)</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gemeinsame Maßnahmen der Spinnverfahren:</li> <li>Rohrleitungen, statische Mischer</li> <li>Spinnpumpe, Spinndüse</li> <li>Blasschacht, Spinnpräparation</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schmelzspinnen 1:</li> <li>Vorbereitung der Polymere (Granulator, Trockner)</li> <li>Aufschmelzen und Spinnen (Extruder, Rohrströmungen, Spinnpakete, Fadenbildung, Blasschacht, Durchsatz)</li> <li>Spinnsysteme (Rechteckdüse, Runddüse)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schmelzspinnen 2:</li> <li>Spinnsysteme für Spinnfasern (Präparation, Verstrecksysteme, Kräuselungsverfahren und -aggregate, Maschinen, Anlagen)</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden besitzen einen Überblick über alle wichtigen Chemiefasern sowie die entsprechenden Verfahren, Maschinen und Aggregate, die wirtschaftliche oder technologische Bedeutung haben.</li> <li>Sie können erklären, auf Grund welcher äußeren Einflüsse (Technologie, soziale Entwicklung, Mode) sich die Marktanteile der einzelnen Faserstoffe im Laufe der Zeit verändert haben und wie sie ihren heutigen Stand erreicht haben.</li> <li>Sie können erklären, wie die einzelnen Faserstoffe synthetisiert werden, welche Aggregate dazu benötigt werden und welche Vor- und Nachteile dies jeweils mit sich bringt.</li> <li>Sie können den chemischen Aufbau der einzelnen Faserstoffe beschreiben und daraus deren wichtigste physikalische und chemische Eigenschaften ableiten. Sie können erklären, welche Einsatzgebiete sich daraus ergeben.</li> <li>Sie können alle wichtigen Prozesse, Aggregate und Maschinen des Spinnens und der Nachbehandlung bzw. Weiterverarbeitung beschreiben, erklären und bewerten.</li> <li>Sie können für neue potenzielle Faserstoffe bzw. Produkte geeignete Prozesse auswählen und bewerten.</li> <li>Die Studierenden können neue Verfahren zur Herstellung oder Verarbeitung von Chemiefasern analysieren und beurteilen hinsichtlich technologischer Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit.</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage, Anlagen zur Chemiefaserherstellung grob auszulegen und z. B. den möglichen Durchsatz in Abhängigkeit von gegebenen Randbedingungen und der gewünschten Produkte zu berechnen.</li> <li>Sie können die Wirtschaftlichkeit neuer Spinnverfahren beurteilen.</li> <li>Die Studierenden können die wichtigsten Maschinen zur Verarbeitung von Chemiefasern bedienen. Die Lernziele werden erreicht durch die Vorstellung der beschriebenen Inhalte in den Vorlesungen. Am Ende der Vorlesungsreihe wird eine Anlage zur Herstellung von Chemiefasern ausgelegt. Dadurch werden alle wesentlichen, bis zu diesem Zeitpunkt vor allem theoretisch vermittelten Inhalte, an einem konkreten Beispiel verdeutlicht und angewendet.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden haben gelernt, im Team eine Maschine zur Verarbeitung von Chemiefasern in Betrieb zu nehmen, deren grundsätzliche Technologie sie vorher aus der Vorlesung kannten.</li> </ul> |                   |              |         |

- Textile Filamentgarne (POY, konventionell, modifiziert)

8

- Schmelzspinnen 3:
- Technische Filamentgarne (FDY, FOY)
- Teppichfilamentgarne (BCF)
- Spinnvliese
- Monofilamente

9

- Lösungsmittelspinnen:
- Trockenspinnen (Spinnlösung, Fadenbildung, Verfahren)
- Nassspinnen (Spinnlösung, Fadenbildung, Verfahren)
- Luftspaltspinnen
- Abgewandelte und sonstige Spinnverfahren

10

- Verstrecken:
- Strukturmodelle, Verstreckpunkt, KD-Verlauf
- Verfahren (Galletten, Überlaufrollen, DUOs)
- Streckspulen (Prinzip, Verfahren, Maschine)
- Streckzwirnen (Prinzip, Verfahren, Maschine)
- Verstreckung einer Fadenschar (Prinzip, Verfahren, Anlage)
- Verstreckung von Faserkabeln (Prinzip, Maschine)

11

- Nachbehandlung:
- Waschen, Avivieren
- Trocknen und Fixieren (Filamente, Faserkabel, Spinnfasern), Schrumpf
- Texturierverfahren:
- Stauchkammerkräuselung, Blasverfahren (Taslan, BCF), Trennzwirnverfahren, Falschdrallverfahren)

12

- Konvertierung von Faserkabeln:
- Schneiden, Reißen
- Aufmachung:
- Ballenpresse, Spulaggregate
- Zusammenfassung von Verfahrensstufen (Rohstoffherstellung, Spinnen, Spinnfaserherstellung, textile Filamente, technische Filamente, Teppichfilamentgarne)
- Spezielle Prüfverfahren für Chemiefasern

13

- Polyester:
- Geschichte, Synthese, Spinnprozesse, Eigenschaften, Produkte
- Direktspinnanlagen
- Marktentwicklung, Trends
- Sondertypen (PBT, PTT)

14

- Polyamid
- Geschichte, Synthese (PA 6, PA 6.6), Spinnprozesse, Eigenschaften, Produkte
- Spezielle Typen (PA 7, PA 6.10)
- Polyurethane (Elastan)

15

- Polyolefinfasern:
- Polypropylen (Synthese, Spinnprozess, Eigenschaften, Produkte)

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polyethylen (Synthese, Spinnprozess, Eigenschaften, Produkte)</li> <li>• Polyacrylnitril (Synthese, Spinnprozess, Eigenschaften, Produkte)</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, &#8230;) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Textiltechnik I</li> <li>• Faserstoffe I</li> </ul>                 | Eine schriftliche Prüfung.     |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Faserstoffe II [MSALLGMB-1218.a]   |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Faserstoffe II [MSALLGMB-1218.b]   |                                | 0         | 1          |
| Übung Faserstoffe II [MSALLGMB-1218.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Technische Textilien [MSALLGMB-1219]**

| <b>MODUL TITEL: Technische Textilien</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung und Überblick:</li> <li>- Fasern und Textilien</li> <li>- Einsatzgebiete und Anwendungen</li> <li>- Märkte</li> <li>- Fertigungsstufen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rohstoffe 1:</li> <li>- Einteilung, Eigenschaften wichtiger Fasern, Kurzzeichen</li> <li>- Naturfasern:</li> <li>- Baumwolle (Sorten, Anbau, Ernte), Bast- und Hartfasern (Flachs, Hanf),</li> <li>- Wolle (Schafrasen, Gewinnung, Qualitäten)</li> <li>- Andere Naturfasern (feine Tierhaare, Seide, Asbest)</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rohstoffe 2:</li> <li>- Synthetische Fasern:</li> <li>- Einteilung, Bildungsmechanismen, Strukturmodelle</li> <li>- Spinnprozesse (Schmelzspinnen, Lösungsspinnen)</li> <li>- Anlagentechnik</li> <li>- Polyester, Polyamid</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rohstoffe 3:</li> <li>- Verarbeitung von Chemiefasern (Verstreckung, Texturierung, Spinnfaserherstellung, Konvertierung)</li> <li>- Glas (Aufbau, Spinnprozesse, Eigenschaften, Produkte)</li> <li>- Carbon (Aufbau, Spinnprozesse, Eigenschaften, Produkte)</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spinnereivorbereitung 1:</li> <li>- Übersicht (Verfahren, wichtigste Prozessstufen)</li> <li>- Ernte und Entkörnung, Klassierung von Baumwollfasern</li> <li>- Ballenabarbeitung, Öffnung, Reinigung, Mischen (Prinzipien, Maschinen)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spinnereivorbereitung 2:</li> <li>- Karde (Funktion, Prinzip, Maschine, Komponenten)</li> <li>- Kämmen (Funktion, Prinzip, Maschine)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spinnverfahren 1:</li> <li>- Ringspinnen (Flyer, Ringspinnen - Prinzip, Maschine, Produkte)</li> <li>- Kompaktspinnen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spinnverfahren 2:</li> <li>- OE-Rotorspinnen (Prinzip, Maschine, Produkte)</li> <li>- OE-Friktionsspinnen (Prinzip, Maschine, Produkte)</li> <li>- Luftspinnen (Luft-Falsch- und Lufteddrahtverfahren)</li> <li>- Vergleich der Spinnverfahren (Produktivität, Produkteigenschaften)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Webereivorbereitung:</li> <li>- Übersicht</li> <li>- Spulen, Zwirnen</li> </ul> |              |                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen einen Überblick über alle wichtigen Rohstoffe, Verfahren und Maschinen der Textilerstellung sowie über die entsprechenden Märkte.</li> <li>• Sie können beschreiben, welche Rohstoffe zur Textilerstellung eingesetzt werden. Sie können erklären, wie die Fasern gewonnen bzw. erzeugt werden und welche besonderen Eigenschaften sie für die jeweiligen Anwendungsgebiete besonders geeignet machen.</li> <li>• Die Studierenden können alle wichtigen Prinzipien, Prozesse und Maschinen bzw. Anlagen der Spinnereivorbereitung, der Garn-, Gewebe-, Maschenwaren- und Vliesstoffherstellung benennen, erläutern und ggf. bewerten.</li> <li>• Sie können die Einteilung der Technischen Textilien sowie jeweils typische Anwendungsgebiete und Produkte benennen. Sie können die entsprechenden Werkstoffe und textilen Strukturen je nach Einsatzgebiet auswählen und bewerten.</li> <li>• Sie können alle wichtigen Prozesse, Aggregate und Maschinen der Veredlung sowie der Konfektionierung beschreiben und erklären.</li> <li>• Die Studierenden können die wichtigsten Verfahren des Recyclings darstellen und technologisch bzw. wirtschaftlich bewerten.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, einfache Rechnungen zur Auslegung der wichtigsten Maschinen der Textilerstellung auszuführen. Dazu gehören z. B. Berechnungen des Durchsatzes bei der Chemiefaserherstellung, die Fehlerortsbestimmung in Streckwerken, Berechnung der Produktivität von Flyer-, Ringspinn-, Rotorspinn- und Webmaschinen.</li> <li>• Die Studierenden haben in den praktischen Laborübungen gelernt, die wichtigsten Maschinen der Garn- und Gewebeerstellung zu bedienen.</li> </ul> <p>Die Lernziele werden erreicht durch die Vorstellung der beschriebenen Vorlesungsinhalte in den Vorlesungen sowie durch Rechenübungen und Vorführungen der relevanten Maschinen.</p> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kettbaumherstellung (Zwirnen, Schären, Schlichten)</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Webmaschinen:</li> <li>- Fachbildung (Prinzipien, Vor- und Nachteile, Maschinen, Einsatzgebiete)</li> <li>- Schusseintragsverfahren (Prinzipien, Maschinen, Einsatzgebiete)</li> <li>- Markt</li> <li>- Gewebebindungen:</li> <li>- Begriffe, Grundbindungen und Ableitungen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maschenwarenherstellung:</li> <li>- Maschenbildeverfahren</li> <li>- Nadeltypen</li> <li>- Maschenbildende Maschinen (Strick- und Wirktechnik)</li> <li>- Musterung, Einsatzgebiete, Markt</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vliesstoffe:</li> <li>- Rohstoffe</li> <li>- Herstellungsverfahren (Prinzipien, Maschinen und Anlagen)</li> <li>- Verfestigungsverfahren (Prinzipien, Maschinen)</li> <li>- Einsatzgebiete, Markt</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Technische Textilien:</li> <li>- Definitionen, Einteilung</li> <li>- Anwendungsbeispiele</li> <li>- Herstellungsverfahren (Prinzipien, Maschinen)</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Veredlung</li> <li>- Vorbehandlung (Prinzipien, Maschinen und Aggregate)</li> <li>- Hilfsprozesse (Prinzipien, Maschinen)</li> <li>- Farbgebung (Farbmetrik, Farbstoffe, Färbeprozesse, Färbeapparate)</li> <li>- Appretur (Prinzipien, Maschinen)</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konfektion:</li> <li>- Markt</li> <li>- Zuschnitt, Fügeverfahren (Prinzipien, Apparate)</li> <li>- Recycling:</li> <li>- Verfahren, Maschinen und Anlagen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| keine   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Technische Textilien [MSALLGMB-1219.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Technische Textilien [MSALLGMB-1219.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Technische Textilien [MSALLGMB-1219.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Vliesstoffe [MSALLGMB-1220]**

| <b>MODUL TITEL: Vliesstoffe</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 5                   | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über Rohstoffe</li> <li>• Marktzahlen</li> <li>• Trends</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellungsverfahren</li> <li>• Überblick</li> <li>• Vergleich, typische Anwendungen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trockenverfahren 1:</li> <li>• Vliesbildung</li> <li>• Spinnvliese</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trockenverfahren 2:</li> <li>• Karden- und Krempelvliese</li> <li>• Aerodynamische Verfahren</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trockenverfahren 3:</li> <li>• Vlieslegung</li> <li>• Zusatzeinrichtungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filamentvliese:</li> <li>• Spinnvliesverfahren für Filamentvliese</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vliesverfestigung 1:</li> <li>• mechanische Verfahren</li> <li>• Verfahren mit Bindemitteln, Wärme und kohäsiver Verfestigung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nassverfahren 1:</li> <li>• Prinzipien, Rohstoffe</li> <li>• Bindemittel</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nassverfahren 2:</li> <li>• Trocknung (Strahlung, Konvektion, Kontakt)</li> <li>• Ausrüstungsmaschinen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausrüstung von Vliesstoffen 1:</li> <li>• Trocken</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausrüstung von Vliesstoffen 2:</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können alle relevanten Verfahren und Maschinen der Herstellung und Verarbeitung von Vliesstoffen beschreiben, erklären, gegenüber stellen, bewerten und kritisch vergleichen.</li> <li>• Die Studierenden besitzen umfassende Kenntnisse über die den einzelnen Prozessen zugrunde liegenden physikalischen und chemischen Prinzipien.</li> <li>• Die Studierenden sind mit allen wichtigen Anwendungsgebieten von Vliesstoffen vertraut. Sie können entsprechende Materialien und Vliesstrukturen auswählen und kritisch vergleichen.</li> <li>• Die Studierenden können einfache Berechnungen zur Auslegung entsprechender Maschinen durchführen.</li> <li>• Die Studierenden haben im Rahmen einer Exkursion gegen Ende der Vorlesung alle relevanten Maschinen im direkten Einsatz gesehen.</li> </ul> <p>Die Lernziele werden erreicht durch die Vorstellung der beschriebenen Vorlesungsinhalte in den Vorlesungen sowie eine zweitägige Betriebsbesichtigung beim größten Vliesstoffhersteller der Welt, der Freudenberg KG, in Weinheim und Kaiserslautern.</p> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• nass</li> <li>• andere Verfahren</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften und Anwendungen von Vliesstoffen</li> <li>• spezielle Prüfverfahren</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Vliesstoffe</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegung einer Vliesstoffanlage</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Textiltechnik I</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Vliesstoffe [MSALLGMB-1220.a]  |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung/Übung Vliesstoffe [MSALLGMB-1220.bc]   |                                | 0         | 3          |

**Modul: Mechanics of Living Tissues [MSALLGMB-1221]**

| <b>MODUL TITEL: Mechanics of Living Tissues</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 3                   | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Englisch       |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Biomechanik</li> <li>• Geschichte der Biomechanik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik des Kontinuums</li> <li>• Deformationsgradient</li> <li>• Verzerrungstensoren</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannungen</li> <li>• Konstitutive Beziehungen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anisotropie biologischer Gewebe</li> <li>• Elastische Baustoffe des Körpers: Elastin und Kollagen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften von Elastin</li> <li>• Eigenschaften und Struktur von Kollagen</li> <li>• Zusammensetzung kollagener Gewebe</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Blutgefäße</li> <li>• Mechanische Eigenschaften der Blutgefäße</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyperelastische konstitutive Modelle für Blutgefäße</li> <li>• Viskoelastische Modelle für Blutgefäße</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung und Symptomatik von Aneurysmen der Bauchaorta (AAA)</li> <li>• Eigenschaften von Aneurysmengewebe</li> <li>• Analytische und numerische Modelle für AAA</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktionen der Haut</li> <li>• Langer-Linien</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Eigenschaften der Haut</li> <li>• Hyperelastische Modelle für Haut</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionen der Skelett-Muskulatur</li> <li>• Struktur der Skelett-Muskulatur</li> <li>• Sarkomer: Aktin-Myosin Wechselwirkung</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muskelkontraktion</li> <li>• Hill-Gleichung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis der Vielfältigkeit biologischer Gewebe in Struktur, Zusammensetzung und ihren mechanischen Eigenschaften</li> <li>• Kenntnis der grundlegenden Begriffe und Prinzipien der Kontinuumsmechanik</li> <li>• Kenntnis der wichtigsten strukturellen Bestandteile biologischer Gewebe, ihrer mechanischen Eigenschaften und ihres Zusammenwirkens.</li> <li>• Fähigkeit, elastische und viskoelastische Modelle für weiche biologische Gewebe anzuwenden</li> <li>• Verständnis des Zusammenhangs zwischen mechanischer Fehlfunktion und der Symptomatik von Krankheiten</li> <li>• Überblick über aktuelle Entwicklungen und Probleme in der biomechanischen Forschung</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderung des interdisziplinären Denkens zwischen Mechanik und Medizin</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knochenarten und deren Struktur</li> <li>• Funktionen des Knochens</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Eigenschaften von Knochen</li> <li>• Festigkeitshypothese: Tsai-Wu-Kriterium</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung aktueller Forschungsgebiete und Entwicklungen in der Biomechanik</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
|  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Mechanics of Living Tissues [MSALLGMB-1221.a]  |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Mechanics of Living Tissues [MSALLGMB-1221.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Mechanics of Living Tissues [MSALLGMB-1221.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Oberflächentechnik [MSALLGMB-1223]**

| <b>MODUL TITEL: Oberflächentechnik</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Oberflächentechnik</li> <li>• Technische Oberflächen, Oberflächen als Phasengrenzen zur Umgebung</li> <li>• Benetzung von Oberflächen durch Flüssigkeiten</li> <li>• Haftungsmechanismen zwischen Schicht und Grundwerkstoff</li> <li>• Funktion von Oberflächen</li> <li>• Methodischer Ansatz zur Entwicklung beschichteter Produkte</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Nutzung von Plasma</li> <li>• thermische und nichtthermische Plasmen</li> <li>• Plasmadiagnostik</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrochemische Metallabscheidung</li> <li>• Galvanik</li> <li>• chemische Metallabscheidung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konversionsverfahren</li> <li>• Anodisieren, Phosphatieren, Chromatieren, Brünieren</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermochemische Diffusionsverfahren</li> <li>• Einsatzhärten, Nitrieren, Borieren, Chromieren, Alitieren, Silizieren</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PVD - Physical Vapor Deposition I</li> <li>• Magnetron Sputtering Ion Plating, Arc Ion Plating, Niedervoltbogenentladung, Elektronenstrahl-PVD</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PVD - Physical Vapor Deposition II</li> <li>• Schichtwerkstoffe, Schichtstrukturen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CVD - Chemical Vapor Deposition</li> <li>• Hochtemperatur-CVD, Plasma-CVD, Hot-Filament-CVD</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol-Gel-Verfahren</li> <li>• Schmelztauchverfahren</li> <li>• Emaillieren</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermisches Spritzen I</li> <li>• Flammsspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Kaltgasspritzen, Lichtbogenspritzen, Plasmaspritzen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studenten können die wichtigsten Verfahren der Oberflächentechnik beschreiben.</li> <li>• Studenten können das jeweilige Verfahrensprinzip skizzieren und das Funktionsprinzip erklären.</li> <li>• Studenten kennen zu jedem Verfahren der Oberflächentechnik typische Anwendungsbeispiele</li> <li>• Studenten können hinsichtlich Konstruktion, Werkstoff und Schutzfunktion die Verfahren der Oberflächentechnik voneinander abgrenzen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermisches Spritzen II</li> <li>• Schichtwerkstoffe, Schichtstrukturen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten</li> <li>• Auftragslöten, Auflöten von Panzerungen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auftragschweißen,</li> <li>• Walzplattieren</li> <li>• Sprengplattieren</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung und Simulation in der Oberflächentechnik</li> <li>• Prozesssimulation</li> <li>• Werkstoffsimulation</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigungstechnik</li> <li>• Werkstofftechnik</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung.     |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Oberflächentechnik [MSALLGMB-1223.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Oberflächentechnik [MSALLGMB-1223.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Oberflächentechnik [MSALLGMB-1223.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates [MSALLGMB-1226]**

| <b>MODUL TITEL: Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1-4 Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung, Aufgabengebiete und Randbedingungen der Biomechanik des menschlichen Stütz- und Bewegungsapparates; geschichtliche Aspekte, Anwendungen, Perspektiven</li> <li>Funktionelle Anatomie des Stütz- und Bewegungsapparates; klinische Aspekte</li> </ul> <p>4-7 Materialmodellierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der materialmodellierung, FEM, Biomechanische Modellierung von Hart- und Weichgewebe</li> <li>Computergestützte FEM Simulationen</li> <li>Mechanobiologie</li> </ul> <p>8 Biomechanische messtechnik I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>laborexperimentelle Ermittlung von Materialkennwerten und Beanspruchungen; Anwendungsbeispiele aus der Forschung, Bioreaktorentwicklung</li> </ul> <p>9-11 Statische und dynamische Modellierung zur Berechnung von Gelenkkraften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2D, 3D, 4D Modellierungsansätze</li> <li>Rechnergestützte Mehrkörper-Simulationen</li> <li>Anwendungen und Einschränkungen</li> </ul> <p>12 Biomechanische Messtechnik II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegungsanalyse, in vivo-Messtechnik, Kraft, Druck, Momente, EMG</li> </ul> <p>13-15 Biomechanik der Implantate</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Historischer Rückblick</li> <li>Allgemeine Anforderungen und Randbedingungen</li> <li>Biokompatibilität</li> <li>Materialien, Verankerung, Tribologie</li> <li>Kinematik und Kinetik</li> <li>Oberflächenstrukturen</li> <li>Alterung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Biomechanik des menschlichen Stütz- und Bewegungsapparates sowie ein Grundverständnis des Einflusses krankhafter Veränderungen in Form und Funktion sowie Kenntnisse zu biomechanischen Grundlagen therapeutischer Maßnahmen, Hilfsmittel und Implantate sowie zur Reaktion des Körpers auf mechanische Belastungen und Beanspruchungen (u.a. Viskoelastizität, Relaxation, Modelling/Remodelling, ...)</li> <li>Die Studierenden kennen die wichtigsten messtechnischen laborexperimentellen und klinischen Verfahren zur Erfassung von Muskelaktivität, 3D-Bewegungsanalyse, Belastungen und Beanspruchungen in-vitro und in-vivo</li> <li>Die Studierenden kennen die wichtigsten messtechnischen laborexperimentellen Verfahren zur biomechanischen Untersuchung von Implantatmaterialien und Implantaten zum Ersatz von Hart- und Weichgewebe des Stütz- und Bewegungsapparates</li> <li>Die Studierenden kennen wesentliche Aspekte und Verfahren der makroskopischen und mikroskopischen biomechanischen Modellierung von Knochen und Weichgewebeanteilen zur Simulation von Belastungen und Beanspruchungen sowie resultierenden Adaptionsvorgängen</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage Verfahren der biomechanischen Modellierung hinsichtlich ihrer allgemeinen und individuell zu ermittelnden Informationen sowie ihrer Möglichkeiten und Grenzen einzuschätzen, problemangepasste Modellbildungen u.a. zur (näherungsweise) Berechnung von Belastungen vorzuschlagen und anzuwenden.</li> <li>Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu rechnergestützten Verfahren der biomechanischen Mehrkörper-Simulation und deren Anwendung im Rahmen von experimentellen und klinischen Untersuchungen bzw. Applikationen</li> <li>Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu Implantaten für Osteosynthese und Gelenk(teil-)ersatz.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, selbständig und in einem Kleinteam ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen und ggf. Experimente zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten (Methodenkompetenz)</li> <li>Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren.</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen   |                         | Benotung  |     |
|---|-------------------------|---|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik, Mathematik</li> <li>• Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Messtechnik, ...)</li> <li>• Einführung in die Medizin (Baumann)</li> </ul> |                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine mündliche Prüfung und</li> <li>• ein Referat</li> </ul> |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |                         |   |     |
| Titel   | Prüfungsdauer (Minuten) | CP  | SWS |
| Prüfung Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates [MSALLGMB-1226.a]  |                         | 6   | 0   |
| Vorlesung/Übung Prüfung Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates [MSALLGMB-1226.bc]   |                         | 0   | 4   |

## Modul: Einführung in die Mikrosystemtechnik [MSALLGMB-1301]

| MODUL TITEL: Einführung in die Mikrosystemtechnik  |       |              |  |                         |              |         |
|--|-------|--------------|--|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                         |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1  | 1     | 6            | 4  | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                         |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                         |              |         |
| <p>Da die Vorlesung vollkommen neu entworfen werden muss, liegt zurzeit noch keine zeitliche Planung vor. Inhaltlich sollen die folgenden Themen behandelt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fotolithografie, Röntgenlithografie, PVD, CVD, Dotierung, Ätzen, Opferschichtverfahren, anisotropes und isotropes Siliziumätzen, Aufbau des Siliziumeinkristalls, RIE, Übertragungsverfahren, LIGA, Erodieren, Fräsen, Fly cutting, Mikrospritzguss, Heißprägen, Thermoformen, Anodisches Bonden, Fusion Bonden, Kleben, Eutektisches Bonden, Ultraschallschweißen, Reinraumumgebung, Sensoren für Druck, Fluss, Beschleunigung, Drehrate, Fieberthermometer, Tintenstrahldrucker, Festplatten, Lab-ona-chip usw.</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die grundlegenden Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik erklären und geeignete Verfahren für ein vorgegebenes Produkt auswählen.</li> <li>Die Studierenden können die für die verschiedenen Verfahren notwendige Fertigungsumgebung benennen und die Verfahren bezüglich Investitionsaufwand und Fertigungskosten miteinander vergleichen.</li> <li>Die Studierenden können die wichtigsten Anwendungen der Mikrosystemtechnik beschreiben und erklären, welche Vorteile sie gegenüber konventionellen Lösungen aufweisen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen  |       |              | Benotung   |                         |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanik I, II, III</li> <li>Chemie</li> </ul>  |       |              | Eine schriftliche Prüfung  |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |       |              |  |                         |              |         |
| Titel  |       |              |  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Einführung in die Mikrosystemtechnik [MSALLGMB-1301.a]   |       |              |  |                         | 6            | 0       |
| Vorlesung Einführung in die Mikrosystemtechnik [MSALLGMB-1301.b]   |       |              |  |                         | 0            | 2       |
| Übung Einführung in die Mikrosystemtechnik [MSALLGMB-1301.c]   |       |              |  |                         | 0            | 2       |

**Modul: Konstruktion von Mikrosystemen [MSALLGMB-1303]**

| <b>MODUL TITEL: Konstruktion von Mikrosystemen</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über die wichtigsten Mikrosysteme</li> <li>• Überblick über verschiedene Ventiltypen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Kennlinien von Ventilen und Schiebern</li> <li>• Optimale Anordnung von Aktoren für Ventile</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung des Druckanstiegs in einem pneumatischen System</li> <li>• Bedeutung des Totvolumens für Ventile</li> <li>• Passive Mikroventile</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Förderleistung einer Mikropumpe</li> <li>• Einfluss der Ventilgröße auf Förderrate und Förderdruck</li> <li>• Optimierung der Ventilgröße</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reihenschaltung von Mikropumpen</li> <li>• Peristaltische und ventillose Mikropumpen</li> <li>• Förderate als Funktion der Aktorfrequenz</li> <li>• Gasfördernde Mikropumpen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss des Aktors auf Maximaldruck und -fluss einer Mikropumpe</li> <li>• Vergleich verschiedener Pumpenaktoren</li> <li>• Aperiodische Mikropumpen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrodosierung</li> <li>• Tintenstrahldrucker</li> <li>• Elektronische Ersatzschaltbilder für Mikrosysteme</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektromechanische Schalter</li> <li>• Elektromechanische Filter</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Güte von elektromechanischen Filtern</li> <li>• Akustische Resonatoren und Oberflächenwellen-Resonatoren (SAW)</li> <li>• Mikromischer</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroreaktoren und PCR-Chips</li> <li>• Kennlinien und Ansprechzeiten von Sensoren allgemein</li> <li>• Anemometrische Fluss-Sensoren</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalorimetrische Fluss-Sensoren</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten Typen von Mikrosystemen.</li> <li>• Die Studierenden können die Vor- und Nachteile verschiedener Typen von Mikrosystemen zur Lösung vorgegebener Aufgabenstellungen angeben und den jeweils aussichtsreichsten Typ auswählen.</li> <li>• Die Studierenden können die Kennlinien der wichtigsten Mikrosysteme vorausberechnen und die Systeme entsprechend den Vorgaben aus einem Lastenheft auslegen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Rahmen der Übungen wird den Studierenden vorgestellt, wie wissenschaftliche Vorträge vorbereitet und gehalten werden. Anschließend erhält jeder Student die Möglichkeit selbst einen Vortrag auszuarbeiten und zu halten. (Lernziel Präsentationstechnik)</li> <li>• Während der Vorlesung werden Übungsaufgaben verteilt, die als Hausaufgaben selbständig gelöst werden sollen. In der folgenden Übung werden die Lösungen gemeinsam besprochen. (Lernziel selbständiges Lösen von Aufgaben)</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung der Flusszeit bzw. des Verdrängten Volumens</li> <li>• Designregeln für Fluss-Sensoren</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flussbestimmung über die Messung von Druckdifferenzen</li> <li>• Flussmessung mit oszillierenden Strömungen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flussbestimmung über die Messung der Scheerspannung</li> <li>• Drucksensoren</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrofone</li> <li>• Beschleunigungs- und Drehratensensoren</li> <li>• Kraftsensoren</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnik + Elektronik</li> <li>• Mathematik I-III</li> <li>• Physik</li> <li>• Einführung in die Mikrosystemtechnik</li> <li>• Mechanik I, II, III</li> <li>• Mikrotechnische Konstruktion</li> </ul>   | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Konstruktion von Mikrosystemen [MSALLGMB-1303.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung/Übung Konstruktion von Mikrosystemen [MSALLGMB-1303.bc]  |                                | 0         | 4          |

**Modul: Ultrapräzisionstechnik I [MSALLGMB-1305]**

| <b>MODUL TITEL: Ultrapräzisionstechnik I</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                                |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeine Vorstellung der Ultrapräzisionsbearbeitung, Anwendungen, Werkzeuge, Kinematiken</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Duktiles Schleifen und ELID-Schleifen am Bsp. der Herstellung von Diodenlaserkomponenten</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fly Cutting, Präzisionsdrehen und Fast-Tool Bearbeitung am Bsp. der Herstellung von CO2 Laserkomponenten</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau von Ultrapräzisionsmaschinen am Bsp. einer Hobelmaschine zur Herstellung von Reflektoren</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vertiefung des erlernten Wissens in praktischen Übungen in den Laboren des Fraunhofer IPT und WZL</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Besichtigung der Diodenlasermontage am Fraunhofer ILT</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorstellung der industriellen Anwendung der Ultrapräzisionstechnologien durch die Besichtigung eines Unternehmens</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Den Studierenden sind die wichtigsten Merkmale und Anwendungsgebiete der Ultrapräzisionstechnik bekannt.</li> <li>Die Studierenden kennen und verstehen die Kinematik der Zerspanungsprozesse sowie deren Werkzeuge inkl. der dafür notwendigen Werkzeugmaschinen.</li> <li>Sie kennen die unterschiedlichen Wirkmechanismen bei der Zerspanung mit geometrisch bestimmter und unbestimmter Schneide.</li> <li>Sie sind in der Lage, die wesentlichen Merkmale und Anforderungen der Ultrapräzisionszerspanung von denen der konventionellen Zerspanungsprozesse zu unterscheiden.</li> <li>Die Studierenden sind fähig, die wichtigsten Maschinenelemente einer Ultrapräzisionsmaschine zu beschreiben und zu berechnen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Praktische Erfahrungen im Umgang mit Ultrapräzisionsmaschinen tragen zum Aufwand. besseren Verständnis der Prozesse bei und vermitteln den technologischen Aufwand.</li> <li>Kollektive Lernprozesse werden durch Kleingruppenarbeiten unterstützt.</li> <li>Durch Firmenbesuche werden erste Kontakte mit industriellen Anwendern der Ultrapräzisionstechnologie hergestellt.</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>   |                                |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>Fertigungstechnik</li> </ul>  |              |                     | Eine mündliche Prüfung  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>  |              |                     |   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Ultrapräzisionstechnik I [MSALLGMB-1305.a]  |              |                     |   |                                | 6                   | 0              |
| Vorlesung Ultrapräzisionstechnik I [MSALLGMB-1305.b]  |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |
| Übung Ultrapräzisionstechnik I [MSALLGMB-1305.c]  |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |

**Modul: Maschinen der Präzisions- und Mikrotechnik [MSALLGMB-1308]**

| <b>MODUL TITEL: Maschinen der Präzisions- und Mikrotechnik</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 3                   | 2   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendungsbereiche und Produkte der Präzisions- und Mikrotechnik</li> <li>Erläuterung der Anwendungsbereiche: Optik, Mikro-mechanik, Mikrofluidik, Medizintechnik,</li> <li>Unterschiede zwischen Feinwerktechnik und Mikrotechnik,</li> <li>Anwendungsbeispiele: Diodenlaser, Spektrometer, Faser-verbundnadel, Mikrospritzgusswerkzeug für Impeller</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prozesse der Präzisions- und Mikrotechnik</li> <li>Einführung in die Bearbeitungsverfahren: geometrisch bestimmte Schneide, geometrisch unbestimmte Schneide, energiestrahlbasierter Abtrag</li> <li>Schneidwerkstoffe, Werkzeuge und Charakteristika</li> <li>Materialien und Eigenschaften bei der Bearbeitung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maschinensysteme im Überblick</li> <li>Ultrapräzisionsmaschinen für die Diamantzerspannung</li> <li>Ultrapräzisionsschleifmaschinen</li> <li>Präzisionsmaschinen zur Mikrozerspannung</li> <li>Maschinen für die ultrapräzise Oberflächenendbearbeitung</li> <li>Maschinen für die Replikation</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau und Komponenten von Maschinensystemen für die Präzisions- und Mikrotechnik</li> <li>Aufbau von Maschinensystemen und Genauigkeitsanforderungen</li> <li>Übersicht Komponenten und Funktionsprinzipien für Komponenten</li> <li>Designprinzipien für Präzisionsmaschinen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maschinenbetten, Strukturelemente und Aufbau-komponenten</li> <li>Maschinenbetten, Materialien, Eigenschaften</li> <li>Strukturelemente, Aufbaukomponenten</li> <li>Leichtbau, thermisch Ausdehnung, Dämpfung, Schnittstellen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lagerungsprinzipien I</li> <li>Übersicht Lagerungsprinzipien,</li> <li>Aerostatik, Hydrostatik, Wälzlagerung, Magnetlagerung</li> <li>Steifigkeit, Rundlauf, Thermik, Integrationsfähigkeit in Maschinensysteme</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lagerungsprinzipien II - Hydrostatik</li> <li>Prinzipielle Funktionsweise und Auslegungsrechnung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen über Produkte, Verfahren und Prozesse sowie über zugehörige Maschinensysteme zur Herstellung von Präzisions- und feinwerktechnischen Komponenten</li> <li>Sie kennen den Aufbau und die Besonderheiten von Präzisions- und Ultrapräzisionsmaschinen sowie erzielbare Genauigkeiten mit derartigen Maschinensystemen</li> <li>Sie bekommen Detailwissen in den Bereichen der Strukturkomponenten, der Lagerungsprinzipien, der Antriebe, der Automatisierung sowie der Charakterisierung derartigen Maschinensysteme.</li> <li>Die Studierenden lernen die Grundlagen beispielbezogen aus den Bereichen der hochdynamischen Antriebs-systeme, der Mikromontage, sowie der Ultrapräzisions-maschinen</li> <li>Durch die detaillierte Darstellung der Konstruktionsentwicklung von zwei Maschinensystemen lernen die Studierenden die Zusammenhänge und Abhängigkeiten in einem Gesamtsystem</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufgrund der Blockveranstaltung erhalten die Studierenden die Möglichkeit, neben der Vorlesung praxisbezogen an Maschinen Prozesse und messtechnische Charakterisierungen zu erleben.</li> <li>Neben der reinen Vorlesung werden Konstruktionszeichnungen diskutiert, anhand derer ein grundlegendes Verständnis für die Produktions-maschinenentwicklung gestärkt wird.</li> </ul> |                   |                     |                |

- Peripherie und Besonderheiten Präzisions/Ultrapräzision (Drossel vs. Membranregler, Öle, Pumpen, Temperierung, Reibverluste)

8

- Antriebe für Präzisions- und Ultrapräzisionsmaschinen
- Linearer Direktantrieb, ( Linearmotor, Voice Coil, Solinoid)
- Spindeltriebe (Wälz, Hydrostatik)
- Messsysteme und Regelkreise
- Auflösungsgenauigkeit, Wiederholgenauigkeit und Positioniergenauigkeit

9

- Hochdynamische Systeme und Fast Tool Servo Systeme
- Grenzbereiche des Antriebs (Encoder, Antrieb, Struktur)
- Maßnahmen zur Impulskopplung, Massenkompensation
- Simulationsansätze

10

- Automatisierung in der Präzisions- und Mikrotechnik
- Werkzeug- / Bauteilspannsysteme / Einmessvorrichtungen
- Mechanische Präzision vs. steuerungstechnische Kompensation
- Prozessüberwachung in der Präzisions- und Ultrapräzisionstechnik

11

- Systeme für die Mikromontage
- Positioniersysteme - Aufbau, Komponenten
- Greifersysteme - Greifprinzipien, integrierte Sensorik zur Prozessüberwachung, Pick and Join
- Justage (Passiv - Bildverarbeitung)
- Magazinierung und Materialfluss

12

- Charakterisierung von Präzisions- und Ultrapräzisionsmaschinen
- Direkte und indirekte Maschinencharakterisierung
- Statische Genauigkeit (Lasermessung, Grenzen, Step-Response, alternative Verfahren)
- Dynamisches Verhalten (Nachgiebigkeitsfrequenzgänge, Modalanalyse)
- Thermisches Verhalten, Messmöglichkeiten

13

- Ultrapräzises Bearbeitungszentrum UHM
- Anwendungsbereich, realisierbare Prozesse
- Gesamtmaschinenaufbau
- Komponenten und Detaildesign
- Eigenschaften, Leistungsfähigkeit

14

- Kompakte Fräsmaschine für den Mikroformenbau
- Anwendungsbereich, Prozessführung
- Maschinenaufbau
- Impulskopplung in drei Achsen

| Voraussetzungen  |                         | Benotung               |     |  |
|--|-------------------------|------------------------|-----|--|
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugmaschinen (Bachelor)</li> <li>• Grundlagen der Regelungstechnik</li> </ul> Voraussetzung für (z.B. andere Module): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisierungstechnik für Produktionssysteme</li> </ul> |                         | Eine mündliche Prüfung |     |  |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |                         |                        |     |  |
| Titel  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                     | SWS |  |
| Prüfung Maschinen der Präzisions- und Mikrotechnik [MSALLGMB-1308.a]   |                         | 3                      | 0   |  |
| Vorlesung Maschinen der Präzisions- und Mikrotechnik [MSALLGMB-1308.b]   |                         | 0                      | 1   |  |
| Übung Maschinen der Präzisions- und Mikrotechnik [MSALLGMB-1308.c]   |                         | 0                      | 1   |  |

## Modul: Flugdynamik [MSALLGMB-1401]

| MODUL TITEL: Flugdynamik  |       |              |  |                         |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                         |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 5            | 4  | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                         |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                         |              |         |
| <p>Inhalte der Veranstaltungen sind z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Grundbegriffe</li> <li>• Grundlagen: Bezeichnungen, Koordinatensysteme, Luftkräfte, Luftkraftmomente</li> <li>• Stationäre Längsbewegung</li> <li>• Stationäre Seitenbewegung</li> <li>• Bewegungsgleichungen: Herleitungen, Vereinfachungen, Linearisierung</li> <li>• Dynamik der Längsbewegung: Eigenverhalten, Führungs- und Störverhalten</li> <li>• Dynamik der Seitenbewegung: Eigen-, Führungs- und Störverhalten</li> <li>• Flugeigenschaftsforderungen: Längsbewegung, Seitenbewegung</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Untersuchung der Stabilität, Steuerbarkeit und Störanfälligkeit eines Flugzeugs (Flugeigenschaften, Flugdynamik).</li> <li>• Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben der Flugeigenchaftsanalyse oder des Flugzeugentwurfs bei vorgegebenen Flugeigenchaftsanforderungen anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden können die Eigenschaften unterschiedlicher Flugzeugkonfigurationen bezüglich Stabilität und Manövrierfähigkeit beurteilen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen   |       |              | Benotung   |                         |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik</li> <li>• Mathematik</li> <li>• Regelungstechnik</li> <li>• Grundlagen der Flugmechanik</li> </ul> <p>Voraussetzung für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flugregelung</li> </ul>   |       |              | Eine mündliche Prüfung   |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |       |              |  |                         |              |         |
| Titel   |       |              |  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Flugdynamik [MSALLGMB-1401.a]   |       |              |  |                         | 5            | 0       |
| Vorlesung Flugdynamik [MSALLGMB-1401.b]   |       |              |  |                         | 0            | 2       |
| Übung Flugdynamik [MSALLGMB-1401.c]   |       |              |  |                         | 0            | 2       |

**Modul: Raumflugmechanik I [MSALLGMB-1402]**

| <b>MODUL TITEL: Raumflugmechanik I</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 4                   | 3   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SONNENSYSTEM</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ALLGEMEINE DEFINITIONEN</li> <li>• Maßsysteme</li> <li>• Koordinatensysteme</li> <li>• Zeitdefinitionen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ZWEI-KÖRPER-PROBLEM</li> <li>• Kepler</li> <li>• Newton</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BEWEGUNGSGLEICHUNGEN</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LÖSUNG DER RELATIVBEWEGUNG</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KEGELSCHNITTE</li> <li>• Grundaufgaben</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SCHWEREFELD DER ERDE</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BALLISTISCHE BAHNEN</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FLUCHT- UND EINFANGBAHNEN</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÜBERGANGANGSBAHNEN</li> <li>• Hohmann-Transfer</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BI-Elliptische Übergangsbahnen</li> <li>• Räumliche Übergangsbahnen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GESCHWINDIGKEITSTRANSFORMATIONEN</li> <li>• Swing-By</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LAMBERT'S THEOREM</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung Lambert'sches Theorem</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Berechnung von Raumflugbahnen unter dem Einfluss von zwei gravitationsbehafteten Körpern</li> <li>• Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben der Auslegung von ballistischen Bahnen, Flucht- und Einfangbahnen und Übergangsbahnen anzuwenden</li> <li>• Die Studierenden können die Anwendbarkeit und die Grenzen der hergeleiteten Methoden beurteilen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen   |                         | Benotung               |     |
|---|-------------------------|------------------------|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br>• Raumfahrzeugbau I |                         | Eine mündliche Prüfung |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |                         |                        |     |
| Titel   | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                     | SWS |
| Prüfung Raumflugmechanik I [MSALLGMB-1402.a]  |                         | 4                      | 0   |
| Vorlesung Raumflugmechanik I [MSALLGMB-1402.b]  |                         | 0                      | 2   |
| Übung Raumflugmechanik I [MSALLGMB-1402.c]  |                         | 0                      | 1   |

**Modul: Parallel Computing Methods in Computational Mechanics [MSALLGMB-1404]**

| <b>MODUL TITEL: Parallel Computing Methods in Computational Mechanics</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 4                   | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Englisch       |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung:</li> <li>• Motivation,</li> <li>• Anwendungen.</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codes der computergestützten Mechanik (1):</li> <li>• Modellierung, Diskretisierung,</li> <li>• Gittergenerierung.</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codes der computergestützten Mechanik (2):</li> <li>• Aufbau und Lösung eines Gleichungssystems,</li> <li>• Visualisierung.</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistung von Rechnern:</li> <li>• Speicherhierarchie,</li> <li>• moderne CPUs.</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalare Optimierung:</li> <li>• manuelle Coderestrukturierung,</li> <li>• automatische Optimierung.</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Parallelisierung:</li> <li>• Motivation,</li> <li>• Taxonomie paralleler Rechner.</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Loop-level Parallelisierung (1):</li> <li>• Algorithmen,</li> <li>• OpenMP, Übungen.</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Loop-level Parallelisierung (2):</li> <li>• Erweiterungen der Programmierungssprachen, High-Performance Fortran,</li> <li>• Grenzen von loop-level Parallelisierung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Task-level Parallelisierung (1):</li> <li>• Kommunikationskonzepte,</li> <li>• Evolution von Programmierungsmodellen, Parallel Virtual Machine.</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Task-level Parallelisierung (2):</li> <li>• Einführung in das Message-Passing Interface (MPI),</li> <li>• Grundlagen von MPI.</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die allgemeine Struktur von rechnergestützten Programmen in der Kontinuumsmechanik: Finite-Elemente, Finite-Differenzen oder Finite-Volumen in der Strukturmechanik oder Strömungsmechanik.</li> <li>• Die Studierenden sind vertraut mit den neusten skalaren Optimierungsstrategien in cache-basierten Mikroprozessoren. Sie sind sich bewusst über die potentiellen Engpässe, die die Computerperformance stark reduzieren und sind trainiert diese zu vermeiden.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Gründe für die Nutzung von parallelem Rechnen im Ingenieurwesen und kennen die aktuellen Entwicklungen im Software- und im Hardwarebereich.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig den openMP und den MPI Standard anzuwenden, um einen parallele Beschleunigung für die typischen Berechnungen in der Kontinuumsmechanik zu erlangen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben gelernt einen kurzen Beschaffungsantrag für Geräte zu schreiben.</li> <li>• Die Studierenden haben eine Literaturrecherche zu bestimmten Themen vollführt und die Ergebnisse präsentiert.</li> <li>• Die Studierenden hatten praktischen Umgang mit Hochleistungsrechnungen.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Task-level Parallelisierung (3):</li> <li>• Vertiefung und Details von MPI</li> <li>• MPI-2, paralleles I/O, einseitige Kommunikation.</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Programmierpraxis:</li> <li>• Versionsverwaltung,</li> <li>• kollaborative Entwicklung, Leistungsmessung.</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parallele Codes in der rechnergestützten Mechanik (1):</li> <li>• unstrukturierte Daten-Zerlegung,</li> <li>• Zerlegung, Neuordnung und Neunummerierung.</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parallele Codes in der rechnergestützten Mechanik (2):</li> <li>• iterative Löser, GMRES,</li> <li>• Vorkonditionierung.</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zukunft von Rechnern:</li> <li>• Grenzen des Mooreschen Gesetzes,</li> <li>• Quantum, DNA, molekulare Rechner.</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                                  |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik</li> <li>• Finite Elemente in Fluidodynamik</li> <li>• Unix-Betriebssystem-Kenntnisse</li> <li>• Grundlagen der Integral- und Differentialrechnung</li> <li>• Programmierkenntnisse (Fortran/C)</li> </ul>   | <p>Eine mündliche Prüfung und drei Referate.</p> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>                   | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Parallel Computing Methods in Computational Mechanics [MSALLGMB-1404.a]  |  | 4         | 0          |
| Vorlesung Parallel Computing Methods in Computational Mechanics [MSALLGMB-1404.b]  |  | 0         | 3          |

**Modul: Modellierung technischer Systeme [MSALLGMB-1407]**

| MODUL TITEL: Modellierung technischer Systeme   |       |              |  |                   |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 6            | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung und Abgrenzung der Begriffe 'Prozess' und 'Modell'</li> <li>'Prozessgrößen' und 'Modellgleichungen' als grundlegende Konzepte der Modellentwicklung</li> <li>Vorstellung der Modellgleichungsstruktur bestehend aus Bilanzgleichungen, konstitutiven Gleichungen und weiteren Gleichungen zur Beschreibung des Verhaltens verfahrenstechnischer Prozesse</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeine differentielle Bilanzgleichung für Phasen</li> <li>Verknüpfung von Phänomenen des Prozesses mit den Termen der differentiellen Bilanzgleichung, d.h. Speicherterm, konvektiver und diffusiver Transportterm und Quellterm</li> <li>Herleitung der differentiellen Gesamtmassenbilanz und Massenbilanz eines Stoffes im Gemisch aus der allgemeinen differentiellen Bilanzgleichung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herleitung der differentiellen Impulsbilanz, Bilanzen für verschiedene Energieformen und der Entropiebilanz</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeine differentielle Bilanzgleichung für Oberflächen</li> <li>Dimensionsreduktion differentieller Bilanzen bei nur zwei oder einer berücksichtigten Ortsdimension</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeine integrale Bilanzgleichung für Phasen</li> <li>Verknüpfung von Phänomenen des Prozesses mit den Termen der integralen Bilanzgleichung, d.h. Speicherterm, Transportterm, Quellterm und Austauschterm</li> <li>Herleitung der integralen Massenbilanz und Massenbilanz eines Stoffes im Gemisch, Impulsbilanz, Energiebilanz und Entropiebilanz aus der allgemeinen integralen Bilanzgleichung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herleitung der integralen Bilanzen für den Spezialfall ideal durchmischter Systeme</li> <li>Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in den Bilanzgleichungen für Phasen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in Bilanzgleichungen für Oberflächen</li> <li>Modellvervollständigung mit weiteren konstitutiven Gleichungen und Zwangsbedingungen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Systemtheorie</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die Grundlagen einer systematischen Modellentwicklung für verfahrenstechnische Prozesse. Sie kennen Analysemethoden zur Bewertung von mathematischen Modellen und können die Merkmale allgemeiner Modellbausteine benennen.</li> <li>Die Studierenden verstehen die Bedeutung der einzelnen mathematischen Terme der Modellgleichungen, können diese interpretieren und daraus Schlüsse und Folgerungen über das Verhalten des modellierten Prozesses ziehen.</li> <li>Die Studierenden können die Methoden der Modellentwicklung und Analyse auf neue unbekannte Prozesse anwenden.</li> <li>Aufgrund der weit gefächerten interdisziplinären Herkunft verfahrenstechnischer Prozesse bringen die Studierenden Kenntnisse anderer Fachrichtungen ein, beispielsweise der chemischen, mechanischen, biologischen und thermischen Verfahrenstechnik sowie der Anlagentechnik und Prozessleittechnik.</li> <li>Die Studierenden können die Phänomene eines verfahrenstechnischen Prozesses isolieren, ihre prozesstechnische Relevanz bestimmen und darauf aufbauend Modelle mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad entwickeln.</li> <li>Die Studierenden können die Güte von Prozessmodellen anhand geeigneter Analysemethoden beurteilen, alternative Modelle kritisch vergleichen und ggf. verbessern.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                   |              |         |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemkonzept, Systemdarstellung und Systementwicklung als Werkzeuge zur methodischen Behandlung beliebiger Systeme</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Methoden der Systemtheorie auf Modelle als spezielle Systeme</li> <li>• Einführung von Modellbausteinen zur Modellstrukturierung im Sinne der Systementwicklung</li> <li>• 'Komponenten' und 'Verknüpfungen' als spezielle Modellbausteine zur Modelldarstellung im Sinne der Systemdarstellung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Modellbausteine</li> <li>• Charakterisierung von elementaren Modellbausteinen mittels Merkmalslisten im Sinne des Systemkonzepts</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht-elementare Modellbausteine und deren Merkmalslisten</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizierung der Struktur von Gleichungssystemen typischer verfahrenstechnischer Modelle</li> <li>• Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von stationären Modellen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von dynamischen Modellen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung des vollständigen Modellierungsprozesses an Hand eines konkreten Beispiels</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundoperationen der Verfahrenstechnik</li> <li>• Reaktionstechnik</li> <li>• Thermodynamik der Gemische</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Modellierung technischer Systeme [MSALLGMB-1407.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung/Übung Modellierung technischer Systeme [MSALLGMB-1407.bc]  |                                | 0         | 3          |

**Modul: Modellgestützte Schätzmethoden [MSALLGMB-1409]**

| MODUL TITEL: Modellgestützte Schätzmethoden  |       |              |  |                   |              |         |
|--|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1  | 1     | 5            | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können inverse Probleme erkennen.</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die grundlegenden Fehlermodelle benennen.</li> <li>Die Studierenden sind mit den Grundlagen aus der angewandten Stochastik vertraut und kennen z. B. die Bedeutung einer Zufallsvariable.</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen Schätzverfahren und deren Anwendungsgebiete.</li> <li>Die Studierenden kennen die Maximum-Likelihood Methode und können diese anwenden.</li> <li>Die Studierenden kennen die Methode der kleinsten Fehlerquadrate und können demonstrieren, in welchen Fällen diese ein so genannter 'best linear unbiased estimator' (BLUE) ist.</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können lineare inverse Probleme formulieren und deren Schlechtgestellttheit analysieren.</li> <li>Die Studierenden kennen das Lösungsverhalten schlecht gestellter Probleme.</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die Eigenvektorzersetzung darstellen und auf Beispiele anwenden.</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die Verbindung von Eigenwerten und der Schlechtgestellttheit erläutern.</li> <li>Die Studierenden können die abgeschnittene Singulärwertzerlegung zum Lösen schlecht gestellter Probleme nutzen und begründen, warum die Methode sinnvoll ist.</li> <li>Die Studierenden kennen die Singulärwertzerlegung und können diese anwenden.</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die regularisierenden Eigenschaften der Diskretisierung begründen.</li> <li>Die Studierenden können die regularisierenden Eigenschaften iterativer Löser erläutern.</li> <li>Die Studierenden können die Tikhonov Regularisierung erläutern.</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können das Diskrepanzprinzip erläutern und anwenden.</li> <li>Die Studierenden kennen wesentliche Methoden zur Wahl des Regularisierungsparameters.</li> <li>Die Studierenden können das L-Kurven Kriterium erläutern und anwenden.</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können inverse Probleme erkennen und erklären</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage die Schlechtgestellttheit eines Problems zu analysieren.</li> <li>Die Studierenden kennen die wichtigsten regularisierungsstrategien zur Lösung schlecht gestellter Probleme und können diese auf konkrete Probleme anwenden.</li> <li>Die Studierenden können die Angemessenheit eines mathematischen Modells für einen Prozess beurteilen.</li> <li>Die Studierenden kennen die Konzepte der optimalen Versuchsplanung und können diese auf konkrete Beispiele anwenden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können einfache Programme in Matlab implementieren (wird in den Übungen erlernt)</li> <li>Die Schlüsselqualifikationen sollen während der Vorlesungen, der entsprechenden begleitenden Übungen und Selbststudium erworben werden.</li> </ul> |                   |              |         |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können den Luenberger Beobachter analysieren und erläutern.</li> <li>Die Studierenden können Lösungsstrategien inverser Probleme auf den Problemkreis der Zustandsschätzung anwenden.</li> <li>Sie können den Begriff der Beobachtbarkeit für LTI-Systeme erläutern.</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können den Begriff der Systeminversion erläutern.</li> <li>Die Studierenden können die Lösungsstrategien inverser Probleme auf die Problemklasse der Eingangsschätzung anwenden.</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können geeignete Gütefunktionen auswählen und begründen.</li> <li>Die Studierenden können Eingangsschätzprobleme mittels Zustandserweiterung selbständig analysieren und lösen.</li> <li>Die Studierenden können Parameterschätzprobleme lösen.</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können eine Konfidenzanalyse durchführen.</li> <li>Die Studierenden können die Lösung eines Parameterschätzproblems analysieren und kritisch hinterfragen.</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können zwischen konkurrierenden Modellstrukturen wählen und ihre Wahl begründen.</li> <li>Die Studierenden kennen die Konzepte der optimalen Versuchsplanung und können diese auf Beispielprobleme anwenden.</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Forschungsumfeld kennen und können diese klassifizieren.</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Industriefeld kennen und können diese klassifizieren.</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>Englisch (Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur im Selbststudium)</li> <li>Praktische Erfahrungen mit einer höheren Programmiersprache (in den Übungen müssen kleinere Aufgaben in Matlab implementiert werden)</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Modellgestützte Schätzmethoden [MSALLGMB-1409.a]   |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Modellgestützte Schätzmethoden [MSALLGMB-1409.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Modellgestützte Schätzmethoden [MSALLGMB-1409.c]   |                                | 0         | 2          |

## Modul: Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik [MSALLGMB-1411]

| MODUL TITEL: Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik  |       |              |   |                         |              |         |
|---|-------|--------------|---|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |   |                         |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 6            | 4   | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |   |                         |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele   |                         |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Prinzipien von Modellierung und Simulation</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Modelle und Simulationen sind in der Technik von Bedeutung?</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Modellierung (Strömungsmodellierung, Wärmeübertragungsmodellierung, Strukturmechanik, etc.)</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallstudien, Beispiele aus der aktuellen Forschung aus der Kunststofftechnik und Textiltechnik</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungstechnik (z.B. Werkzeugtemperierung, Reduzierung der Maschinenstillstände)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung und Optimierungsstrategien in der Modellierung und Simulation</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Modellierung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik vertraut.</li> <li>• Sie kennen die relevanten physikalischen Modelle zur Beschreibung kunststoff- und textiltechnischer Modelle und können sie auf konkrete Fragestellungen anwenden.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage mit physikalischen Modellen zu beschreibende kunststoff- und textiltechnische Prozesse mit Hilfe numerischer Methoden zu simulieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage die gewonnenen Erkenntnisse auf konkrete Fragestellungen aus dem Bereich der kunststoff- und textiltechnischen Prozesse, Verfahren und Maschinen anzuwenden und diese gezielt zu optimieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die praktischen Kleingruppenübungen am Rechner lernen die Studierenden, im Team Problemstellungen selbstständig und unter Anleitung zu lösen.</li> </ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen   |       |              | Benotung  |                         |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmierkenntnisse</li> </ul>   |       |              | <p>Eine schriftliche Prüfung</p>  |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |       |              |   |                         |              |         |
| Titel   |       |              |   | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik [MSALLGMB-1411.a]   |       |              |   |                         | 6            | 0       |
| Vorlesung Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik [MSALLGMB-1411.b]   |       |              |   |                         | 0            | 2       |
| Übung Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik [MSALLGMB-1411.c]   |       |              |   |                         | 0            | 2       |

**Modul: Practical Introduction to FEM-Software I [MSALLGMB-1412]**

| <b>MODUL TITEL: Practical Introduction to FEM-Software I</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 5                   | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Englisch       |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Einführung, Aufbau eines FEM-Programms, ANSYS (Benutzeroberfläche)</li> <li>• Modellierung und Berechnung von Fachwerken mit ANSYS</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von Balkenstrukturen</li> <li>• ANSYS Kommandos, Arbeiten mit Eingabedateien</li> <li>• Postprocessing für Balkenelemente</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Einführung in das FEM-Programm CALCULIX</li> <li>• Modellierung und Berechnung von Balkenstrukturen mit CALCULIX</li> <li>• Datenaustausch zwischen ANSYS &amp;#60;-&amp;#62; CALCULIX</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die 2D-Modellierung mit ANSYS (Teil 1)</li> <li>• 2D-Elementtypen, freie Vernetzung, Randbedingungen, Netzdichte, Postprocessing</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommandos für die 2D-Modellierung in CALCULIX</li> <li>• Randbedingungen, Netzdichte, Postprocessing</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die 2D-Modellierung mit ANSYS (Teil 2)</li> <li>• Strukturierte Vernetzung (mapped mesh), 'bottom up'-'top down' - Ansatz</li> <li>• ANSYS Kommandos für Wärmeleitungsprobleme</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• APDL, Elementtypen, Randbedingungen, h- und p-Methode</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postprocessing, Fehlerabschätzung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANSYS 3D-Modellierung (Teil 1), Geometrieerstellung, Selektierungs- und Gruppierungskommandos</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D-Modellierung (Teil 2), ANSYS- und CALCULIX-Kommandos, 3D-Elementtypen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D-Modellierung (Teil 3), ANSYS- und CALCULIX-Kommandos, Extrusion von 2D-Modellen.</li> </ul> |              |                     | <p>Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden einen Überblick und eine Einführung in Finite-Elemente-Software zu geben.<br/>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- besitzen ausreichende praktische und theoretische Kenntnisse für die Bedienung der Programme ANSYS und CALCULIX .</li> <li>- sind in der Lage, eigenständig kleinere 2D- und 3D-FE-Modelle zu erstellen.</li> <li>- sind fähig, lineare Struktur- und Wärmeleitungsprobleme zu lösen.</li> <li>- verstehen das Konzept des 'Solid Modelling' und des Vernetzens.</li> <li>- kennen die wichtigsten Kommandos zur Erstellung von Eingabedateien.</li> <li>- wissen, wie Randbedingungen und Belastungsfälle definiert werden.</li> <li>- sind in der Lage, kleinere FE-Modelle zu überprüfen und Fehler zu analysieren.</li> <li>- können die Berechnungsergebnisse im Postprozessor kritisch bewerten.</li> <li>- können aus einer FE-Berechnung praktische Konstruktionsanweisungen ableiten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br/>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen im Team eine Aufgabe zu bearbeiten und diese in Form eines Reports zu dokumentieren und zu präsentieren.</li> <li>- über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |  |           |            |
|---|--|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektarbeit, Modellierung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektarbeit, Modellierung, Berechnung, Postprocessing</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektarbeit, Dokumentation, Report</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repetitorium</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>  |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Practical Introduction to FEM-Software II</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine schriftliche Prüfung oder mündliche Prüfung</li> <li>• Eine schriftliche Ausarbeitung</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |  |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>   | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Practical Introduction to FEM-Software I [MSALLGMB-1412.a]  |  | 5         | 0          |
| Vorlesung Practical Introduction to FEM-Software I [MSALLGMB-1412.b]  |  | 0         | 1          |
| Labor Practical Introduction to FEM-Software I [MSALLGMB-1412.d]  |  | 0         | 2          |



| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Verbrennungskraftmaschinen I [MSALLGMB-1415.a]         |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Verbrennungskraftmaschinen I [MSALLGMB-1415.b]       |                                | 0         | 2          |
| Übung Verbrennungskraftmaschinen I [MSALLGMB-1415.c]           |                                | 0         | 2          |

**Modul: Kolbenarbeitsmaschinen [MSALLGMB-1417]**

| <b>MODUL TITEL: Kolbenarbeitsmaschinen</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 5                   | 3   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Historie</li> <li>• Grundlagen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätzlicher Aufbau</li> <li>• Einteilungskriterien für Kolbenarbeitsmaschinen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einteilungskriterien für Kolbenarbeitsmaschinen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Antriebsleistungsberechnung</li> <li>• Strömungs- und Erwärmungsverluste in Verdichtern</li> <li>• Innere und äußere Verdichtung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Gastvorlesung<br/>Dr. Schon Ford Forschungszentrum Aachen</li> <li>• Einsatz von Kompressoren im Motorenbau</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2. Gastvorlesung<br/>Dr. Schorn Ford Forschungszentrum Aachen</li> <li>• Einsatz von Kompressoren im Motorenbau</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenngrößen der Verdichter</li> <li>• Fördermengen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verdichterberechnung unter Berücksichtigung von Realgasverhalten</li> <li>• Feuchte Luft</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion zu einem Kolbenkompressorenhersteller in der Nähe von Aachen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrstufige Verdichtung</li> <li>• Regelung der Verdichter</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Kolbenpumpen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pumpenleistung</li> <li>• Kavitation</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Vielfaltigkeit und Variationsbreite von Kolbenarbeitsmaschinen.</li> <li>• Die Studierenden können Kolbenarbeitsmaschinen nach festgelegten Konstruktionsmerkmalen einteilen und bewerten.</li> <li>• Sie kennen die Grundsätze der Verdichter- / Pumpenberechnung und können diese zur Auslegung von Kolbenarbeitsmaschinen anwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Problematik der Regelung und können verschiedene Regelungsarten bezüglich ihrer Vor- und Nachteile bewerten.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Eigenschaften von realen Gasen und feuchter Luft und berücksichtigen diese bei Verdichterberechnungen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| 13<br>• Berechnung maximaler Saughöhen                         |                                |           |            |
| 14<br>• Windkesselauslegung                                    |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
|  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Kolbenarbeitsmaschinen [MSALLGMB-1417.a]               |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Kolbenarbeitsmaschinen [MSALLGMB-1417.b]             |                                | 0         | 2          |
| Übung Kolbenarbeitsmaschinen [MSALLGMB-1417.c]                 |                                | 0         | 1          |

**Modul: Numerische Simulation in der Oberflächentechnik I [MSALLGMB-1419]**

| <b>MODUL TITEL: Numerische Simulation in der Oberflächentechnik I</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Begriffsbestimmungen</li> <li>• Systemanalytische Grundlagen</li> <li>• Simulationstechnisches Grundkonzept</li> <li>• Monte-Carlo-Verfahren, Grundlagen</li> <li>• Erzeugung und Test von Zufallszahlen</li> <li>• Zufallszahlen mit vorgegebener Verteilung</li> <li>• Numerische Integration</li> <li>• Anwendungen von MC-Verfahren in der Oberflächentechnik (Trajektorien bei PVD-Verfahren, Schichtaufbau beim thermischen Spritzen, Strahlverschleiß, u.a.)</li> <li>• Finite-Differenzen-Verfahren (thermisch u. mechanisch)</li> <li>• Anwendungen (Wärmedämmschichten, Schichtverbundwerkstoffe, Schichtwerkstoffe während der Herstellung)</li> <li>• Finite-Elemente-Verfahren (thermisch u. mechanisch)</li> <li>• Anwendungen : Verschleißvorgänge, Abrasion, Verzug bei der Randschichtbearbeitung</li> <li>• Prüfungskolloquium</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen und Begriffe aus der Systemanalyse.</li> <li>• Sie kennen das simulationstechnische Grundkonzept und können dieses auf Probleme der Oberflächentechnik bei Beschichtungs- und Beanspruchungsprozessen anwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen das Prinzip der Monte-Carlo-Verfahren und können dieses an Hand von Beispielen erklären.</li> <li>• Die Studierenden können verschiedene Fallbeispiele aus der Oberflächentechnik unter Anwendung des simulationstechnischen Grundkonzeptes mit Monte-Carlo-Modellen darstellen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen der Finite-Differenzen- und Finite-Elemente-Verfahren.</li> <li>• Sie kennen Anwendungsschwerpunkte, Anwendungsgrenzen und Anwendungsbeispiele für diese Verfahren in der Oberflächentechnik.</li> <li>• Sie können unter Anwendung physikalischer Grundlagen und experimentellem Datenmaterial numerische Simulationen für oberflächentechnische Problemstellungen auf der Basis der Finite-Differenzen- und Finite-Elemente-Verfahren erstellen.</li> <li>• Sie können diese Modelle entweder mit Standardsoftware lösen oder Vorschläge für andere Lösungsmethoden detailliert erarbeiten.</li> <li>• Die Studierenden beurteilen verschiedene vorgestellte Modelle im Hinblick auf zu erwartende Praxisrelevanz der Simulationsergebnisse.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden durch die Übungen befähigt, Problemstellungen zu analysieren, zu modellieren und unter Benutzung der Modelle Lösungsvorschläge zu erarbeiten (Methodenkompetenz).</li> <li>• Die Arbeit in den Übungen erfolgt in Kleingruppen. Hierdurch werden kollektive Lernprozesse aktiviert, an denen die Studierenden teilhaben (Stoffbearbeitung durch Teamarbeit).</li> <li>• Die kommunikativen Fähigkeiten der Studierenden werden dadurch verbessert, daß im Rahmen der Übungen komplexe Sachverhalte auf hoher Abstraktionsebene formuliert werden.</li> <li>• Gleichzeitig wird hierdurch strukturiertes Denken sowie die Fähigkeit der Präsentation komplexer Sachverhalte verbessert.</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen   |                         | Benotung                   |     |  |
|---|-------------------------|----------------------------|-----|--|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmierkenntnisse, Kenntnis einer Programmiersprache</li> </ul> |                         | Eine schriftliche Prüfung. |     |  |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |                         |                            |     |  |
| Titel   | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                         | SWS |  |
| Prüfung Numerische Simulation in der Oberflächentechnik I [MSALLGMB-1419.a]   |                         | 6                          | 0   |  |
| Vorlesung Numerische Simulation in der Oberflächentechnik I [MSALLGMB-1419.b]   |                         | 0                          | 2   |  |
| Übung Numerische Simulation in der Oberflächentechnik I [MSALLGMB-1419.c]   |                         | 0                          | 2   |  |

**Modul: Hochleistungswerkstoffe [MSALLGMB-1421]**

| <b>MODUL TITEL: Hochleistungswerkstoffe</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur und Phasenbildung der Materie</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beeinflussung von Festigkeitseigenschaften</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffverhalten bei hohen und niedrigen Temperaturen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellungsverfahren</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leichtmetalle I:</li> <li>• Aluminium und Aluminiumlegierungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leichtmetalle II:</li> <li>• Magnesium, Titan, Beryllium und ihre Legierungen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hartlegierungen (Eisen-, Nickel-, Kobalt-)</li> <li>• rost- und säurebeständige Stähle</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superlegierungen (Nickel-, Kobalt-)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intermetallische Legierungen:</li> <li>• Laves, Hume-Rothery, Zintl</li> <li>• TiAl, NiAl</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refraktärmetalle:</li> <li>• Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hartstoffe:</li> <li>• Karbide, Oxide, Nitride, Boride</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schneidstoffe:</li> <li>• Hartmetall, Cermet, CBN, PKD, ZTA</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanowerkstoffe</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studenten können die Methoden der Festigkeitssteigerung von Werkstoffen beschreiben.</li> <li>• Studenten können das Verhalten von Werkstoffen bei hohen Temperaturen erklären und kennen die notwendigen Prüfmethode</li> <li>• Studenten können Werkstoffe (Metalle, Keramiken, Verbundwerkstoffe, Werkstoffverbunde, Nanostrukturierte Werkstoffe) hinsichtlich Leistungsgrenzen beurteilen</li> <li>• Studenten wissen wie welche Werkstoffe gewonnen und hergestellt werden</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
|  | Eine schriftliche Prüfung.     |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Hochleistungswerkstoffe [MSALLGMB-1421.a]              |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Hochleistungswerkstoffe [MSALLGMB-1421.b]            |                                | 0         | 2          |
| Übung Hochleistungswerkstoffe [MSALLGMB-1421.c]                |                                | 0         | 2          |

## Modul: Simulation fluidtechnischer Systeme [MSALLGMB-1422]

| MODUL TITEL: Simulation fluidtechnischer Systeme   |       |              |  |                   |              |         |
|--|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1  | 1     | 6            | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Simulation fluidtechnischer Systeme</li> <li>Definition des Sachgebiets</li> <li>Simulation des dynamischen Systemverhaltens vs. Simulation von Strömung, FEM, MKS oder Tribokontakten: Abgrenzung und Kombinationsmöglichkeiten</li> <li>Anwendungen der Simulation in Konstruktion, Forschung, Vertrieb, Lehre</li> <li>Übersicht zu verfügbaren Simulationsumgebungen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellbildung I:</li> <li>Mathematische Beschreibung der grundlegenden Effekte Widerstand, Kapazität, Induktivität und deren Entsprechungen in Mechanik und Elektrik</li> <li>Klassifizierung von Teilmodellen fluidtechnischer Systeme</li> <li>Abbildung der Eigenschaften von Druckmedien</li> <li>Übung: Einführung in Simulationssoftware anhand einfacher Beispiele</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellbildung II:</li> <li>Ventile und technische Widerstände</li> <li>Zylinder</li> <li>Übung: Modellierung, Parametrierung und Simulation eines ventilgesteuerten hydraulischen Linearantriebs</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellbildung III:</li> <li>Pumpen und Motoren</li> <li>Übung: Modellierung, Parametrierung und Simulation eines pumpengesteuerten hydraulischen Antriebs</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellbildung IV:</li> <li>Rohrleitungen/Schläuche</li> <li>Speicher</li> <li>Übung: Pneumatik</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regelungen und Steuerungen</li> <li>Digitale und analoge Regler und Sensoren</li> <li>Unterstützung der Regleroptimierung durch Parametervariation</li> <li>Übung: Reglerauslegung für einen hochdynamischen Antrieb</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Simulation I</li> <li>strukturiertes Vorgehen: vom einfachen zum komplexen Modell</li> <li>Strategien zur Vermeidung von Abbildungsfehlern: Inbetriebnahme der Simulation und Verifikation</li> <li>Rechnergestützte Auswertung &amp; Darstellung</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die Möglichkeiten zur Beschreibung und zur Simulation dynamischer Systeme.</li> <li>Sie sind in der Lage, fluidtechnische Systeme sinnvoll in Funktionseinheiten zu gliedern. (Systemverständnis)</li> <li>Den Studierenden sind unterschiedliche Beschreibungsmöglichkeiten und Detaillierungen für das Verhalten der Teilsysteme bekannt, so dass sie für die jeweilige Fragestellung geeignete Modelle auswählen.</li> <li>Die Studierenden können Simulationsmodelle aufbauen, diese parametrieren und die Qualität der Ergebnisse beurteilen.</li> <li>Die Ergebnisse einer digitalen Simulation können sie im Zeit- und im Frequenzbereich darstellen, weiterverarbeiten und daraus Aussagen zum Systemverhalten ableiten.</li> <li>Die Studierenden können den Nutzen der digitalen Simulation als Werkzeug für die Konzeption, Konstruktion, Regelung und Analyse von fluidtechnischen Systemen einschätzen.</li> <li>Sie können Ergebnisse von Simulationen kritisch hinterfragen und die Zulässigkeit von getroffenen Annahmen für den konkreten Anwendungsfall beurteilen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden bilden im Rahmen der Übungen gemeinsam fluidtechnische Systeme in Simulationsumgebungen ab. Sie verteten ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse dar.</li> <li>Die Studierenden erlernen Lösungsstrategien, mit denen sie komplexe Probleme strukturiert bearbeiten können. Sie können technische Systeme analysieren und die zugrundeliegenden Zusammenhänge abstrahieren.</li> </ul> |                   |              |         |

|  |   |           |            |
|--|---|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung: Verfeinerung der Parametervariation zur Regleroptimierung und Visualisierung der Ergebnisse</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation II: Analyse des Systemverhaltens im Zeitbereich</li> <li>• Ermitteln von Kennwerten zum Systemverhalten</li> <li>• Sensitivitätsanalyse</li> <li>• Übung: Wirkungsgradbetrachtung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation III: Analyse des Systemverhaltens im Frequenzbereich</li> <li>• FFT, Analyse von Schwingungen</li> <li>• Stabilität von Regelkreisen</li> <li>• Sensitivitätsanalyse</li> <li>• Übung: Schwingungsphänomene in hydraulischen Anwendungen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifikation</li> <li>• Abgleich von Simulation und Messdaten</li> <li>• Einflüsse auf die Qualität der Ergebnisse</li> <li>• Übung: Abgleich der Simulation aus Übung 2 (ventilgesteuerter Linearantrieb) mit Messdaten vom Prüfstand</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationskopplung</li> <li>• Struktur und Aufbau von Simulationskopplungen</li> <li>• Anwendungsfelder</li> <li>• Übung: gekoppelte Simulation von Hydraulik und Mechanik</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung und Prüfungsvorbereitung</li> </ul> |   |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>   |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servohydraulik - Geregelt fluidtechnische Antriebe</li> <li>• Grundlagen der Fluidtechnik</li> <li>• Regelungstechnik (Abel)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine schriftliche Prüfung oder</li> <li>• eine mündliche Prüfung.</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |   |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>  | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Simulation fluidtechnischer Systeme [MSALLGMB-1422.a]  |   | 6         | 0          |
| Vorlesung Simulation fluidtechnischer Systeme [MSALLGMB-1422.b]  |   | 0         | 2          |
| Übung Simulation fluidtechnischer Systeme [MSALLGMB-1422.c]  |   | 0         | 2          |

**Modul: Schwingungs- und Beanspruchungsmesstechnik [MSALLGMB-1425]**

| <b>MODUL TITEL: Schwingungs- und Beanspruchungsmesstechnik</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Messtechnik</li> <li>• Einleitung</li> <li>• Messtechnische Grundbegriffe</li> <li>• Messgrößen in der SBMT und deren Einheiten</li> <li>• Logarithmisches Pegelmaß</li> <li>• Zeitliche Funktionsverläufe</li> <li>• Aufbau einer Messkette</li> <li>• Bestandteile einer Messkette</li> <li>• Absoluter und relativer Fehler</li> <li>• Gesamtfehler einer Messkette</li> <li>• Justieren und Abgleichen</li> <li>• Bedingungen für das verzerrungsfreie Messen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messwertwandlung I</li> <li>• Einleitung</li> <li>• Elektrotechnische Grundlagen</li> <li>• Ohmsche Wandlungsverfahren</li> <li>• Messpotentiometer</li> <li>• Dehnungsmessstreifen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messwertwandlung II</li> <li>• Induktive Wandlungsverfahren</li> <li>• Kapazitive Wandlungsverfahren</li> <li>• Piezoelektrische Wandlungsverfahren</li> <li>• Beispiele für weitere Wandlungsprinzipien</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messwertaufnehmer</li> <li>• Berührungsfreie Aufnehmer mit Festpunkt</li> <li>• Berührende Aufnehmer mit Festpunkt</li> <li>• Aufnehmer ohne Festpunkt</li> <li>• Schwingungstechnisches Ersatzmodell</li> <li>• Wegaufnehmer</li> <li>• Geschwindigkeitsaufnehmer</li> <li>• Beschleunigungsaufnehmer</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messwertverstärkung I</li> <li>• Allgemeines</li> <li>• Wheatstone'sche Brücke</li> <li>• Beispiele für Brückenverschaltungen</li> <li>• Temperaturkompensation</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messwertverstärkung II</li> <li>• Messbrücke mit Trägerspannungsquelle</li> <li>• Unterdrückung von Störungen</li> <li>• Gleichspannungsmessverstärker</li> <li>• Trägerfrequenzmessverstärker</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis für messtechnische Problemstellungen sowie für die Darstellung und Eigenschaften von Messgrößen.</li> <li>• Der Aufbau und das Übertragungsverhalten einer Messkette sind erlernt.</li> <li>• Die verschiedenen physikalischen Wandlungsprinzipien, die in der Schwingungs- und Beanspruchungsmesstechnik zum Einsatz kommen, sowie deren Vor- und Nachteile sind bekannt und verstanden.</li> <li>• Der Aufbau, die Funktion und die Einsatzbedingungen von Bewegungsaufnehmern sind verstanden.</li> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Prinzipien zur Messwertverärkung und Messwertübertragung sowie deren Anwendung.</li> <li>• Die zur Frequenzanalyse nötigen Voraussetzungen und Schritte sind bekannt und können auf konkrete Beispiele angewendet werden.</li> <li>• Die hinter der DFT und FFT stehende Theorie wurde verstanden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messwertübertragung</li> <li>• Allgemeines</li> <li>• Schleifringübertragung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequenzanalyse I</li> <li>• Mathematische Grundlagen</li> <li>• Fourier Reihe</li> <li>• Fourier Transformation</li> <li>• Abtastung (Analog/Digital-Wandlung)</li> <li>• Bandüberlappung (Aliasing)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequenzanalyse II</li> <li>• Diskrete Fourier Transformation (DFT)</li> <li>• Definition der DFT</li> <li>• Eigenschaften der DFT</li> <li>• Fensterung</li> <li>• Matrixinterpretation der DFT</li> <li>• Berechnung der DFT mittels FFT</li> <li>• Anwendung der DFT und FFT</li> <li>• Beispiel eines Antialiasingfilters</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborübung</li> <li>• Dynamische Messung mit einem 3D Koordinatenmesssystem</li> <li>• Matlab Anwendung zur Frequenzanalyse</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Maschinen- u. Strukturdynamik</li> <li>• Dynamik der Mehrkörpersysteme</li> <li>• Regelungstechnik</li> <li>• Elektrotechnik und Elektronik</li> <li>• Messtechnisches Labor</li> </ul>   | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Schwingungs- und Beanspruchungsmesstechnik [MSALLGMB-1425.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Schwingungs- und Beanspruchungsmesstechnik [MSALLGMB-1425.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Schwingungs- und Beanspruchungsmesstechnik [MSALLGMB-1425.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Akustik im Motorenbau [MSALLGMB-1428]**

| <b>MODUL TITEL: Akustik im Motorenbau</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 5                   | 4  | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| 1<br>• Einführung<br><br>2<br>• Grundlagen I<br><br>3<br>• Grundlagen II<br><br>4<br>• Mess- und Analysetechnik<br><br>5<br>• Geräuschquellen am Motor<br><br>6<br>• Kurbeltrieb und Massenausgleich<br><br>7<br>• Kolben und Ventiltrieb<br><br>8-9<br>• Motorstruktur<br><br>10-11<br>• Verbrennungsgeräusch<br><br>12<br>• Ansauganlagen, Mündungsschall<br>• Abgasanlagen<br><br>13-14<br>• CAE / Sounddesign |              |                     | <b>Fachbezogen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die akustischen Grundlagen, von den Schallfeldgrößen bis zur Ohrphysiologie.</li> <li>• Die Studierenden können akustische Mess- und Analysetechniken unterscheiden und kennen ihre Anwendungsgebiete.</li> <li>• Sie kennen die relevanten Gesetzgebungen und Geräuschgrenzwerte.</li> <li>• Sie kennen die Geräuschquellen am Motor sowie deren physikalische Zusammenhänge.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Maßnahmen zur Geräuschreduktion an Motoren.</li> <li>• Sie kennen typische Schwingungsformen von Hubkolbenmotoren und ihre Abhilfemaßnahmen.</li> <li>• Sie wissen um die Möglichkeiten der gezielten Geräuschgestaltung zur Darstellung eines Soundkonzepts. Z.B. markenspezifische Zielsounds im Fahrzeuginnenraum (angenehm/dynamisch).</li> </ul><br><b>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Grundlagen der Verbrennungsmotoren   |              |                     | Ein Multiple-Choice-Test und eine mündliche Prüfung.   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>  |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Akustik im Motorenbau [MSALLGMB-1428.a]   |              |                     |  |                                | 5                   | 0              |
| Vorlesung Akustik im Motorenbau [MSALLGMB-1428.b]   |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |
| Übung Akustik im Motorenbau [MSALLGMB-1428.c]   |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |

**Modul: Werkstoffkunde der Kunststoffe [MSALLGMB-1503]**

| <b>MODUL TITEL: Werkstoffkunde der Kunststoffe</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 4                   | 3  | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| <p>Inhalte der Veranstaltungen sind z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung und historische Bedeutung der Kunststoffe, Kunststoff-Eigenschaften und -Anwendungen</li> <li>• Makromolekularer Aufbau der Kunststoffe</li> <li>• Bindungskräfte und Aufbau von Polymerwerkstoffen</li> <li>• Verhalten in der Schmelze</li> <li>• Abkühlen aus der Schmelze und Entstehung der inneren Struktur</li> <li>• Mechanische Tragfähigkeit von Kunststoffteilen</li> <li>• Thermische Eigenschaften</li> <li>• Elektrische Eigenschaften</li> <li>• Optische Eigenschaften</li> <li>• Akustische Eigenschaften von Polymerwerkstoffen</li> <li>• Oberflächenspannung</li> <li>• Stofftransportvorgänge</li> <li>• Chemische Abbau von Polymeren</li> </ul> |              |                     | <p>Die Studierenden kennen den makromolekularen Aufbau der Kunststoffe und deren Verarbeitungsverhalten. Sie können unterschiedliche Analysemethoden von Kunststoffen erläutern und auf Basis der mechanischen, thermischen und rheologischen Werkstoffeigenschaften die unterschiedlichen Kunststoffarten klar unterscheiden. Die Studierenden kennen die elektrischen, optischen und akustischen Eigenschaften der 74 Kunststoffe und können anhand ihres Wissens geeignete Kunststoffe für spezielle Problemstellungen auswählen.</p> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffkunde II (aus Bachelor-studiengang)</li> </ul>   |              |                     | <p>Eine schriftliche Prüfung</p>   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>  |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Werkstoffkunde der Kunststoffe [MSALLGMB-1503.a]  |              |                     |  |                                | 4                   | 0              |
| Vorlesung Werkstoffkunde der Kunststoffe [MSALLGMB-1503.b]  |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |
| Übung Werkstoffkunde der Kunststoffe [MSALLGMB-1503.c]  |              |                     |  |                                | 0                   | 1              |

## Modul: Kautschuktechnologie [MSALLGMB-1504]

| MODUL TITEL: Kautschuktechnologie   |       |              |  |                   |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 3            | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produkte der Kautschukindustrie - eine Einführung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Von den Rohstoffen zu Kautschukmischungen I (Einführung, Aufbau von Mischungen, Polymere)</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Von den Rohstoffen zu Kautschukmischungen II (Füllstoffe, Weichmacher, Kleinchemikalien, Vulkanisation)</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterisierung verarbeitungsrelevanter Stoffeigenschaften (Thermodynamische Eigenschaften, Rheologische Eigenschaften)</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischen I (Mischsaal, Innenmischer, Spezialextruder)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischen II (Innenmischer, Kühlanlagen, Mischungsprüfung)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahrenstechnische Analyse des Mischprozesses im Innenmischer (Strömungsverhältnisse, Prozessablauf, Einfluss der Betriebsparameter auf den Mischprozess, instationäre Anfahreffekte, Füllgrad und Mischfolge)</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrudieren von Elastomeren I (Extruder, Maschinenteknik, Bauarten, Verfahrenstechnische Analyse)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrudieren von Elastomeren II (Werkzeugtechnik, Huckepack-Anlagen, Scherkopf-Anlagen; Auslegung von Werkzeugen für die Profilextrusion - analytische Berechnungsverfahren, FEM)</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrudieren von Elastomeren III (Vernetzungsanlagen, Kühlung, Prozessüberwachung)</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kautschukspritzgießen I (Einleitung, Herstellung von Formartikeln, Maschinen zur Herstellung von Formartikeln)</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kautschukspritzgießen II (Werkzeuge - Aufbau, Temperierung, Entformung, Formverschmutzung, Auslegung, Angussysteme)</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten sind in der Lage, den Aufbau von Kautschukmischungen in der Abgrenzung zu anderen Polymerwerkstoffen darzustellen und die Verarbeitungseigenschaften wie die Endprodukteigenschaften einzuschätzen.</li> <li>• Sie kennen die wichtigsten Verarbeitungsprozesse und die Maschinen und Anlagen.</li> <li>• Die Zusammenhänge zwischen Rohstoffen, Kautschukmischungen, Verarbeitungsbedingungen und Produkteigenschaften sind verstanden.</li> <li>• Die Studenten kennen die Grundüberlegungen der Werkstoffauswahl und Werkstoffmodifikation beim Entwickeln von Elastomerprodukten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der relativ kleinen Anzahl von Hörern ist es möglich, die im Folgenden genannten Zusammenhänge und Fakten nicht nur vorzutragen, sondern auch zu diskutieren. Dadurch werden Schlüsselqualifikationen erworben, die insbesondere für die Überbrückung der Kluft zwischen den Herangehensweisen der Ingenieur- und der Naturwissenschaften sowie der Wirtschaftswissenschaften unverzichtbar sind.</li> <li>• Es sind heute allgemein gültige Zusammenhänge bekannt zwischen dem chemisch-strukturellen Aufbau der wichtigsten Rohstoffe einer Kautschukmischung, dem Verarbeitungsverhalten dieser Mischungen und den Eigenschaften der daraus hergestellten Endprodukte. Bei der didaktischen Vermittlung wird die zeitgemäße Betrachtungsweise von Strukturen auf der Größenskala vom Nano- über den Mikro-, den Meso- bis zum Makro-Maßstab im Denken der Studierenden verankert. Es wird Verständnis geschaffen für die Unterschiede der Betrachtungsweisen eines Chemikers oder Physikers und eines Ingenieurs in der Kautschukindustrie und es wird auch auf Inkonsistenzen in den Terminologien der verschiedenen Fachdomänen hingewiesen. Außerdem wird auf Unterschiede im Verhalten bei der Problemanalyse und der Problemlösung zwischen Ingenieuren, Naturwissenschaftlern und Betriebspraktikern aufmerksam gemacht. Dies fördert die fachliche Kooperationsfähigkeit der Studierenden in ihrer späteren Industrietätigkeit oder schon in einer Tätigkeit als Doktorand in der Universität.</li> <li>• Zur Entwicklung des Grundverständnisses für betriebswirtschaftliche Tatsachen und Zusammenhänge bei der Kautschukverarbeitung werden z.B. die Auswirkungen von Rohstoffpreise und von Kosten der verschiedenen Aufbereitungs- und Verarbeitungsprozesse (Durchsatzleistung, Produktivität) auf die Kosten der Endprodukte diskutiert.</li> <li>• Der komplexe Zusammenhang zwischen den Eigenschaften eines Reifens (Rutschfestigkeit, Rollwiderstand, Verschleiß) und den ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Auswirkungen (Verkehrssicherheit, Treibstoffverbrauch und Umweltbelastung, Gesetzgebung) wird aufgezeigt und andiskutiert.</li> </ul> |                   |              |         |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kautschukspritzgießen III (Prozessüberwachung - Einflussfaktoren auf die Formteileigenschaften, Formteilfehler, Sensorik; Automatisierung - Formteilhandling)</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegung von Formteilen I (Materialeigenschaften, Werkstoffauswahl, Mechanische und thermische Formteilauslegung)</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegung von Formteilen II (Mechanische und thermische Formteilauslegung mit der FEM)</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, &amp;#8230;):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffkunde II</li> <li>• Kunststoffverarbeitung I</li> </ul>   | Eine mündliche Prüfung.        |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Kautschuktechnologie [MSALLGMB-1504.a]  |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Kautschuktechnologie [MSALLGMB-1504.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Kautschuktechnologie [MSALLGMB-1504.c]  |                                | 0         | 1          |

## Modul: Umweltaspekte in der Werkstoffkunde [MSALLGMB-1507]

| MODUL TITEL: Umweltaspekte in der Werkstoffkunde  |       |              |  |                   |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 1   | 1     | 3            | 2  | jedes 2. Semester | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thematische Hinweise aus der Geschichte</li> <li>• Definitionen und Begriffe zum Thema der Vorlesung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindliche Vorgaben und existierende Empfehlungen zu den Umweltaspekten der Werkstofftechnik an Hand von Beispielen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreisläufe 1</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreisläufe 2</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanzierungsmethoden 1 (u. a. Risikoanalysen)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanzierungsmethoden 2 (u. a. FMEA)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanzierungsmethoden 3 (u. a. Ökobilanzen allgemein)</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanzierungsmethoden 4 (u. a. Ökobilanzen nach ISO 14040)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanzierungsmethoden 5 (Verwendung der Bilanzierungsmethoden für andere Themenbereiche der Werkstofftechnik, z. B. Schadensanalyse)</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanzierungsmethoden 6 (Beispiele 1)</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanzierungsmethoden 7 (Beispiele 2)</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffrecycling 1</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffrecycling 2</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrachtung der thematischen Zusammenhänge der Einzelthemen für komplexe Fragestellungen.</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Wechselwirkungen von Werkstoffanwendungen in der Umwelt an Beispielen zu beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage an technischen Prozessen (incl. Produkten) geeignete Systemgrenzen festzulegen und die Stoffflüsse zu benennen.</li> <li>• Die Studierenden können die relevanten Themen der ISO 14000 ff benennen und geeignete Ergänzung für ein Managementsystem formulieren.</li> <li>• Die Studierenden können die Stoffkreisläufe von technischen Systemen darstellen und Bilanzierungen auf Basis unterschiedlicher Methoden (z. B. nach ISO 14040 ff) vornehmen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage die Bilanzierungstechniken auch für andere Themen in der Werkstofftechnik (z. B. Schadensanalyse) anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Möglichkeiten zum Recycling von Werkstoffen nennen und die Unterschiede konkurrierender Verfahren gegenüberstellen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage komplexe Zusammenhänge zu analysieren und in sinnvolle Teilsysteme zu unterteilen.</li> <li>• Die Studierende können fachübergreifende Zusammenhänge zur Umwelttechnik beschreiben.</li> </ul> |                   |              |         |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
|   | Eine schriftliche Prüfung.     |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Umweltaspekte in der Werkstoffkunde [MSALLGMB-1507.a]   |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Umweltaspekte in der Werkstoffkunde [MSALLGMB-1507.b] |                                | 0         | 2          |

**Modul: Werkstoffe der Energietechnik [MSALLGMB-1509]**

| <b>MODUL TITEL: Werkstoffe der Energietechnik</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 3                   | 2   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Phasendiagramme</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasendiagramme ausgewählter Hochtemperaturlegierungssysteme</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Prüfverfahren der Hochtemperaturlegierungen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriechen von Hochtemperaturlegierungen und Extrapolationsmethoden</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermüdung bei hohen Temperaturen, Prüfverfahren</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermüdung bei hohen Temperaturen - Schadensgrundlagen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensvorhersagemethodik von Hochtemperaturkomponenten</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutzbeschichtungssysteme für Hochtemperaturanwendungen - Grundlagen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosionswiderstandsfähige Hochtemperaturschutzbeschichtungen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Eigenschaften von korrosionswiderstandsfähigen Beschichtungen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmesperrende Beschichtungen - Verarbeitung</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmesperrende Beschichtungen - Physikalisch-mechanische Eigenschaften</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TMF Verhalten von TBC-beschichteten Komponenten</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen den Aufbau von Hochtemperaturmaterialien, Härtungsmechanismen von Hochtemperaturlegierungen und die Herstellung von Komponenten sowie der Wärmebehandlung, um die geforderten mechanischen Eigenschaften einzustellen. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei den speziellen Prüfverfahren gewidmet, um die geforderten Materialeigenschaften von Hochtemperaturmaterialien zu erhalten, z. B. LCF-, HCF- und TMF-Verhalten.</li> <li>• Sie kennen die Grundlagen der Materialschädigung bei hohen Temperaturen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, die richtigen Materialien für Hochtemperaturapplikationen zu wählen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen  |                         | Benotung               |     |  |
|--|-------------------------|------------------------|-----|--|
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Grundlagen der Werkstofftechnik |                         | Eine mündliche Prüfung |     |  |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN              |                         |                        |     |  |
| Titel  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                     | SWS |  |
| Prüfung Werkstoffe der Energietechnik [MSALLGMB-1509.a]          |                         | 3                      | 0   |  |
| Vorlesung Werkstoffe der Energietechnik [MSALLGMB-1509.b]        |                         | 0                      | 2   |  |

**Modul: Neue Werkstoffe für energietechnische Anlagen [MSALLGMB-1510]**

| <b>MODUL TITEL: Neue Werkstoffe für energietechnische Anlagen</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 3                   | 2   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochtemperaturkorrosion - Grundlagen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation und Aufkohlung bei hohen Temperaturen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hitzekorrosion - Mechanismen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hitzekorrosionsbeständige Beschichtungen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue ferritische und austenitische Stähle für Kessel-Anwendungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialien für SOFC Anwendungen I</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialien für SOFC Anwendungen II</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialien und Komponenten für Fusionsanwendungen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfverfahren und Versagensformen von Fusionsmaterialien</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortschrittliche Intermetalle für zukünftige Kraftwerksanwendungen I</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortschrittliche Intermetalle für zukünftige Kraftwerksanwendungen II</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortschrittliche Beschichtungssysteme für neue Materialien</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Technologien um Materialschäden auf Nanoebene zu untersuchen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen den Aufbau von Hochtemperaturmaterialien, Härtungsmechanismen von Hochtemperaturlegierungen und die Herstellung von Komponenten sowie der Wärmebehandlung, um die geforderten mechanischen Eigenschaften einzustellen. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei den speziellen Prüfverfahren gewidmet, um die geforderten Materialeigenschaften von Hochtemperaturmaterialien zu erhalten, z. B. LCF-, HCF- und TMF-Verhalten.</li> <li>• Sie kennen die Grundlagen der Materialschädigung bei hohen Temperaturen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, die richtigen Materialien für Hochtemperaturapplikationen zu wählen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen   |                         | Benotung                |     |  |
|---|-------------------------|-------------------------|-----|--|
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Grundlagen der Werkstofftechnik          |                         | Eine mündliche Prüfung. |     |  |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                       |                         |                         |     |  |
| Titel   | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                      | SWS |  |
| Prüfung Neue Werkstoffe für energietechnische Anlagen [MSALLGMB-1510.a]   |                         | 3                       | 0   |  |
| Vorlesung Neue Werkstoffe für energietechnische Anlagen [MSALLGMB-1510.b] |                         | 0                       | 2   |  |

**Modul: Servohydraulik - geregelte hydraulische Antriebe [MSALLGMB-1602]**

| <b>MODUL TITEL: Servohydraulik - geregelte hydraulische Antriebe</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Servohydraulik</li> <li>• Geschichte, Stand der Technik und Anwendungsbeispiele</li> <li>• Übersicht und Systematik geregelter hydraulischer Antriebe</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stellglieder von geregelten hydraulischen Antrieben I</li> <li>• Stetige Ventile</li> <li>• Aufbau stetiger Ventile</li> <li>• Statisches und dynamisches Verhalten stetiger Ventile</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stellglieder von geregelten hydraulischen Antrieben II</li> <li>• Verstellpumpen und Motoren</li> <li>• Aufbau und Verhalten von Verstellpumpen und Motoren</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydraulische Aktoren, Sensoren und Regeleinrichtungen in der Servohydraulik</li> <li>• Aufbau, Eigenschaften und Wirkungsgrad von Zylindern, Schwenkmotoren und Rotationsmotoren</li> <li>• Aufbau und Funktionsweise von Weg- und Drucksensoren</li> <li>• Analoge und digitale Reglerbaugruppen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statische Kennwerte ventilsteuerter hydraulischer Antriebe I</li> <li>• Systematik der Ventilsteuerungen</li> <li>• Hydraulische Halb- und Vollbrücken</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statische Kennwerte ventilsteuerter hydraulischer Antriebe II</li> <li>• Kenngrößen und Kennlinienfelder</li> <li>• Linearisierung der Kennfelder</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statische Kennwerte ventilsteuerter hydraulischer Antriebe III</li> <li>• Experimentelle und datenblattbasierte Ermittlung der Kenngrößen</li> <li>• Wirkungsgrad und Fertigungsaufwand von Ventilsteuerungen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung hydraulischer Antriebe I</li> <li>• Strukturpläne der Steuerketten: Ventil-Linearmotor, Ventil-Rotationsmotor, Verstellpumpe-Linearmotor, Verstellpumpe-Rotationsmotor</li> <li>• Mathematisches Modell eines Ventils</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Begriffe und die typischen Anwendungen der Servohydraulik.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, den Aufbau und die Systematik geregelter hydraulischer Antriebe bestehend aus Stellgliedern (d.h. Ventilen und Pumpen), Aktoren (d.h. Linear- und Rotationsmotoren), Sensoren und Regeleinrichtungen zu erklären.</li> <li>• Basierend auf den erworbenen Kenntnissen können die Studierenden das statische Verhalten ventilsteuerter hydraulischer Antriebe mathematisch beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden können eine beliebige hydraulische Steuerkette analysieren und das dynamische Verhalten der Systeme bestimmen. Sie sind fähig, die Grenzen eines mathematischen Antriebsmodells aufzuzeigen.</li> <li>• Ausgehend von der Analyse der offenen Steuerketten können die Studierenden in Abhängigkeit der erforderlichen Regelgröße (d.h. Kraft, Geschwindigkeit, Position) die geschlossenen Regelkreise für hydraulische Antriebe konzipieren.</li> <li>• Während der Bedienung eines servohydraulischen Antriebs im Versuchsfeld des Instituts sind die Studierenden in der Lage, unterschiedliche Regler zu bewerten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Vorlesungen und Übungen werden die Studierenden zu einer aktiven Beteiligung am Unterricht angeregt, indem ihnen Fragen gestellt werden (Präsentation).</li> <li>• Im Rahmen einer Demonstrationsübung wird kleineren Gruppen von Studierenden ein Problem dargestellt, das gemeinsam mit einem Betreuer gelöst wird (Teamarbeit, Projektmanagement).</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung hydraulischer Antriebe II</li> <li>• Mathematische Modelle von Verstellpumpe und -motor</li> <li>• Dynamische Kennwerte der Steuerketten: Ventil-Linearmotor, Ventil-Rotationsmotor, Verstellpumpe-Linearmotor, Verstellpumpe-Rotationsmotor</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung hydraulischer Antriebe III</li> <li>• Strukturplan der Steuerkette mit Sekundärregelung</li> <li>• Dynamische Kennwerte der Steuerkette</li> <li>• Dynamisches Verhalten realer hydraulischer Antriebe, Nichtlinearitäten</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelung hydraulischer Antriebe I</li> <li>• Druck-, Kraft- und Momentregelung</li> <li>• Regelungskonzepte, Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelung hydraulischer Antriebe II</li> <li>• Geschwindigkeitsregelung</li> <li>• Regelungskonzepte, Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelung hydraulischer Antriebe III</li> <li>• Lageregelung</li> <li>• Regelungskonzepte, Reglerauswahl, Demonstration am realen Zylinderantrieb</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausurvorbereitung, Klausurvorrechnung und Diskussion</li> </ul> <p>Sonstiges:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Lehrumfang von 42 Stunden wird auf 14 Wochen aufgeteilt. Jede Lerneinheit besteht aus einer 90-minütigen Vorlesung und einer 90-minütigen Übung.</li> <li>• In jeder Übung wird die Aufgabenstellung von der nächsten Übung ausgeteilt. Hiermit wird den Studierenden angeboten und empfohlen, sich auf die nächste Übung vorzubereiten.</li> <li>• Im Rahmen einer Demonstrationsübung wird das Bedienen eines geregelten hydraulischen Zylinderantriebs im Institutslabor gezeigt. Hierbei werden unterschiedliche Regler verglichen. Die Messungen werden den Ergebnissen aus einem Simulationsmodell des Antriebs gegenübergestellt.</li> <li>• Es wird eine Klausurvorrechnungsübung angeboten</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Fluidtechnik (Prof. Murrenhoff)</li> <li>• Mess- und Regelungstechnik (Prof. Abel)</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Servohydraulik - geregelte hydraulische Antriebe [MSALLGMB-1602.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Servohydraulik - geregelte hydraulische Antriebe [MSALLGMB-1602.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Servohydraulik - geregelte hydraulische Antriebe [MSALLGMB-1602.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Schmierstoffe und Druckübertragungsmedien [MSALLGMB-1604]**

| <b>MODUL TITEL: Schmierstoffe und Druckübertragungsmedien</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 3                   | 2  | jedes 2. Semester              | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einf. in Schmierstoffe und Druckübertragungsmedien</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herstellungsverfahren</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Additivierung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltaspekte</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendungen von Schmierstoffen und Druckübertragungsmedien</li> </ul> <p>Besonderheit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Vorlesung findet in vier Blockveranstaltungen statt</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Überblick über die verschiedene Arten von eingesetzten Schmierstoffen und Druckübertragungsmedien</li> <li>Aufbau eines intensiven Grundwissens über verschiedene Medien und deren Einsatzbedingungen</li> <li>Kenntnisse über das Herstellungsverfahren der Öle</li> <li>Vermittlung der rheologischen Eigenschaften der Öle</li> <li>Auswirkungen von Schmierstoffen auf tribologische Systeme</li> <li>Einsatzmöglichkeiten von Zusatzstoffen und deren Auswirkungen</li> <li>Vermittlung von Wissen zur eigenständigen Auswahl von Schmierstoffen und Druckübertragungsmedien als Konstruktionselement</li> <li>Grundwissen über die Umweltverträglichkeit verschiedener Schmierstoffe</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einblick in die betriebsorganisatorische Ausrichtung eines großen Industrieunternehmens</li> <li>Einblick in eine Produktionsstätte zur Herstellung von Schmierstoffen und Druckübertragungsmedien</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Fluidtechnik</li> </ul>   |              |                     | Eine schriftliche Prüfung  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>  |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Schmierstoffe und Druckübertragungsmedien [MSALLGMB-1604.a]   |              |                     |  |                                | 3                   | 0              |
| Vorlesung Schmierstoffe und Druckübertragungsmedien [MSALLGMB-1604.b]   |              |                     |  |                                | 0                   | 1              |
| Übung Schmierstoffe und Druckübertragungsmedien [MSALLGMB-1604.c]   |              |                     |  |                                | 0                   | 1              |

**Modul: Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen [MSALLGMB-1606]**

| <b>MODUL TITEL: Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 6                   | 3   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Modellierung der Stoffeigenschaften von Gemischen</li> <li>• Das GE-Modell UNIQUAC und Parameterbestimmung mit Bondi-Tabellen</li> <li>• Weitere Korrelationen mit Bondi</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der kombinatorische Beitrag der UNIQUAC-Gleichung</li> <li>• Gittermodelle und (Semi-)Empirische Erweiterungen</li> <li>• Besonderheiten für lange Kettenmoleküle</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokale Zusammensetzung</li> <li>• Gittertheorien und Näherungen</li> <li>• GE-Modelle in der Literatur</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermittlung von Stoffdaten</li> <li>• Benutzung und Wichtigkeit von Stoffdaten</li> <li>• Wichtigste Datenquellen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten und Verfügbarkeit von Stoffdaten</li> <li>• Abschätzung von Reinstoffdaten</li> <li>• Datenblätter und Sicherheit</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kritische Daten</li> <li>• Lydersen, Ambrose, und Joback Gruppenbeitragsmethoden</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dampf-Flüssigkeits-Gleichgewicht und das UNIFAC-Modell</li> <li>• Dampfdruckkurve und azentrischer Faktor</li> <li>• Dichte, Viskosität und Wärmekapazität</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundlagen der Grenzflächen</li> <li>• Grenzflächenspannung</li> <li>• Benetzung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Modellierung der Phasengrenze</li> <li>• Die Kelvin-Gleichung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwirkung zwischen Phasen und Phasengrenzen</li> <li>• Adsorption an Phasengrenzen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusionskoeffizienten nach Fick und Maxwell-Stefan</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen auch mit Hilfe von historische Literaturquellen die Hintergründe etablierter Zustandsgleichungen und Exzessenthalpiemodelle.</li> <li>• Die Studierenden kennen durch Beispiele Modellkonzepte für die Berechnung häufig benötigter Stoffeigenschaften.</li> <li>• Die Studierenden kennen durch Vergleich mit experimentellen Daten die Schwächen und die Stärken der in der Lehrveranstaltung durchgenommenen Modelle.</li> <li>• Die Studierenden sind durch Beispiele und Übungen befähigt, bei zukünftig auftretenden Problemen die besten verfügbaren Modelle auszuwählen und die Ergebnisse kritisch zu bewerten.</li> <li>• Die Studierenden wissen, wie die Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen die Grundoperationen beeinflussen.</li> <li>• Die Studierende kennen die thermodynamische Grundlagen zu Phasengrenzen.</li> <li>• Die Studierende wissen, wie die Eigenschaften der Grenzflächen die Grenzflächephänomene beeinflussen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können selbständig eine Internetrecherche zu einem vorgegebenem Thema durchführen und insbesondere verfügbare Informationen zu Stoffdaten von Reinstoffen und Gemischen finden.</li> <li>• Die Studierende sind durch die Übung befähigt, PC Anwendungen für die Modellierung der Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen zu benutzen und zu entwickeln.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich und Zusammenhang der Diffusionskoeffizienten nach Fick und Maxwell-Stefan</li> <li>• Unterschiedliche Diffusionskoeffizienten</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die molekularen Simulationen und die statistische Thermodynamik</li> <li>• Das kanonische Ensemble</li> <li>• Methode des maximalen Terms</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwischenmolekulare Kräfte und Potentiale</li> <li>• Simulationstechniken: das Monte-Carlo-Verfahren, Molekulardynamik</li> <li>• Quantenmechanische Berechnungen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsgleichungen</li> <li>• Das ideale Gas</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik der Gemische</li> </ul>  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen [MSALLGMB-1606.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen [MSALLGMB-1606.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen [MSALLGMB-1606.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Kinetik des Stofftransports [MSALLGMB-1607]**

| <b>MODUL TITEL: Kinetik des Stofftransports</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 4                   | 3   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Stofftransportes</li> <li>• Konzentrationsmaße, absolute und relative Geschwindigkeiten</li> <li>• Konvektion und Diffusion</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansatz von Fick zur Beschreibung der Diffusion im Zweistoffgemisch, Erweiterung für Vielstoffgemische.</li> <li>• Messung der Diffusionskoeffizienten mit unterschiedlichen Methoden</li> <li>• Intra- und Selbst-Diffusionskoeffizienten</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansatz von Maxwell und Stefan zur Beschreibung der Diffusion in Vielstoffgemischen</li> <li>• Umrechnung zwischen dem Fick'schen Ansatz und dem von Maxwell und Stefan</li> <li>• Diskussion der Vor- und Nachteile beider Ansätze</li> <li>• Korrelationen zur Beschreibung der Diffusionskoeffizienten unter anderem nach Wilke-Chang, Vignes bzw. Darken</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffhaltung unter Berücksichtigung der Diffusion, schrittweise Berücksichtigung von vereinfachenden Annahmen</li> <li>• Beschreibung des Stefan-Stroms und Diskussion der Ursachen und Konsequenzen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusion in einer ruhenden ebenen Schicht ohne und mit überlagerter chemischer Reaktion</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusion in einer ruhenden porösen Kugel</li> <li>• Anwendung auf Katalysator-Pellets, Knudsen-Diffusion</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instationäre Diffusion in einer ruhenden ebenen Schicht und in einer ruhenden Kugel ohne und mit überlagerter chemischer Reaktion</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Überlegungen zur Kopplung von Diffusion und Konvektion</li> <li>• Definition und Anwendung von Stoffübergangskoeffizienten</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Diskussion der Sherwood-Zahl</li> <li>• Vorstellung von Stoffübergangstheorien: die Filmtheorie</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Grenzschichttheorie</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Ansätze von Fick und Maxwell-Stefan zur Beschreibung diffusiver Vorgänge einschließlich der jeweiligen Vor- und Nachteile. Sie können die Koeffizienten beider Modelle ineinander überführen.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Methoden der Modellierung des Stoffübergangs in verfahrenstechnischen Prozessen einschließlich der jeweiligen Annahmen und Voraussetzungen. Sie können für konkrete Anwendungsfälle einen geeigneten Ansatz auswählen und anwenden. Die zugehörigen dimensionslosen Kennzahlen werden sicher beherrscht.</li> <li>• Die Studierenden kennen Ansätze zur Modellierung des Stoffdurchgangs an Tropfen und Blasen, den typischen elementaren Stofftransporteinheiten verfahrenstechnischer Prozesse.</li> <li>• Bei Kombination von Stofftransport und chemischer Reaktion kennen die Studierenden die zu erwartenden Effekte und die Haupteinflussgrößen. Sie können geeignete Modelle zur Beschreibung auswählen und anwenden.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |  |           |            |
|---|--|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Penetrations- und die Oberflächenerneuerungstheorie</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbulenter Stoffübergang</li> <li>• Diskussion der Ähnlichkeit zwischen Stoff- und Wärmeübergang</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffdurchgang mit der Zweifilmtheorie, Diskussion der Annahmen und Erweiterungen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instabilitäten an Phasengrenzen</li> <li>• Überlagerung von chemischen Reaktionen beim Stoffdurchgang</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>  |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik der Gemische</li> <li>• Wärme und Stoffübertragung I</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung. |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |  |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>                         | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Kinetik des Stofftransports [MSALLGMB-1607.a]   |  | 4         | 0          |
| Vorlesung Kinetik des Stofftransports [MSALLGMB-1607.b]   |  | 0         | 2          |
| Übung Kinetik des Stofftransports [MSALLGMB-1607.c]   |  | 0         | 1          |

**Modul: Wasser- und Abwassertechnologie [MSALLGMB-1608]**

| <b>MODUL TITEL: Wasser- und Abwassertechnologie</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 4                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Veranstaltung:</li> <li>• Überblick über die Gewässersituation / Wasserversorgung</li> <li>• Überblick über (Ab)wasserinhaltsstoffe</li> <li>• Schadwirkungen des Abwassers</li> <li>• Anfallstellen des Abwassers</li> <li>• Überblick über Verfahren zur (Ab)wasserreinigung</li> <li>• Anforderungen an die Behandlung von kommunalem Abwasser</li> <li>• Anforderungen an die Behandlung von industriellem Abwasser</li> <li>• Aspekte der Hygiene bei der Aufbereitung von Trink- und Brauchwasser</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtsgrundlagen des (industriellen) Umweltschutzes:</li> <li>• Grundlegende Prinzipien</li> <li>• Begriffsbestimmungen</li> <li>• Genehmigungen</li> <li>• Zugang zu Informationen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserhaushaltsgesetz</li> <li>• Abwasserabgabengesetz</li> <li>• (Ab)wasserverordnung</li> <li>• Emissionsgrenzwerte</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Ab- und Trinkwasserreinigung:</li> <li>• Sedimentation</li> <li>• Zentrifugation</li> <li>• Filtration</li> <li>• FlotationFlockung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membranverfahren:</li> <li>• Grundlagen der druckgetriebenen Membranverfahren</li> <li>• Abtrennung partikulärer Stoffe mittels Ultra- (UF) und Mikrofiltration (MF)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abtrennung gelöster Stoffe mittels Nanofiltration (NF) und Umkehrosiose (Reverse Osmosis - RO)</li> <li>• Verfahrensvarianten und Kombinationsverfahren (UF, MF, NF, RO)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemisch-physikalische Abwasserreinigung</li> <li>• Fällung</li> <li>• Adsorption</li> <li>• Ionenaustausch</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über verfügbare Technolgien zur Behandlung belasteter Abwässer.</li> <li>• Sie kennen die wichtigsten natürlichen und alternativen Süßwasserressourcen (z.B. Meerwasser) und kennen technische Methoden zu deren Aufbereitung (Entsalzungs-, Entkeimungs- und Reinigungstechniken).</li> <li>• Sie können für unterschiedlich stark belastete Abwässer geeignete Lösungsansätze zur Aufbereitung anbieten.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Abwasserbehandlungstechnolgien in bestehende Prozesse zu integrieren, z.B. im Bereich des produktionsintegrierten Umweltschutzes. Die Studierenden sind mit wesentlichen Grundlagen gesetzlicher Rahmenbedingungen im Bereich der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung vertraut.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch Erarbeitung und Präsentation eines fachbezogenen Themas werden die Studierenden zu Selbständigkeit und Eigeninitiative angehalten. Sie stärken ihre Präsentationsfähigkeiten und erlernen die effektive Nutzung moderner Recherchewerkzeuge.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Abwasserreinigung:</li> <li>• Mikroorganismen als Träger des biologischen Umsatzes</li> <li>• Grundlagen des mikrobiellen Stoffwechsels, anaerobe und aerobe Verfahren zur (Ab)wasserreinigung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nährstoffelimination</li> <li>• Reaktoren</li> <li>• Verfahrensanordnungen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren zur Entkeimung und Sterilisation von (Ab)wasser:</li> <li>• Oxidationsverfahren</li> <li>• Ozonierungsverfahren</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation mittels Wasserstoffperoxid</li> <li>• Abwasserverbrennung</li> <li>• Naßoxidation</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hybridverfahren:</li> <li>• Einführung die Hybridverfahren</li> <li>• Auslegung von Hybridverfahren</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Abwasserreinigung und Salzwasseraufbereitung:</li> <li>• Strippung</li> <li>• Destillation</li> <li>• Eindampfung</li> <li>• Flüssig - Flüssig - Extraktion</li> <li>• Abwasserverbrennung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktionsintegrierter Umweltschutz:</li> <li>• Vorgehen beim produktionsintegrierten Umweltschutz</li> <li>• Wassermanagement</li> <li>• Praxisbeispiele (Integration von Abwasserreinigungstechnologien in bestehende Prozesse)</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                        |           |            |
|  | Ein Referat und eine mündliche Prüfung |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>         | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Wasser- und Abwassertechnologie [MSALLGMB-1608.a]  |  | 4         | 0          |
| Vorlesung Wasser- und Abwassertechnologie [MSALLGMB-1608.b]  |  | 0         | 2          |
| Seminar Wasser- und Abwassertechnologie [MSALLGMB-1608.d]  |  | 0         | 2          |

**Modul: Auslegung von Turbomaschinen [MSALLGMB-1609]**

| <b>MODUL TITEL: Auslegung von Turbomaschinen</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1   | 1            | 5                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zweidimensionale Strömung durch Schaufelgitter</li> <li>• Problemstellung der zweidimensionalen Theorie</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren zur potentialtheoretischen Behandlung der Gitterströmung</li> <li>• Größen zur Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss der Schaufelteilung, der schaufeldicke und des Anströmwinkels</li> <li>• Einfluss der Kompressibilität</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschwindigkeitsdreiecke einer axialen Repetierstufe</li> <li>• Verluste im Gitter</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gitterbelastungskriterium und Mach-Zahl-Einfluss</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zirkulation des Rades</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Räumliche Strömung durch Turbomaschinen</li> <li>• Definition des Stufenelements</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkung der Zentripetal- und Coriolisbeschleunigung in der Relativströmung des Laufrades</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Näherungslösungen zur Berechnung der räumlichen Strömung in Axialmaschinen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verluste in Turbomaschinen</li> <li>• Leistungen und Wirkungsgrade</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufteilung der Strömungsverluste im Stufengitter</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Strömungsverluste</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsverhalten und Kennlinien der Verdichterstufe und der mehrstufigen Verdichter</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transschall- und Überschallverdichter</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit der Aufgabenstellung der der Funktionsweise von Turboarbeitsmaschinen vertraut.</li> <li>• Sie kennen die Unterschiede und Möglichkeiten der zwei- und dreidimensionalen Strömungsberechnung in Turbomaschinen</li> <li>• Sie sind in der Lage, vereinfachte Berechnungsmethoden anzuwenden und zu beurteilen</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Betriebskennfelder von Turboverdichtern und Pumpen beurteilen und sind in der Lage die Grenzen des Betriebsbereichs zu erläutern</li> <li>• Sie sind mit den unterschiedlichen Problemstellungen von thermischen und hydraulischen Turboarbeitsmaschinen vertraut.</li> <li>• Sie können die Regelungsmöglichkeiten von Turboarbeitsmaschinen erläutern und bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit beurteilen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren</li> <li>• Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickeln und gegenüberstellen.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| 15<br>• Kühlung bei mehrstufigen Verdichtern   |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module)<br>• Thermodynamik<br>• Strömungsmechanik I<br>• Grundlagen der Turbomaschinen |                                |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Auslegung von Turbomaschinen [MSALLGMB-1609.a]   |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Auslegung von Turbomaschinen [MSALLGMB-1609.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Auslegung von Turbomaschinen [MSALLGMB-1609.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Foundations of Numerical Methods in Mechanical Engineering [MSALLGMB-2003]**

| <b>MODUL TITEL: Foundations of Numerical Methods in Mechanical Engineering</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 4                   | 2   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Englisch       |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Von der intuitiven Wahrnehmung zur mathematischen Formulierung ingenieurwissenschaftlicher Probleme; Beispiele.</li> <li>• Wahl der Voraussetzungen und mathematischen Werkzeuge für die Problemformulierung.</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassen von Lösungswegen (Übersicht):</li> <li>• Analytische Lösungen, Näherungslösungen, direkte Näherungen, Näherungslösungen nach Transformation des Problems.</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassen von physikalischen Problemen: Diskrete Systeme, kontinuierliche Systeme.</li> <li>• Gleichgewichts-, Eigenwert- und Ausbreitungsprobleme.</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integralformen.</li> <li>• Schwache Formulierung eines Problems.</li> <li>• Die Methode der gewichteten Residuen.</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Variationsrechnung.</li> <li>• Funktionale.</li> <li>• Mit einer Integralform assoziierte Funktionale.</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Stationaritätsprinzip.</li> <li>• Stationaritätsbedingungen.</li> <li>• Beispiele aus der Mechanik.</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methode der Lagrangeschen Multiplikatoren.</li> <li>• Gemischte und komplementäre Formulierungen.</li> <li>• Katalog von Funktionalen, die in der Kontinuumsmechanik auftreten, und ihre Anwendungen.</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskretisierung von Integralformen.</li> <li>• Punktkollokation.</li> <li>• Bereichskollokation.</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methode von Galerkin.</li> <li>• Die Methode der kleinsten Quadrate.</li> <li>• Beispiele.</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methode von Ritz.</li> <li>• Beispiele.</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen der gängigen numerischen Methoden im Maschinenbau.</li> <li>• Die Studierenden können die Brücke zwischen der physikalischen Formulierung eines Problems und einer für numerische Näherungsmethoden geeigneten mathematischen Formulierung schlagen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die einzelnen Schritte und die spezifischen Transformationen, die auf dem Weg zur numerischen Näherungslösung erforderlich sind.</li> <li>• Die Studierenden können eine Vielzahl von Näherungsmethoden für Probleme konstruieren und anwenden, die durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden.</li> <li>• Die Studierenden können ein geeignetes Näherungsverfahren wählen und die Ergebnisse, die mit verschiedenen Näherungsmethoden erzielt wurden, analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können das Erlernte für die Entwicklung neuer Näherungsmethoden anwenden.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, die Konsistenz und Korrektheit von numerischen Methoden kritisch zu beurteilen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Numerische Integrationsverfahren.</li> <li>Die Newton-Cotes-Methode.</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Methode von Gauß.</li> <li>Beispiele.</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Methode der Finiten Elemente.</li> <li>Formfunktionen, Konstruktion der finiten Elemente.</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Matrixdarstellung in der Methode der Finiten Elemente.</li> <li>Steifigkeitsmatrix.</li> <li>Randbedingungen.</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beispiele aus den Ingenieurwissenschaften.</li> <li>Software-Pakete in den Ingenieurwissenschaften.</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Vektorrechnung, Differential- und Integralrechnung</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung.     |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Foundations of Numerical Methods in Mechanical Engineering [MSALLGMB-2003.a]   |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Foundations of Numerical Methods in Mechanical Engineering [MSALLGMB-2003.b]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Thermodynamik der Gemische [MSALLGMB-2004]**

| MODUL TITEL: Thermodynamik der Gemische  |       |              |  |                   |              |         |
|--|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2  | 1     | 4            | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Grundideen der Gemischthermodynamik</li> <li>Definition des thermodynamischen Systems und der Systemgrenzen</li> <li>Grafische Darstellung und Beschreibung des pVT-Verhaltens reiner Stoffe</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Materialgleichungen zur Beschreibung des pVT-Verhaltens reiner Stoffe: die Idealgasgleichung, die Virialgleichung, die Van-der-Waals-Gleichung</li> <li>Ableitung des Korrespondenzprinzips anhand der Van-der-Waals-Gleichung, Darstellung der Bedeutung des Korrespondenzprinzips</li> <li>Notwendigkeit über Materialgleichungen hinausgehender thermodynamischer Beziehungen für Gemische</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ableitung benötigter mathematischer Grundzusammenhänge</li> <li>Zustandsänderungen im offenen System</li> <li>Fundamentalgleichungen der Thermodynamik</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Differentielle Beziehungen zwischen den Zustandsgrößen</li> <li>Allgemeine Phasengleichgewichtsbeziehung, Gibbs'sche Phasenregel</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Phasengleichgewichte in reinen Stoffen</li> <li>Bedingungen für die Stabilität eines thermodynamischen Systems</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Fundamentalgleichung <math>A(T,V,x_i)</math> als Basis für Zustandsgleichungen</li> <li>Herleitung und Bedeutung der einzelnen Terme</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ableitung der Beziehungen für das chemische Potential, Einführung der Größen Fugazität und Fugazitätskoeffizient</li> <li>Beschreibung von Phasengleichgewichten mit diesen Größen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorstellung und Diskussion von gebräuchlichen Zustandsgleichungen: Modifikationen der Virialgleichung, kubische Zustandsgleichungen, nicht-kubische Modifikationen der Van-der-Waals-Gleichung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung partiell molarer Größen und Beziehungen für diese</li> <li>Vorstellung der Terme für die Fundamentalgleichung <math>G(T,p,x_i)</math></li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können zur Beschreibung von sowohl Phasen- als auch chemischen Gleichgewichten in Gemischen eine angemessene Methode selbständig auswählen und anwenden.</li> <li>Sie beherrschen die dazu nötigen thermodynamischen Grundlagen und die wesentlichen Materialgleichungen, insbesondere Zustandsgleichungen und GE-Modelle.</li> <li>Die Studierenden haben Vorstellungen von der Struktur von Molekülen und ihren Wechselwirkungen entwickelt, die es ihnen erlauben, diese Materialgleichungen für konkrete Anwendungen zu bewerten, geeignete auszuwählen und zur Modellierung anzuwenden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                   |              |         |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung von Phasengleichgewichten mit GE-Modellen</li> <li>• Modelle zur Beschreibung von GE: Wilson-Ansatz, NRTL, UNIQUAC, UNFAC.</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulare Eigenschaften: Molekülgeometrie, Van-der-Waals-Wechselwirkung, polare Komponenten, Wasserstoffbrückenbindung, Ionen, Polymere</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messmethoden für Phasengleichgewichte</li> <li>• Gibbs-Duhem-Gleichung für die Konsistenzprüfung</li> <li>• Messung der Mischungsenthalpie</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Verhalten realer Reinstoffe und Gemische</li> <li>• Dampf-Flüssigkeits- und Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte in Zweistoffgemischen</li> <li>• Dreiecksdiagramm für ternäre Mischungen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung der grundlegenden Beziehung für chemisches Gleichgewicht, Gibbs'sche Phasenregel</li> <li>• Anwendung der allgemeinen Beziehung auf reale Gemische mit Zustandsgleichungen und GE-Modellen</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichgewicht bei heterogener Reaktion</li> <li>• Gleichgewicht simultaner Reaktionen</li> <li>• Reaktionskinetik von Elementarreaktionen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik I</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen</li> <li>• Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Thermodynamik der Gemische [MSALLGMB-2004.a]  |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Thermodynamik der Gemische [MSALLGMB-2004.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Thermodynamik der Gemische [MSALLGMB-2004.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Bioprozesskinetik [MSALLGMB-2005]**

| <b>MODUL TITEL: Bioprozesskinetik</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 3   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterte Enzymreaktionskinetiken (Bi-uni, Ping-pong)</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgereaktionen durch mehrere Enzyme in einem Mikroorganismus oder durch mehrere Mikroorganismn</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wachstum filamentöser Mikroorganismen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung einer Bäckerhefe mit Crabtree - Effekt</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzymreaktionen und Fermentationen mit einer zweiten flüssigen Phase</li> <li>• Schwingungen in Räuber - Beute - Populationen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kultivierung phototropher Organismen (Algen)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Shift- und Pulsexperimente bei Prozessen mit Produktinhibierung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektionsdruck in kontinuierlichen Reaktionen (Chemostat, Turbidostat, Einfluss von Wandwachstum)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Induktion (chemisch oder durch Temperaturshift) bei der rekombinanten Proteinproduktion</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von verschiedenen Regelstrategien (pO<sub>2</sub>-stat, pH-stat, RQstat)</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardisierung einer Vorkultur durch Fed-batch Betriebsführung</li> <li>• Bilanzierung des Wassers bzw. des Volumens bei Hochzellichtefermentationen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhalten von Mikroorganismen bei Limitierungen durch unterschiedliche Elemente</li> <li>• Zweitsubstratlimitierungen, Fed-batch und kontinuierliche Kultur mit gleichzeitiger Limitierung durch zwei Substrate</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung des pH-Wertes</li> <li>• Änderung der pH-Optima durch Immobilisierung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Wachstums- und Produktbildungskinetiken für typische Fermentationsprozesse mit z.B. Hefen, Algen, Pilzmycelen und können diese in mathematischen Modellen abbilden.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Wechselwirkung der menschlich beeinflussten Reaktor Umgebung mit den eingesetzten Mikroorganismen geeignet in die Bioprozessmodelle zu integrieren und deren Auswirkung zu interpretieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Reaktorkonfiguration und eingestellte oder nachgeführte Prozessbedingungen basierend auf der Bioprozesskinetik zu optimieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung des Volumenverhältnisses und der Zwischeneinspeisung bei einer zweistufigen Kaskade bei einem katabolitreprimierten System</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten Mikroorganismen beim Auftreten von Kontaminationen</li> <li>• Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten substratinhibierten Mikroorganismen beim Auftreten von sonst letalen Stoßbelastungen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionstechnik</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Bioprozesskinetik [MSALLGMB-2005.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Bioprozesskinetik [MSALLGMB-2005.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Bioprozesskinetik [MSALLGMB-2005.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Reaktionstechnik [MSALLGMB-2007]**

| <b>MODUL TITEL: Reaktionstechnik</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 4                   | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>Inhalte der Veranstaltungen sind z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>biologische und chemische Prozesse, jeweilige typische Vor- und Nachteile</li> <li>Notwendigkeit zur Beschreibung, Modellierung und Simulation von kinetischen Phänomenen</li> <li>unstrukturierte, strukturierte, segregierte Modelle von kinetischen Phänomenen</li> <li>Klassifizierung von Reaktionen: homogene, heterogene Reaktionen, Chemische Katalysatoren, Typen von Biokatalysatoren</li> <li>Reaktionsordnungen</li> <li>Kinetik chemischer und biologischer Elementarreaktionen</li> <li>Limitierungen, Inhibierungen, Aktivierungen</li> <li>verschiedene Phasen des Wachstums von Mikroorganismen, Mathematische Ansätze zu deren Beschreibung</li> <li>Reaktionsstöchiometrien chemischer und biologischer Reaktion</li> <li>aerobe/ anaerobe Reaktionen: respiratorischer Quotient</li> <li>Reaktionswärmen</li> <li>Batch-, kontinuierliche Reaktoren, Vor- und Nachteile</li> <li>Herleitung der Bilanzen für Reaktoren mit Rückführungen</li> <li>Bilanzen für Reaktoren mit Zuführungen: fed-batch-Reaktor</li> <li>Reaktoren mit immobilisierten Katalysatoren, Katalysatoren mit Diffusionswiderständen</li> <li>Thiele Modulus</li> <li>Instationäre Zustände und Reaktionen</li> <li>Mehrkomponenten-Reaktionen</li> <li>Einfluss des pH-Wertes auf biologische Reaktionen</li> <li>Temperatureinfluss auf biologische und chemische Reaktionen</li> <li>Einfluss des osmotischen Druckes auf biologische Reaktionen</li> <li>Eduktüberschuss-, Produkt- und Nebenprodukt-Inhibierungen</li> <li>Parallelreaktionen</li> <li>Sequentielle Reaktionen</li> </ul> |              |                     | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sind fähig, die Bedeutung der Kinetik für chemische und biologische Prozesse zu interpretieren und in Bezug zur Gleichgewichtsthermodynamik zu setzen.</li> <li>können grundlegende kinetische Begriffe definieren und wesentlich kinetische Phänomene beschreiben.</li> <li>können die unterschiedlichen Zeitskalen von Elementarprozessen einschätzen und in Modellen adäquat berücksichtigen.</li> <li>kennen verschiedene Optimierungsziele und können diese situationsbedingt anwenden.</li> <li>können die Gesamtkinetik von biologischen und chemischen Reaktionen aus der Überlagerung von kinetischen Einzelreaktionsprozessen ableiten.</li> <li>kennen typische Reaktorkonfigurationen und können für beispielhafte Prozesse optimale Reaktorkonfigurationen und Reaktorbetriebsweisen herleiten und beurteilen.</li> <li>lernen wesentliche Beispiele für homogene, heterogene, enzymatische und Ganzzell-Katalyse kennen.</li> </ul> <p>Zusätzlich zu den fachlichen Inhalten: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>können mit Simulationswerkzeugen umgehen.</li> <li>sind in der Lage, komplexe Gesamtprozesse systematisch in Teilprobleme zu zerlegen.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhalten von Reaktionssystemen mit Eduktüberschuss-, Produktinhibierung oder Katabolitrepression im Fed-batch</li> <li>• Kinetische Beschreibung von Bioprocessen mit Katalysatorrückführung</li> <li>• Beschreibung von Prozessen unterschiedlicher Kinetik mit Reaktorkaskadierung</li> <li>• Interaktion von Reaktion und Stofftransport</li> <li>• Regelstrategien</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
|   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Reaktionstechnik [MSALLGMB-2007.a]  |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Reaktionstechnik [MSALLGMB-2007.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Reaktionstechnik [MSALLGMB-2007.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Zuverlässigkeit von Softwaregesteuerten Komponenten im Maschinenbau [MSALLGMB-2010]**

| <b>MODUL TITEL: Zuverlässigkeit von Softwaregesteuerten Komponenten im Maschinenbau</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| 1.1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick verschiedener Toolkits für Graphic User Interfaces</li> </ul> 1.2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzwerkprogrammierung mit dem Toolkit Qt</li> </ul> 1.3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Atmel-Mikrocontroller und das Entwicklungsboard STK500</li> </ul> 2.1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Design Pattern Model View Controller in Qt</li> </ul> 2.2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• PID-Regler</li> </ul> 2.3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• SiL/HiL (Software in the Loop/ Hardware in the Loop)-Simulation</li> </ul> 3.1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation eines Dreitankproblems</li> </ul> 3.2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnik</li> </ul> |              |                     | Fachbezogen:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die technischen Grundlagen von softwaregesteuerten Komponenten.</li> <li>• Sie kennen Beispiele aus der Praxis von softwaregesteuerten Komponenten.</li> <li>• Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse in der objektorientierten Programmierung graphischer Oberflächen mit Hilfe aktueller Klassenbibliotheken.</li> <li>• Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse über die Struktur und die Programmierung von aktuellen Mikrocontrollern.</li> <li>• Sie haben gelernt, softwaregesteuerte Komponenten zu programmieren und sie in ein technisches System zu integrieren.</li> </ul> Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen, im Team zusammenzuarbeiten.</li> <li>• Sie lernen, auch mit unscharfen Problemstellungen umzugehen.</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse Regelungstechnik</li> <li>• Grundkenntnisse Rapid Control Prototyping</li> <li>• Grundkenntnisse Strömungslehre</li> <li>• Basiselemente von C++ oder C</li> </ul>   |              |                     | Eine mündliche Prüfung   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>  |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Zuverlässigkeit von Softwaregesteuerten Komponenten im Maschinenbau [MSALLGMB-2010.a]   |              |                     |  |                                | 6                   | 0              |
| Vorlesung Zuverlässigkeit von Softwaregesteuerten Komponenten im Maschinenbau [MSALLGMB-2010.b]   |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |
| Übung Zuverlässigkeit von Softwaregesteuerten Komponenten im Maschinenbau [MSALLGMB-2010.c]   |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |

**Modul: Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik [MSALLGMB-2012]**

| <b>MODUL TITEL: Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 5                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: Ziele und Aufgaben der industriellen Logistik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: Organisatorische Einbindung der Logistik</li> <li>• Übung: Prozessoptimierung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: Materialflussgestaltung</li> <li>• Gastvortrag</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: Informationslogistik</li> <li>• Übung: Beergame</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: Entwicklung und Beschaffung</li> <li>• Übung: Entwicklung und Beschaffung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: Material- und Fertigwarendisposition</li> <li>• Workshop: Erhöhung der Dispositionsgüte</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: Distributionslogistik</li> <li>• Übung: Eröffnungsverfahren zur Tourenplanung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: Ersatzteillogistik</li> <li>• Gastvortrag</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: Logistikcontrolling</li> <li>• Übung: ABC- und XYZ-Analyse</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Ziele und Aufgaben der industriellen Logistik so wie die wichtigsten Aspekte von der organisatorischen Einbindung bis zum Logistik-Controlling.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Bedeutung und den Einfluss spezieller Sachverhalte der industriellen Logistik und können diese in den Gesamtkontext einordnen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anhand von praxisbezogenen Übungen und Workshops lernen die Studierenden die erworbenen Kenntnisse auf praktische Fragestellungen zu übertragen.</li> <li>• Im 'Beergame' erfahren die Studierenden anhand einer interaktiven Simulation einer Zulieferkette zudem die Bedeutung des überbetrieblichen Kommunikationsaustauschs.</li> </ul> <p>Durch zwei Gastvorträge von Vortragenden aus der industriellen Praxis und eine Exkursion zu einem Industrie-konzern werden zudem aktuelle und praxisrelevante Problemstellungen und Logistikkonzepte den Studierenden nahe gebracht und vermittelt.</p> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>   |                   |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre</li> <li>• Für die Veranstaltung im Sommersemester: Englischkenntnisse</li> </ul>   |              |                     | <p>Eine mündliche Prüfung</p>   |                   |                     |                |

| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>                            |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik<br>[MSALLGMB-2012.a]   |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik<br>[MSALLGMB-2012.b] |                                | 0         | 2          |
| Übung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik<br>[MSALLGMB-2012.c]     |                                | 0         | 2          |

**Modul: Arbeitssysteme und Arbeitsprozesse [MSALLGMB-2013]**

| <b>MODUL TITEL: Arbeitssysteme und Arbeitsprozesse</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 5                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit ist ein zentraler Aspekt des menschlichen Lebens, aus der Perspektive des Individuums wie auch auf gesellschaftlicher Ebene. Durch Arbeit sichern wir - individuell und kollektiv - unsere Existenz, finden gesellschaftliche Einbindung und Möglichkeiten der persönlichen Weiterentwicklung - im günstigsten Fall. In weniger günstigen Fällen erleben wir Arbeitsbedingungen, die soziale Strukturen verkümmern lassen und Menschen ihrer Entwicklungschancen berauben.</li> <li>• Arbeitssysteme sind - im Sinne des soziotechnischen Systemkonzepts - gekennzeichnet durch ein spezifisches Zusammenwirken von Menschen, Organisation und Technik. Die moderne Systemtheorie stellt Begriffe und Denkmodelle zur Verfügung, die es erlauben, dieses Zusammenwirken theoretisch zu analysieren und praktisch zu gestalten.</li> <li>• Arbeitsprozesse können sowohl auf der Ebene der Individuen wie auch auf der Ebene der Organisation beschrieben werden. Gemeinsam ist beiden Arten von Arbeitsprozessen die Eigenschaft, nicht nur unmittelbar produktiv bestimmte Arbeitsergebnisse - Produkte oder Dienstleistungen - hervorzubringen, sondern zugleich auch im Rahmenbedingungen für diese Arbeitsprozesse selbst immer wieder zu erneuern und zu verändern. darin liegt die Kreativität und Innovativität menschlicher Arbeit begründet.</li> <li>• Anliegen dieser Veranstaltung ist es, eine gestaltungswissenschaftliche Perspektive auf den Gegenstand Arbeit zu eröffnen. Forschung und Gestaltung erscheinen dabei nicht als getrennte Welten, sondern als zwei Aspekte eines gegenstandbezogenen Handlungs- und Erkenntnisprozesses. Dieser gestaltungswissenschaftliche Ansatz wird theoretisch hergeleitet und anhand von Fallstudien - industriellen Gestaltungsprojekten - in seiner konkreten Umsetzung dargestellt.</li> <li>• Die Lehrveranstaltung behandelt die Fragen der Gestaltung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten in technisch geprägten Lebenswelten:</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wie kann das Zusammenwirken von technischen Systemen, Menschen und sozialen Gefügen thematisiert, beschrieben und ggfs. modelliert werden?</li> <li>2. Wie können technikorientierte Forschungs- und Gestaltungsprojekte gestaltet werden, um einerseits wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn und andererseits praktische Umsetzbarkeit zu gewährleisten?</li> <li>3. Wie können aus spezifischen Gestaltungslösungen generalisierbare Aussagen gewonnen werden?</li> <li>4. Wie lässt sich ein inkrementeller Erkenntnisprozess über mehrere Forschungs- und Gestaltungsprojekte hinweg organisieren?</li> <li>5. Wie können in einem solchen über mehrere Projekte hinweg organisierten Prozess systematisch die richtigen Forschungsfragen erzeugt werden, im Hinblick auf eine möglichst hohe Zuverlässigkeit und Generalisierbarkeit der Aussagen?</li> <li>6. Welche erkenntnistheoretischen und methodologischen Grundlagen sind für solche Forschungs- und Gestaltungsprojekte anwendbar, angemessen und nützlich?</li> </ol> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die vorgestellten theoretischen Modelle auf eigene Forschungstätigkeiten zu übertragen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden können das Zusammenwirken von technischen Systemen, Menschen und Organisationen identifizieren, beschreiben und gestalten</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit bezüglich Prozessen, die über mehrere Projekte hinweg organisiert sind, Forschungsfragen zu formulieren und spezifische Gestaltungslösungen zu entwickeln, die mit Blick auf Zuverlässigkeit und Generalisierbarkeit sinnvoll sind.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Rahmen der Vorstellung der zu erstellenden Hausarbeiten erhalten die Studierenden die Möglichkeit ihre kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit in interdisziplinären Gruppen ihr Fachwissen einzubringen und an fachfremde weiter zu vermitteln.</li> <li>• Die Studierenden werden im Rahmen von Gruppendiskussionen über Fallbeispiele befähigt, Probleme zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                          |           |            |
|  | Ein Referat im Umfang von 15 - 20 Seiten |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>           | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Arbeitssysteme und Arbeitsprozesse [MSALLGMB-2013.a]   |  | 5         | 0          |
| Vorlesung Arbeitssysteme und Arbeitsprozesse [MSALLGMB-2013.b] |  | 0         | 4          |

**Modul: Innovationsmanagement im Güterfernverkehr [MSALLGMB-2014]**

| <b>MODUL TITEL: Innovationsmanagement im Güterfernverkehr</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 5                   | 4  | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        | Englisch       |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| <p>Das Technologie-Migrationskonzept basiert auf 10 Schritten, die jeweils im Detail diskutiert werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understanding of the system</li> <li>2. Consortium</li> <li>3. Business model</li> <li>4. Analysis of system dynamics</li> <li>5. Requirement specifications</li> <li>6. Review of the business model</li> <li>7. System specifications</li> <li>8. Prototype</li> <li>9. Demonstration/Evaluation</li> <li>10. Migration</li> </ol> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland ist eine Drehscheibe im europäischen Güterfernverkehr, die Verkehrsinfrastruktur hält diesen Anforderungen jedoch nicht stand.</li> <li>• Die Studierenden lernen, wie eine neue Strategie zur Technologieentwicklung und -implementierung im Güterfernverkehr gestaltet werden muss, um heutigen und zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden.</li> <li>• In diesem Zusammenhang lernen die Studierenden ein Technologie-Migrationskonzept kennen, welches im Rahmen der Veranstaltung diskutiert und weiterentwickelt wird.</li> <li>• Sie haben die praktische Anwendung des Konzepts an realen Fallbeispielen erprobt.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamarbeit</li> <li>• Gruppendiskussion</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
|  |              |                     | Eine mündliche Prüfung   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Innovationsmanagement im Güterfernverkehr [MSALLGMB-2014.a]  |              |                     |  |                                | 5                   | 0              |
| Vorlesung Innovationsmanagement im Güterfernverkehr [MSALLGMB-2014.b]  |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |
| Übung Innovationsmanagement im Güterfernverkehr [MSALLGMB-2014.c]  |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |

## Modul: Bewegungstechnik [MSALLGMB-2016]

| MODUL TITEL: Bewegungstechnik  |       |              |   |                   |              |         |
|--|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2  | 1     | 6            | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Grundlegende Zusammenhänge</li> <li>• Anwendungsgebiete</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse und Klassifizierung von Bewegungsaufgaben</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahnplanung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktursynthese</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antriebsauswahl</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik: Geschwindigkeiten</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik: Pole, Polbahnen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krümmungstheorie: Satz von Euler-Savary, Satz von Bobilier</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krümmungstheorie: Hartmannsche Konstruktion, Bressesche Kreise</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinetik: Kräfte und Momente</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinetik: Newton-Eulersche Gleichungen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinetik: Direkte und inverse Dynamik</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robotik: Gerätestrukturen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robotik: Kinematik</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbeispiel:</li> <li>• Prinzipsynthese</li> <li>• Maßsynthese</li> <li>• Auslegung</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über Auslegung und Berechnung von komplexen Bewegungssystemen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage eine komplexe Bewegungsaufgabe zu erfassen, beschreiben, gegebenenfalls in einfachere Einzelbewegungen zu zerlegen und in einer Anforderungsliste an die Bewegungseinrichtung zusammenzufassen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen Getriebetypen und die verschiedenen Ordnungskriterien.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, ausgehend von der einer Anforderungsliste an die Bewegungseinrichtung eine Struktursynthese durchzuführen, um auf diese Weise geeignete Strukturen von Bewegungseinrichtungen auszuwählen.</li> <li>• Die Studierenden lernen mit Hilfe verfügbarer Katalogdaten die entsprechenden Berechnungen durchzuführen.</li> <li>• Die Studierenden sind mit der Kinematik ebener und räumlicher Mechanismen vertraut und können den Geschwindigkeits- und Beschleunigungszustand analysieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage die Krümmungseigenschaften von Bahnkurven zu analysieren und bei der Synthese von Bewegungseinrichtungen sinnvoll einzusetzen.</li> <li>• Für die zu analysierenden Maschinen und Mechanismen leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Bewegungseinrichtungen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |              |         |

| Voraussetzungen  |                         | Benotung                  |     |  |
|--|-------------------------|---------------------------|-----|--|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik I, II, III</li> <li>• Mathematik I-III und Numerische Mathematik</li> </ul> |                         | Eine schriftliche Prüfung |     |  |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |                         |                           |     |  |
| Titel  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                        | SWS |  |
| Prüfung Bewegungstechnik [MSALLGMB-2016.a]   |                         | 6                         | 0   |  |
| Vorlesung Bewegungstechnik [MSALLGMB-2016.b]   |                         | 0                         | 2   |  |
| Übung Bewegungstechnik [MSALLGMB-2016.c]   |                         | 0                         | 2   |  |

**Modul: Foundations of Finite Element Methods [MSALLGMB-2019]**

| <b>MODUL TITEL: Foundations of Finite Element Methods</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 5                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Englisch       |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzept der Finite Elemente Methode</li> <li>• Zusammensetzung einer Steifigkeitsmatrix (symbolisch)</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Globale und lokale Koordinaten</li> <li>• Steifigkeitsmatrix für Stabelemente / Koordinatentransformation</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Variationsrechnung, Begriff des Variationsprinzips</li> <li>• Berechnung von Fachwerkstrukturen mit Hilfe der Matrix-Steifigkeitsmethode</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Euler-Lagrange-Gleichungen</li> <li>• Natürliche und wesentliche Randbedingungen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrfachintegrale, Gauß-Theorem</li> <li>• Variation elementarer algebraischer Funktionen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variationsprinzipien für lineare selbstadjungierte Differentialoperatoren</li> <li>• Lösung einiger klassischer Variationsprobleme</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip der virtuellen Arbeit als schwache Form der Impulsbilanz, Variationsprinzipien der Mechanik (Lagrange, Hu-Washizu)</li> <li>• Differentialgleichung für einen linear elastischen Balken, analytische Lösung für verschiedene Lastfälle</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayleigh-Ritz-Verfahren, Verfahren der gewichteten Residuen, Kollokationsverfahren</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Galerkin-Verfahren, Methode der kleinsten Quadrate,</li> <li>• Anwendung von kontinuierlichen Formfunktionen zur Lösung eines klassischen Balkenproblems.</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschiebungsmethode</li> <li>• Beispiele für Approximationen nach den Verfahren der gewichteten Residuen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an Formfunktionen</li> <li>• Kontinuierliche und stückweise definierte Formfunktionen</li> <li>• Approximationen mit stückweise definierten Formfunktionen</li> </ul> |              |                     | <p>Ziel der Lehrveranstaltung ist es, ein sicheres Grundwissen der Finite-Elemente-Methoden (FEM) und deren Anwendung in der Festkörper- und Strukturmechanik zu vermitteln.</p> <p>Fachbezogen: Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen, warum die FE-Methoden und verwandte numerische Methoden für die Ingenieurpraxis von Wichtigkeit sind.</li> <li>• verstehen das Grundkonzept der FEM.</li> <li>• sind in der Lage, Stabwerke mit unterschiedlichen Randbedingungen mit Hilfe der FEM zu berechnen.</li> <li>• verstehen das fundamentale Konzept der Variationsrechnung.</li> <li>• sind in der Lage, einfache mechanische Probleme mit Hilfe der Methoden der gewichteten Residuen zu formulieren und zu lösen.</li> <li>• können einfache ebene Probleme mit Hilfe der FEM eigenständig formulieren und lösen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zweidimensionale elastische Probleme (ebener Verzerrungszustand und ebener Spannungszustand)</li> <li>• Dreieckselemente</li> <li>• Torsion eines Stabes mit rechteckigem Querschnitt</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele zur Berechnung von ebenen Verzerrungszuständen und ebenen Spannungszuständen mit linearen Dreieckselementen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Axialsymmetrische Spannungsanalyse , 3-D Spannungsanalyse</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repetitorium</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>  |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Englischkenntnisse</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung. |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>                         | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Foundations of Finite Element Methods [MSALLGMB-2019.a]  |  | 5         | 0          |
| Vorlesung Foundations of Finite Element Methods [MSALLGMB-2019.b]  |  | 0         | 2          |
| Übung Foundations of Finite Element Methods [MSALLGMB-2019.c]  |  | 0         | 2          |

**Modul: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II [MSALLGMB-2021]**

| <b>MODUL TITEL: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | English        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dreidimensionale Vektorfelder</li> <li>• Divergenz und Rotation</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenwertproblem von Tensoren zweiter Stufe</li> <li>• Eigenwerte und Eigenvektoren</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakteristisches Polynom</li> <li>• Hauptinvarianten von Tensoren zweiter Stufe</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beziehungen zwischen Hauptinvarianten, Hauptspuren und Eigenwerten</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spektraldarstellung und Eigenprojektionen</li> <li>• Spektrale Zerlegung eines symmetrischen Tensors</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cayley-Hamilton Theorem</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalarwertige isotrope Tensorfunktionen</li> <li>• Darstellungen von isotropen Tensorfunktionen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalarwertige anisotrope Tensorfunktionen</li> <li>• Rychlewski-Theorem</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialsymmetrie</li> <li>• Isotrope, transversale isotrope und orthotrope Materialien</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitungen von skalarwertigen isotropen Tensorfunktionen</li> <li>• Differentiationsregeln für Tensoren</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitungen von Hauptinvarianten, Hauptspuren und Eigenwerten von Tensoren zweiter Stufe</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstitutive Beziehungen für hyperelastische Materialien</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensorwertige isotrope Tensorfunktionen</li> <li>• Darstellungssatz</li> </ul> |              |                     | <p>Ergänzend zum ersten Teil der Lehrveranstaltung erhalten die Studierenden einen Einblick in die moderne Differentialgeometrie und Materialmodellierung. Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die Begriffe Materialsymmetrie, Isotropie, Anisotropie</li> <li>• sind in der Lage, konstitutive Beziehungen für isotrope und anisotrope Materialien (wie z.B. Faserverstärkte Kunststoffe oder biologischer Gewebe) zu formulieren.</li> <li>• können unter Anwendung der Feldtheorie und Differentialrechnung verschiedene Gleichgewichtsbeziehungen sowohl in der Absolutschreibweise als auch in der Indexnotation formulieren.</li> <li>• können die theoretischen Konzepte der Materialmodellierung auf reale Problemstellungen übertragen und numerisch implementieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten.</li> <li>• Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele von konstitutive Beziehungen für isotrope und anisotrope elastische Materialien</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsklausur</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I</li> <li>• Englisch</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung.     |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II [MSALLGMB-2021.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II [MSALLGMB-2021.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II [MSALLGMB-2021.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Feuerungstechnik [MSALLGMB-2023]**

| <b>MODUL TITEL: Feuerungstechnik</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 3                   | 2   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1 Einleitung</p> <p>2 Grundlagen der Verbrennung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.1 Energievorräte und Energieverbrauch</li> <li>- 2.2 Charakterisierung der Brennstoffe</li> <li>- 2.3 Verbrennungsrechnung</li> <li>- 2.4 Energiebilanz am Wärme- oder Dampferzeuger</li> <li>- 2.5 Verbrennungstemperatur</li> <li>- 2.5.1 Theoretische Verbrennungstemperatur</li> <li>- 2.5.2 Wirkliche Verbrennungstemperatur</li> <li>- 2.6 Wärme- und Stoffübertragung an Brennstofftropfen</li> <li>- 2.6.1 Stationäre Wärme- und Stoffübertragung</li> <li>- 2.6.2 Instationäre Verdunstung</li> <li>- 2.7 Verbrennung von festen Brennstoffen</li> <li>- 2.7.1 Pyrolyse</li> <li>- 2.7.2 Koksabbrand</li> <li>- 2.7.3 Koksabbrandzeiten</li> <li>- 2.8 Gasstrahlung</li> <li>- 2.8.1 Strahlungseigenschaften</li> <li>- 2.8.2 Strahlungsaustausch zwischen einem strahlenden Gas und Wänden</li> <li>- 2.8.3 Strahlungsaustausch zwischen nicht isothermen Gasgemischen und Wänden</li> <li>- 2.9 CFD (Computational Fluid Dynamics)- Methoden</li> <li>- 2.9.1 Charakterisierung von Strömungen in Brennkammern und Feuerräumen</li> <li>- 2.9.2 Vorgehen bei der Modellierung von Strömungsproblemen</li> <li>- 2.9.3 Wechselwirkung zwischen den physikalischen Teilvorgängen</li> <li>- 2.9.4 Mathematische Modelle zur Beschreibung der Gasphase</li> <li>- 2.9.5 Numerische Methoden zur Lösung der Erhaltungsgleichungen</li> <li>- 2.9.6 Modellierung von Tropfen- und Partikelverbrennung</li> </ul> <p>3 Schadstoffbildung bei der Verbrennung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.1 Kohlenstoffmonoxid CO</li> <li>- 3.2 Schwefeloxide SO<sub>x</sub></li> <li>- 3.3 Stickstoffoxide NO<sub>x</sub></li> <li>- 3.3.1 Thermische NO<sub>x</sub>-Bildung</li> <li>- 3.3.2 Bildung von Brennstoff-NO<sub>x</sub></li> <li>- 3.3.3 Maßnahmen zur Reduktion von NO<sub>x</sub></li> </ul> <p>4 Verbrennungssysteme und ausgeführte Anlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4.1 Rostverbrennung</li> <li>- 4.2 Gas-, Öl- und Kohlebrenner</li> <li>- 4.3 Wirbelschichtfeuerungen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Funktionsweise und Auslegungsmethoden von Feuerungsanlagen im Bereich der Heizungs- und Kraftwerkstechnik.</li> <li>• Sie sind zur eigenständigen Berechnung und Auslegung genannter Apparate in der Lage.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>   |                   |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Wärme- und Stoffübertragung I</li> <li>• Strömungsmechanik I</li> <li>• Technische Verbrennung I</li> </ul>   |              |                     | <p>Eine schriftliche Prüfung</p>  |                   |                     |                |

| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Feuerungstechnik [MSALLGMB-2023.a]                     |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung/Übung Feuerungstechnik [MSALLGMB-2023.bc]            |                                | 0         | 2          |

**Modul: Angewandte molekulare Thermodynamik [MSALLGMB-2025]**

| MODUL TITEL: Angewandte molekulare Thermodynamik   |       |              |   |                   |              |          |
|--|-------|--------------|---|-------------------|--------------|----------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |          |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache  |
| 2  | 1     | 4            | 3   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Englisch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |          |
| Inhalt   |       |              | Lernziele   |                   |              |          |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foundations</li> <li>• Classical Thermodynamics</li> <li>• Statistical Mechanics</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classical Mechanics</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classical Electrostatics</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantum Mechanics</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer Simulation</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Ideal Gas</li> <li>• Definition and Significance</li> <li>• The Canonical Partition Function</li> <li>• Factorization of the Molecular Partition Function</li> <li>• The Equation of State</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mixing Properties</li> <li>• Individual Contributions</li> <li>• Equilibrium Constant</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excess Function Models</li> <li>• General Properties</li> <li>• Intermolecular Potential Energy</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple Model Molecules</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Complex Model Molecules</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equation of State Models</li> <li>• General Properties</li> <li>• Intermolecular Potential Energy</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Statistical Viral Equation</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermittlung von Grundlagen aus den Fachgebieten klassische, statistische und Quantenmechanik sowie Elektrodynamik, die Anwendungen im Bereich der molekularen Thermodynamik haben.</li> <li>• Auf dieser breiten Grundlage wird ein umfassendes Rahmenwerk zur Ableitung von Erkenntnissen über das Verhalten fluider Systeme formuliert.</li> <li>• Das Rahmenwerk wird genutzt, um Stoffmodelle einzuführen, die in den Bereichen Gastechnologie, chemische Hochtemperatur-Reaktionen, Aufarbeitung von einfachen und komplexen Mischungen, bei Elektrolyt- und Biosystemen eingesetzt werden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |              |          |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conformal Potential Models</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perturbation Models</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
|  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Angewandte molekulare Thermodynamik [MSALLGMB-2025.a]  |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Angewandte molekulare Thermodynamik [MSALLGMB-2025.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Angewandte molekulare Thermodynamik [MSALLGMB-2025.c]  |                                | 0         | 1          |

## Modul: Energiesystemtechnik [MSALLGMB-2027]

| MODUL TITEL: Energiesystemtechnik   |       |              |   |                   |              |         |
|---|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2   | 1     | 5            | 3   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Energieerzeugung</li> <li>• Wärmepumpen und Kältemaschinen</li> <li>• Die Wärmequelle</li> <li>• Thermodynamische Bewertung</li> <li>• Mechanische Wärmepumpen</li> <li>• Thermische Wärmepumpen</li> <li>• Offene Wärmepumpen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technik der Wärmepumpe</li> <li>• Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenanlagen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektstudie: Auslegung einer Gasmotor-Wärmepumpe</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung - (KWKK)</li> <li>• Gekoppelte Energieerzeugung</li> <li>• Thermodynamik der KWKK</li> <li>• Technik der KWKK</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlichkeit</li> <li>• Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektstudie: KWK in einer Industrieansiedlung, Stromgutschrift für die KWK -Versorgung eines Gebäude-Komplexes, KWK in einer Industrieansiedlung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieverteilung</li> <li>• Wärmeübertrager und Speicher</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warm- und Kaltwassernetze</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiemanagement</li> <li>• Betriebliches Energiemanagement</li> <li>• Kommunales Energiemanagement</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrielle Prozesswärmewirtschaft</li> <li>• Wärmerückgewinnung</li> <li>• Wärmeintegration heißer und kalter Ströme nach der Pinchtechnik</li> <li>• Integration externer Betriebsmittel</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Begriffe der Energiesystemtechnik und sind in der Lage diese richtig anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden haben Kenntnis der typischen Arbeitsabläufe in der Energiesystemtechnik und sind in der Lage diese selbstständig abzuarbeiten.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Funktionsweise und Eigenschaften von Wärmepumpen und Kälteanlagen und sind in der Lage diese Anlagen für gegebene Randbedingungen auszulegen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Funktionsweise und Eigenschaften von Kraft-Wärme-Kälte Kopplungs Aggregaten und sind in der Lage diese Anlagen für gegebene Randbedingungen auszulegen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Optimierungspotentiale in Industriebetrieben, bei kommunalen Energieversorgern und im Gebäudesektor zu erkennen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage diese Optimierungspotentiale ökologisch und ökonomisch zu bewerten.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Konzepte zu entwerfen, die die Nutzung dieser Potentiale ermöglichen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage energiesystemtechnische Aufgabenstellungen selbstständig zu bearbeiten. (Methodenkompetenz)</li> <li>• Durch Lösen der Übungen in Kleingruppen sind die Studierenden in der Lage Aufgabenstellungen im Team zu bearbeiten. (Teamarbeit)</li> </ul> |                   |              |         |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration von Wärmetechnischen Anlagen</li> <li>• Gestaltung von Wärmeübertragernetzwerken</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortwärmewirtschaft</li> <li>• Industrielle Abwärme im Raumwärmemarkt</li> <li>• Verstromung industrieller Fortwärme</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewirtschaft</li> </ul>   | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Energiesystemtechnik [MSALLGMB-2027.a]  |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Energiesystemtechnik [MSALLGMB-2027.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Energiesystemtechnik [MSALLGMB-2027.c]  |                                | 0         | 1          |

## Modul: Laserstrahlquellen [MSALLGMB-2028]

| MODUL TITEL: Laserstrahlquellen   |       |              |  |                   |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2   | 1     | 6            | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung:</li> <li>• Laser in 3 Bildern</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser Exkurs I:</li> <li>• Materie und aktives Medium</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser Exkurs II:</li> <li>• Licht und Resonator</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht:</li> <li>• Wellenoptik/SVE-Näherung</li> <li>• Geometrische Optik</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gaußscher Strahl:</li> <li>• Strahlparameterprodukt/Strahlqualität</li> <li>• ABCD-Gesetz</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resonatoren:</li> <li>• g-Parameter-Diagramm</li> <li>• Longitudinale/transversale Resonatormoden</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materie:</li> <li>• Planck'scher Strahler</li> <li>• Atommodelle</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktives Medium:</li> <li>• Einsteinsche Ratengleichungen</li> <li>• Lichtwellenleiter</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gaslaser:</li> <li>• Excimer-Laser</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Laser</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festkörperlaser:</li> <li>• Diodenpumpen</li> <li>• Nd:YAG-Laser</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diodenlaser:</li> <li>• Halbleiterstrukturen</li> <li>• Stacks</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die maßgeblichen Modellvorstellungen von Licht und deren mathematisches Gerüst.</li> <li>• Sie können selbstständig Propagation und Umformung durch optische Komponenten berechnen.</li> <li>• Die Eigenschaften von Atommodellen und deren für die Entstehung von Licht wichtigen Eigenschaften sind qualitativ verstanden.</li> <li>• Optische Resonatoren und deren Wechselwirkung mit dem aktiven Medium können mit Hilfe von ABCD-Gesetz bzw. den Ratengleichungen berechnet werden.</li> <li>• Auf Basis dieser allgemeinen physikalischen Grundlagen sind Komponenten und deren Funktionsweise aller industriell relevanten Gas-, Festkörper- und Dioden-Lasersysteme bekannt und können z.T. selbstständig ausgelegt werden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.</li> </ul> |                   |              |         |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulation 1:</li> <li>• Gain-Switching</li> <li>• Q-Switching</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulation 2:</li> <li>• Modelocking</li> <li>• Chirped Pulse Amplification</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmerische Aspekte optischer Technologien:</li> <li>• VC/Netzwerke</li> <li>• Betriebswirtschaftliche Aspekte/ Bsp. Laser Job Shop</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassung:</li> <li>• neuartige Strahlquellen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik</li> <li>• Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Laserstrahlquellen [MSALLGMB-2028.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Laserstrahlquellen [MSALLGMB-2028.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Laserstrahlquellen [MSALLGMB-2028.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Computational Contact Mechanics [MSALLGMB-2029]**

| <b>MODUL TITEL: Computational Contact Mechanics</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 5                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Englisch       |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1 Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Course outline</li> <li>• Historical review</li> <li>• Overview of current research topics</li> </ul> <p>2 Rigid body contact and impact mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sticking and sliding contact</li> <li>• Momentum balance during impact</li> </ul> <p>3 Contact illustrated on a simple test case</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematical formulation of contact constraints</li> <li>• Overview of numerical contact algorithms</li> </ul> <p>4 Review of continuum mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensor algebra and analysis</li> <li>• Kinematics, balance laws and constitution</li> <li>• Energy methods</li> </ul> <p>5 Analytical contact mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Half-space theory</li> <li>• Hertzian contact and the JKR theory</li> <li>• Elastic foundation approach</li> </ul> <p>6 The contact boundary value problem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contact equilibrium</li> <li>• Strong form and weak form statements</li> </ul> <p>7 Contact kinematics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal contact</li> <li>• Tangential contact</li> </ul> <p>8 Contact constitution</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal contact: repulsion and adhesion</li> <li>• Tangential contact: sticking and sliding</li> </ul> <p>9 Review of finite element methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Finite element discretization</li> <li>• Solution strategies</li> <li>• Consistent linearization</li> </ul> <p>10 Contact discretization: Frictionless contact with a rigid body</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penalty method</li> <li>• Lagrange multiplier method</li> <li>• Augmented Lagrange multiplier method</li> </ul> <p>11 Contact discretization: Frictional contact with a rigid body</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slip criterion</li> <li>• Evolution law</li> <li>• Predictor-corrector algorithm</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students have clear knowledge of the foundations and methods of contact mechanics</li> <li>• The students understand the mechanisms governing contact, friction and adhesion</li> <li>• The students can identify the various contact formulations used in commercial finite element packages and know their advantages and disadvantages</li> <li>• The students understand the difficulties of complex contact simulations</li> <li>• The students are capable of deriving and implementing the basic finite element relations for general contact problems.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |  |           |            |
|---|--|-----------|------------|
| <p>12 Contact discretization: Contact between deformable bodies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• General formulation</li> <li>• Contact linearization</li> <li>• Segment to segment formulations</li> </ul> <p>13 Contact algorithms</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Global contact search</li> <li>• Local contact search</li> </ul> <p>14 Multiscale contact</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanoscale contact</li> <li>• Multiscale methods</li> </ul> <p>15 Advanced topics in contact mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermo-mechanical contact</li> <li>• Rolling contact</li> <li>• Cohesive zone modeling</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>  |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuum Mechanics</li> <li>• Finite Element Methods</li> </ul>  | <p>Eine mündliche Prüfung (50%) und zwei Hausarbeiten (50%).</p> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |  |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>                                   | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Computational Contact Mechanics [MSALLGMB-2029.a]   |  | 5         | 0          |
| Vorlesung Computational Contact Mechanics [MSALLGMB-2029.b]   |  | 0         | 2          |
| Übung Computational Contact Mechanics [MSALLGMB-2029.c]   |  | 0         | 2          |

**Modul: Strömungsmechanik II [MSALLGMB-2030]**

| <b>MODUL TITEL: Strömungsmechanik II</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2010/2011        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ähnlichkeit; Lernziel ist der Zusammenhang zwischen Realausführung und Modellbildung sowie die Bedeutung der Ähnlichkeitsparameter</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schleichende Strömung; Darstellung der Strömungsfelder für das Gleichgewicht aus Druck- und Reibungskraft</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirbelströmungen; Begriffe und Kinematik der drehungsbehafteten Strömung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung der Wirbeltransportgleichung und Darstellung der Drehungsfreiheit als Lösung der Impulsgleichung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potentialströmung; Ableitung der Elementarlösungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung der drehungsfreien Strömungsfelder stumpfer Körper</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzschichtströmung laminar; Ableitung der Grenzschichtgleichungen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der Grenzschichtgrößen und der von Karmanschen Integralbeziehung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzschichtströmung turbulent; Ableitung des turbulenten Grenzschichtprofils</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgelöste Strömungen; Diskussion des Einflusses des Druckgradienten und der Reibungskräfte auf die Strömung stumpfer Körper</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrphasenströmungen; Darstellung der Analyse von mehrphasigen Strömungen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blasenströmungen, Partikelbewegungen und Filmströmungen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompressible Strömungen; Ableitung der Grundgleichungen für kompressible isentrope Fluide</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompressible Strömungen; Ableitung der Beziehung für den Verdichtungsstoß und Diskussion der Düsenströmung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten beherrschen die (mathematische) Beschreibung von dreidimensionalen, instationären Strömungsvorgängen inkompressibler und kompressibler Fluide.</li> <li>• Sie kennen die Bezüge zu technischen Aufgabenstellen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen  |                         | Benotung |     |
|--|-------------------------|----------|-----|
| Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik I</li> </ul> Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere Mathematik</li> <li>• Thermodynamik</li> </ul> Voraussetzung für (z.B. andere Module) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerodynamik I, II</li> <li>• Mathematische Strömungsmechanik I, II</li> </ul> |                         |          |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |                         |          |     |
| Titel  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP       | SWS |
| Prüfung Strömungsmechanik II [MSALLGMB-2030.a]   |                         | 6        | 0   |
| Vorlesung Strömungsmechanik II [MSALLGMB-2030.b]   |                         | 0        | 2   |
| Übung Strömungsmechanik II [MSALLGMB-2030.c]   |                         | 0        | 2   |

**Modul: Numerische Strömungsmechanik II [MSALLGMB-2032]**

| <b>MODUL TITEL: Numerische Strömungsmechanik II</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 3                   | 2  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Lösung von Anfangswertproblemen</li> <li>• Wärmeleitungsgleichung</li> <li>• Programmbeispiele</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Lösung der Grenzschichtgleichungen</li> <li>• Linearisierung impliziter Lösungsverfahren</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Lösung linearer hyperbolischer Gleichungen</li> <li>• Numerische Lösung der Potentialgleichung</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Upwind und zentrale Diskretisierungen</li> <li>• Transporteigenschaften der Diskretisierungen</li> <li>• Dissipativer und dispersiver Abbruchfehler</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Lösung der Euler Gleichungen</li> <li>• Verschiedene Formen der Euler Gleichungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskontinuierliche Lösungen der Euler Gleichungen</li> <li>• Rankine Hugoniot Beziehungen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Upwind Verfahren der Euler Gleichungen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung des Flux-Difference Splitting Schemas</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flux-Vector Splitting</li> <li>• Diskretisierung höherer Ordnung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen</li> <li>• MacCormack, Runge-Kutta etc. Methoden</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvergenzbeschleunigung</li> <li>• FAS Mehrgittermethoden, lokale Zeitschrittverfahren</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen</li> <li>• Linearisierungen der Euler Gleichungen</li> <li>• Duale Zeitschrittverfahren</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten beherrschen die die Entwicklung von Lösungsalgorithmen für Systeme von partiellen Differentialgleichungen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskretisierung der Euler Gleichungen auf unstrukturierten Netzen</li> <li>• Formulierung von Upwind Schemata</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Lösung der Euler Gleichungen für das Stoßrohrproblem</li> <li>• Anwendungsbeispiel</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Strömungsmechanik I</li> <li>• Strömungsmechanik I, II</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Höhere Mathematik</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Numerische Strömungsmechanik II [MSALLGMB-2032.a]   |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Numerische Strömungsmechanik II [MSALLGMB-2032.b]   |                                | 0         | 1          |
| Übung Numerische Strömungsmechanik II [MSALLGMB-2032.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Strömungsmessverfahren II [MSALLGMB-2034]**

| <b>MODUL TITEL: Strömungsmessverfahren II</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 3                   | 2  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung: Strömungsvisualisierungsverfahren, Pressure sensitive paint (PSP), Geschwindigkeitsmessverfahren</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Strömungsvisualisierungsverfahren: Schattenverfahren, Schlierenverfahren, Farbschlierenverfahren, Background oriented Schlieren (BOS)</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Strömungsvisualisierungsverfahren: Differentialinterferometrie, Mach-Zehnder-Interferometrie, Ölanstrichverfahren</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Holographische Strömungsmessverfahren: Grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund, holographische Interferometrie, holographische Tomographie</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pressure sensitive paint: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pressure sensitive paint: Anwendungen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laser Doppler Anemometrie: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laser Doppler Anemometrie: Einführung in die Lasertechnik, Photomultiplier, Strahloptik, Sende- und Empfangsoptik, Frequenzshift (Bragg-Zellen)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laser Doppler Anemometrie: Arbeitsverfahren (forward/backward scatter), Brechungsindexanpassung, Partikelgrößenbestimmung, zwei- und drei-Komponenten LDA-Systeme</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laser Doppler Anemometrie: Anwendungen, Turbulenzmessung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Particle-Image Velocimetry: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Particle-Image Velocimetry: Einführung in die Lasertechnik, Kamertechnik, Tracer-Partikel, Lichtschnitt-Optik, Bildauswertung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Particle-Image Velocimetry: Scanning PIV, stereoskopische PIV, holographische PIV</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden beherrschen die die Grundlagen der verschiedenen in der Strömungstechnik verwendeten Messverfahren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| 14<br>• Particle-Image Velocimetry: Anwendungen  |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Strömungsmechanik I, II<br>• Strömungsmessverfahren I | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>                         |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Strömungsmessverfahren II [MSALLGMB-2034.a]                                    |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Strömungsmessverfahren II [MSALLGMB-2034.b]                                  |                                | 0         | 1          |
| Übung Strömungsmessverfahren II [MSALLGMB-2034.c]                                      |                                | 0         | 1          |

**Modul: Aerodynamik II [MSALLGMB-2101]**

| <b>MODUL TITEL: Aerodynamik II</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 4                   | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tragflügel in inkompressibler Strömung</li> <li>• Zum Begriff des induzierten Widerstands</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung des induzierten Widerstands und asymptotische Analyse des Einflusses des induzierten Widerstands</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der Prandtschen Tragflügeltheorie</li> <li>• Ableitung der Fundamentalgleichung der Traglinientheorie</li> <li>• Diskussion der Bedeutung der elliptischen Zirkulationsverteilung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der Ansätze einer allgemeinen Zirkulationsverteilung</li> <li>• Diskussion der Bedeutung der Flügelzuspitzung und des Spannweitenverhältnisses</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung der Traglinientheorie</li> <li>• Einführung und Diskussion der Tragflächentheorie</li> <li>• Diskussion der Vortex-Lattice Methoden</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ähnlichkeitstheorie des Tragflügel und Grundlagen des Pfeilflügel</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung des Einflusses der Pfeilung auf den Widerstand und das Auftriebsverhalten</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerodynamik des Rumpfes in inkompressibler und kompressibler Strömung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerodynamik der Flügel-Rumpf-Änderung in inkompressibler Strömung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerodynamik der Flügel-Rumpf-Änderung in kompressibler Strömung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerodynamik des Seitenleitwerks</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerodynamik der Ruder und der Klappen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben tiefgehende Kenntnisse bzgl. der Wechselwirkung zwischen den Flugzeugkomponenten</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die numerische Lösung der Euler- und Navier-Stokes Gleichungen</li> <li>• die räumliche und zeitliche Diskretisierung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Lösung der Euler- und Navier-Stokes Gleichungen</li> <li>• Formulierung der Randbedingungen und iterative Lösung des diskreten Systems</li> <li>• explizite und implizite Lösungsverfahren</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik I, II</li> <li>• Aerodynamik I</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Aerodynamik II [MSALLGMB-2101.a]  |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Aerodynamik [MSALLGMB-2101.b]   |                                | 0         | 1          |
| Übung Aerodynamik II [MSALLGMB-2101.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Anwendungen der Oberflächentechnik [MSALLGMB-2102]**

| <b>MODUL TITEL: Anwendungen der Oberflächentechnik</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 3                   | 2   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Verfahren der Oberflächentechnik</li> <li>• ökologische, ökonomische, technische Potentiale</li> <li>• Vorbehandlung, Oberflächenmodifikation, Beschichtung, Nachbehandlung</li> <li>• Anforderungen an Schicht, Verbund, System</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tribologie (Verschleiß, Reibung, Schmierung)</li> <li>• tribologisches System</li> <li>• tribologische Oberflächen</li> <li>• Verschleißschutz, Reibminderung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion (elektrochemische, chemische, metallphysikalisch)</li> <li>• Korrosionssysteme</li> <li>• Korrosionsformen der elektrochemischen Korrosion</li> <li>• Schutz vor elektrochemischer Korrosion</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochtemperaturkorrosion</li> <li>• Diffusion, Oxidation, Heißgaskorrosion</li> <li>• Schutz vor Hochtemperaturkorrosion</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugbeschichtungen</li> <li>• PVD, CVD, Löten, Auftragschweißen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oberflächentechnik im Gasturbinenbau</li> <li>• Thermisches Spritzen, thermochemische Diffusionsverfahren, Auftragslöten</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oberflächentechnik bei Maschinenelementen</li> <li>• Thermochemische Diffusionsverfahren, PVD, Galvanik</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studenten können oberflächenspezifische Belastungen von volumenspezifischen Belastungen unterscheiden.</li> <li>• Studenten können Oberflächenphänomene wie Verschleiß, Reibung und Korrosion erklären.</li> <li>• Studenten können die Auswahl von Beschichtungsverfahren und Werkstoffen für spezielle Anwendungen (z.B. Werkzeugbau, Gasturbine, Maschinenelemente) nachvollziehen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>   |                   |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigungstechnik</li> <li>• Oberflächentechnik oder Beschichtungstechnik (Bachelor Berufsfeld Produktion)</li> <li>• Hochleistungswerkstoffe</li> </ul>  |              |                     | <p>Eine schriftliche Prüfung.</p>   |                   |                     |                |

| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Anwendungen der Oberflächentechnik [MSALLGMB-2102.a]   |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Anwendungen der Oberflächentechnik [MSALLGMB-2102.b] |                                | 0         | 1          |
| Übung Anwendungen der Oberflächentechnik [MSALLGMB-2102.c]     |                                | 0         | 1          |

**Modul: Automatisierungstechnik für Produktionssysteme [MSALLGMB-2103]**

| <b>MODUL TITEL: Automatisierungstechnik für Produktionssysteme</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Englisch       |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisierte Produktionssysteme: Fertigung, Montage, Transport, Verpacken und Lagern</li> <li>• Überblick über reale Automatisierungslösungen</li> <li>• Aufzeigen von Kernthemen der Automatisierung an Beispielen aus der Automobil- und Verpackungsindustrie</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robotik: Industrieroboter, Handhabungssysteme, Kinematiken, Greiftechnik, Logistikautomatisierung</li> <li>• Überblick über Varianten und Aspekte der Robotertechnik</li> <li>• Verkettungsmöglichkeiten von Maschinen, Transport und Lagerung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• RC-Technik, Roboterprogrammierung und Simulation</li> <li>• Eigenschaften und Besonderheiten der RC</li> <li>• Varianten der Programmierung</li> <li>• Simulationstools, Möglichkeiten und Grenzen der Simulation</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vision Systeme, "Intelligente Roboter", Betriebsrichtlinien</li> <li>• Fortschrittliche Möglichkeiten der Roboterprogrammierung und der Mensch-Maschine-Interaktion</li> <li>• Kooperation zwischen Robotern</li> <li>• Einbindung von Betriebsrichtlinien in den Betrieb von Robotern</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrieb eines automatisierten Produktionssystems: Automatisierungspyramide</li> <li>• Anwendungsbeispiel eines automatisierten Produktionsprozesses: Herstellung eines beispielhaften Werkstücks</li> <li>• Ableiten und Illustration der Prozessschritte und der Automatisierungspyramide anhand eines konkreten Anlagenbeispiels</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leittechnik und MES</li> <li>• Transparenz in der Fertigung</li> <li>• Controlling &amp; Monitoring der Produktion</li> <li>• Bedienen und Beobachten</li> <li>• Gegenüberstellung SPS- und PC-basierter Lösungen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrielle Kommunikation</li> <li>• Unterschiedliche Bussysteme und Schnittstellen innerhalb der Automatisierungspyramide</li> <li>• Aufzeigen der unterschiedlichen Anforderungen</li> <li>• Datenvolumen und Übertragungsgeschwindigkeiten</li> <li>• Kommunikationsprotokolle, Plug &amp; Play Technologien</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Vorlesung vermittelt den Studierenden einen gesamtgesellschaftlichen Überblick über automatisierte Produktionssysteme und setzt praxisnahe Schwerpunkte, die detailliert aufgearbeitet werden.</li> <li>• Nach Beendigung der vertiefenden Wahlvorlesung sind die Studierenden mit weiterführenden Konzepten der Robotik und der Fertigungsleittechnik vertraut und können dieses Wissen übergreifend anwenden und auf zukünftige Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Außerdem können die Studierenden die Konzepte und Prinzipien der Engineeringssysteme auf unterschiedlichen Ebenen der Automatisierungspyramide nutzbringend anwenden und sind mit den besonderen Problemstellungen der Planung typischer Automatisierungsaufgaben vertraut.</li> <li>• Die Präsentation einzelner zusätzlicher Themenblöcke, die im Rahmen der gesamten Automatisierung oft nicht im offensichtlichen Fokus stehen, versetzt die Studierenden in die Lage, Automatisierungssysteme ganzheitlich zu verstehen, zu beurteilen und selbst eine Auslegung vorzunehmen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der Bearbeitung einer Projektaufgabe werden die Studierenden im Rahmen von Kleingruppenübungen motiviert im Team Lösungsansätze steuerungstechnischer Problemstellungen zu entwickeln und unter Anleitung eine Lösung auszuarbeiten.</li> <li>• Sie sind in der Lage die erzielten Ergebnisse und deren Herleitung in einer Präsentation darzustellen und ihre Vorgehensweise argumentativ zu untermauern.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitstechnik</li> <li>• Richtlinien und Normen zur Definition von sicheren Komponenten und Prozessen im Produktionsbetrieb</li> <li>• Sichere Steuerungen, sichere Kommunikation, sichere Sensoren</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 1 Theorie</li> <li>• Projektierung von Leitsystemen: von der Architektur- über die Prozessplanung bis zur Datenmodellierung</li> <li>• Test und Inbetriebnahme von Leitsystemen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 1 Praxis</li> <li>• Darstellung eines Engineering Prozesses aus dem Bereich der Leittechnik</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 2 Theorie</li> <li>• Simulationsmöglichkeiten mit mechatronischen Verhaltensmodellen zur HIL und SIL Simulation</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 2 Praxis</li> <li>• Aufbau eines mechatronischen Verhaltensmodells einer Maschine mittels moderner Engineering Tools</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supportsysteme: RFID, AR-basierter Service</li> <li>• Nutzen zusätzlicher, dezentraler Informationsquellen</li> <li>• Funktionsprinzipien und Einsatzmöglichkeiten von RFID</li> <li>• Informationsaufbereitung und -darstellung mittels Augmented Reality Technologien</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion</li> <li>• Besichtigung einer automatisierten Produktionsanlage in der Industrie</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>  |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugmaschinen (Bachelor)</li> <li>• Grundlagen der Regelungstechnik</li> <li>• Grundlagen der Informationsverarbeitung</li> <li>• Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine mündliche Prüfung</li> <li>• Eine Bewertung der Projektergebnisse</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>   | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme [MSALLGMB-2103.a]   |  | 6         | 0          |
| Vorlesung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme [MSALLGMB-2103.b]   |  | 0         | 2          |
| Übung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme [MSALLGMB-2103.c]   |  | 0         | 2          |

**Modul: Dampfturbinen [MSALLGMB-2104]**

| <b>MODUL TITEL: Dampfturbinen</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1<br/>- Übersicht über Bau und Einsatz von Dampfturbinen</p> <p>2<br/>- Einfacher Dampfprozess:<br/>- Energieumwandlung im Dampfprozess<br/>- Energetische und exergetische Betrachtungsweisen</p> <p>3<br/>- Methoden zur besseren Ausnutzung der zugeführten Wärme</p> <p>4<br/>- Energieumsetzung in der Dampfturbine:</p> <p>5<br/>- Arbeitsverfahren von Turbinenstufen:<br/>- Anwendung der Grundgesetze<br/>- Strömungsarbeit, Verluste, Wirkungsgrade</p> <p>6<br/>- Stufenkenngrößen<br/>- Axiale Repetierstufen</p> <p>7<br/>- Einfluss der Durchflusskenngrößen<br/>- Einfluss der Auslegung auf die Bauart der Maschine</p> <p>8<br/>- Eindimensionale Betrachtung der Maschine:<br/>- Regelmöglichkeiten von Dampfturbinen</p> <p>9<br/>- Quasi-Repetierstufen<br/>- Problematik von Niederdruckstufen</p> <p>10<br/>- Schaufelauslegung</p> <p>11<br/>- Schaufelgitter</p> <p>12<br/>- Strömungsverluste in der Dampfturbine</p> <p>13<br/>- Räumliche Strömungen in der Turbine</p> <p>14<br/>- Schaufelbefestigung und Herstellung</p> <p>15<br/>- Regelung &amp; Verhalten bei geänd. Betriebsbedingungen</p> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden erkennen die wirtschaftliche Bedeutung der Dampfturbine. Weiterhin kennen Sie die Anforderungen, die ein Unternehmen im Bereich der Energietechnik erfüllen muss, um sich auf dem globalen Markt behaupten zu können.</li> <li>- Sie verstehen die Energieumwandlung in den verschiedenen Dampfprozessen und können diese mit Hilfe von Diagrammen erklären und berechnen.</li> <li>- Sie kennen die verschiedenen Methoden zur Wirkungsgradsteigerung und sind in der Lage, diese in einem Gesamtprozess einzuordnen.</li> <li>- Die Studierenden können die verschiedenen Arbeitsverfahren von Turbinenstufen z.B. anhand von Diagrammen erklären und darstellen.</li> <li>- Sie können eine Dampfturbinenstufe in 1-D Betrachtung auslegen.</li> <li>- Sie sind in der Lage die verschiedenen Verluste zu erläutern und Verbesserungen aufzuzeigen.</li> <li>- Ihnen sind aktuelle Forschungsschwerpunkte bekannt.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden werden durch die Übungen befähigt, Problemstellungen zu erkennen, zu analysieren und Lösungen zu erarbeiten.</li> <li>- Die Thematik leitet die Studierenden dazu, Zusammenhänge zu erkennen und Schlussfolgerungen für das Gesamtsystem zu erarbeiten.</li> </ul> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>  |                   |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Turbomaschinen</li> </ul> <p>Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermodynamik</li> </ul>   |              |                     | <p>Eine schriftliche Prüfung</p>   |                   |                     |                |

| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Dampfturbinen [MSALLGMB-2104.a]                        |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Dampfturbinen [MSALLGMB-2104.b]                      |                                | 0         | 2          |
| Übung Dampfturbinen [MSALLGMB-2104.c]                          |                                | 0         | 1          |
| Labor Dampfturbinen [MSALLGMB-2104.d]                          |                                | 0         | 1          |

**Modul: Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation [MSALLGMB-2105]**

| MODUL TITEL: Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation   |       |              |   |                   |              |         |
|--|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2  | 1     | 6            | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation</li> <li>Anwendungsbereiche der Unternehmensmodellierung und -simulation</li> <li>Grundlagen Modellierung (Modellarten, Modellierungsgrundsätze etc.)</li> <li>Grundlagen Simulation (Simulationstechniken, Vorgehensweise, Verifikation und Validierung)</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Struktur und Verhalten dynamischer Unternehmensmodelle</li> <li>Einführung in Kausalitätskreisdiagramme und Flussdiagramme</li> <li>Fallstudien zu rückgekoppelten soziotechnischen Systemen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamische Grundmodelle</li> <li>Regeln zur Erstellung von Kausalitätskreisdiagrammen und Flussdiagrammen</li> <li>Vorstellung der dynamischen Grundmodelle</li> <li>Regelungstechnische Beschreibung der dynamischen Grundmodelle</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Projektdynamik</li> <li>Modellierung von hochgradig iterativen Prozessen</li> <li>Einführung in die Design Structure Matrix (DSM)</li> <li>Verschiedene DSM-basierte Ansätze zur Identifikation von Sollprozessen</li> <li>Ansätze zur Identifikation der Prozessdauer</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Projektkomplexität</li> <li>Einführung in die quantitative Komplexitätsbewertung</li> <li>Vorstellung der effektiven Maßkomplexität</li> <li>Komplexitätsbewertung von Projekten und dynamischen Prozessen</li> <li>Rechenbeispiele für Produktentwicklungsprojekte</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen und Werkzeuge der graphischen Prozessmodellierung</li> <li>Grundlagen Prozessmodellierung</li> <li>Vorstellung verschiedener graphischer Modellierungssprachen</li> <li>Vorstellung verschiedener Prozessverbesserungsmaßnahmen</li> <li>Modellierung und Simulation von Workflows</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Prinzipien von Ursache-Wirkungsbeziehungen und Rückkopplungseffekten in Geschäftssystemen. Sie sind in der Lage, ablauffähige Simulationsmodelle von Unternehmen zu erstellen und mit diesen Effekte von Gestaltungs- und Organisationsvarianten zu untersuchen.</li> <li>Die Studierenden wissen, wie eine Simulationsstudie geplant werden sollte, welche Anforderungen an Modell und Daten gestellt werden müssen, wie die Erstellung von konzeptionellen und quantitativen Modellen erfolgen sollte, wie die erforderlichen Daten beschafft werden können, wie die erstellten Modelle verifiziert und validiert werden können und mit welchen Methoden die Leistungskenngrößen von Simulationsexperimenten ausgewertet werden können.</li> <li>Den Studierenden sind die gängigen graphischen Prozessmodellierungssprachen und Simulationsansätze bekannt. Sie wissen, welche dieser Sprachen und Ansätze für welche Anwendungsfälle geeignet sind und können einfache Beispielprozesse mit diesen Sprachen/Ansätzen modellieren und simulieren.</li> <li>Die Studierenden kennen und verstehen bekannte Modellierungs- und Simulationsansätze u.a. für folgende Anwendungsbereiche: Materialfluss und Logistik (Supply-Chain, Ersatzteillogistik), Projektablauf (Aufgabeninterdependenzen, Iterationen), Warteschlangensimulation (Callcenter, Flughafenbetrieb etc.), Workflowmodellierung und -simulation (Änderungsmanagement in der Produktentwicklung) sowie Menschmodellierung und -simulation (Arbeitsplatzgestaltung, Erreichbarkeitsanalysen). Aufgrund der praktischen Ausbildung im Rahmen der Übungen sind die Studierenden in der Lage, einfache Simulationsmodelle in diesen Anwendungsdomänen selbstständig zu erstellen und deren Verhalten zu untersuchen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).</li> <li>Ferner erfolgt die Arbeit in der Übung auch in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).</li> <li>Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation).</li> </ul> |                   |              |         |

7

- Geschäfts- und Arbeitsprozesssimulation mit einfachen Petrinetzen
- Einführung in den Formalismus der Petri-Netze für die Modellierung und die Simulation von Geschäfts- und Arbeitsprozessen
- Funktionsweise einfacher Petri-Netz-Netzstrukturen
- Erstellen einfacher Simulationsmodelle mit dem Petri-Netz-Formalismus mit Hilfe von Prozesselementen

8

- Geschäfts- und Arbeitsprozesssimulation mit höheren und zeitbehafteten Petrinetzen
- Gefärbte Petri-Netze zur Modellierung und Simulation von komplexen Geschäftsprozessen
- Hierarchische Petri-Netze zur Komplexitätsreduktion und Modularisierung
- Zeitbehaftete Petri-Netze zur Repräsentation des Faktors Zeit in Geschäftssystemen
- Fallbeispiel: Simulation der Arbeitsabläufe in einer autonomen Produktionszelle

9

- Materialflusssimulation
- Anwendungsfelder der Materialflusssimulation
- Grundlagen zum innerbetrieblichen Materialfluss
- Vorgehen bei der Simulation von Materialflüssen
- Kenngrößen logistischer Systeme

10

- Service-Simulation
- Industrielle Dienstleistungen
- Dienstleistungsmanagement als Regelkreis
- Modellierung und Simulation von Dienstleistungsprozessen mit gefärbten Petrinetzen

11

- Menschmodellierung und -simulation
- Einführung in die Menschmodellierung
- Geometrische Menschmodellierung
- Kinematische Menschmodellierung
- Kognitive Menschmodellierung

12

- Akteurorientierte Multiprojektsimulation
- Klassifizierung von Simulationsmodellen zur Projekt-simulation
- Vorstellung eines personenzentrierten Simulationsansatzes auf Basis von gefärbten zeiterweiterten Petrinetzen
- Erstellen einfacher personenzentrierter Simulationsmodelle

13

- Simulation von Warteschlangensystemen I
- Anwendungsgebiete von Warteschlangensystemen
- Beschreibung von Ankunftsereignissen
- Warteschlangenregimes und Bearbeitungsstrategien
- Design von Warteschlangensystemen (A/Z/m/K - Notation)
- Kennzahlen für Warteschlangensysteme, deren Berechnung bzw. Simulation

14

- Simulation von Warteschlangensystemen II
- Verkoppelte Warteschlangensysteme
- Markov'sche Warteschlangennetzwerke
- Nicht-Markov'sche Warteschlangensysteme
- Generelle Warteschlangensysteme

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| 15<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Outputanalyse</li> <li>• Punktschätzverfahren</li> <li>• Intervallschätzverfahren</li> <li>• Analyse der Ergebnisse von terminierenden, steady-state und regenerativen Simulationen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse in grundlegenden Forschungsmethoden</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation [MSALLGMB-2105.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation [MSALLGMB-2105.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation [MSALLGMB-2105.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Einführung in die Prozessleittechnik [MSALLGMB-2106]**

| <b>MODUL TITEL: Einführung in die Prozessleittechnik</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 3                   | 3  | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung</li> <li>- Modellwelten der Leittechnik</li> <li>- Prozessleitsysteme - Aufbau</li> <li>- Prozessleitsysteme - Systemfunktionen</li> <li>- Prozessleitsysteme - Softwarearchitektur</li> <li>- Kommunikationssysteme</li> <li>- Kommunikationssysteme</li> <li>- Technische Anlage</li> <li>- Technische Anlage</li> <li>- Automatisierungstechnik: Aktoreinheiten</li> <li>- Automatisierungstechnik: Verknüpfungssteuerung</li> <li>- Automatisierungstechnik: Ablaufsteuerung</li> <li>- Automatisierungstechnik: Auftragssteuerung</li> <li>- Automatisierungstechnik: Hierarchische Führungsstruktur</li> <li>- Reserve / Klausurübung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden sind mit den Aufgabenstellungen der Prozess- und Anlagenauto-matisierung vertraut. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sie kennen den prinzipiellen Aufbau industrieller Leit- und Kommunikationssysteme.</li> </ul> </li> <li>- Sie sind in der Lage mit gängigen Modellierungsansätzen aus der Informatik leit-technische Systeme und für die Leit-technik relevante Systeme wie Anlagen, Prozesse, Produkte, Geräte, Aufträge, Ausführungsvorschriften usw. zu strukturieren und formal zu beschreiben.</li> <li>- Sie kennen die technischen Sprachen zur Beschreibung und Programmierung von Automatisierungsfunktionen und können diese zur Lösung von konkreten Prozess-führungsaufgaben praktisch anwenden.</li> <li>- Sie sind in der Lage leittechnische Lösungskonzepte zu analysieren und technisch zu bewerten.</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
|  |              |                     | Eine schriftliche Prüfung  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Einführung in die Prozessleittechnik [MSALLGMB-2106.a]   |              |                     |  |                                | 3                   | 0              |
| Vorlesung/Übung Einführung in die Prozessleittechnik [MSALLGMB-2106.bc]  |              |                     |  |                                | 0                   | 3              |

**Modul: Elemente des Schienenfahrzeugs - Fahrwerkstechnik, Bremsen, Kupplungen [MSALLGMB-2110]**

| <b>MODUL TITEL: Elemente des Schienenfahrzeugs - Fahrwerkstechnik, Bremsen, Kupplungen</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an Schienenfahrzeuge</li> <li>• Lastenheft / Pflichtenheft</li> <li>• Transportaufgaben</li> <li>• Fahrzeuggestaltung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Randbedingungen</li> <li>• Gesetze</li> <li>• Normen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktionsprinzipien Wagenkasten</li> <li>• Leichtbau</li> <li>• Materialien</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tragfedern</li> <li>• Funktionen von Federn</li> <li>• Ausführungen von Federn</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrwerke</li> <li>• Ausführungen / Leichtbau</li> <li>• Auswirkungen der Fahrwerke auf die Konstruktion des Wagenkastens</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kupplungen</li> <li>• Funktionen von Kupplungen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Bremsen</li> <li>• Pneumatische Bremse</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bremssysteme</li> <li>• Ausgeführte Bremsen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Bremsauslegung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bremsberechnung</li> <li>• Bremsleistung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neigetechnik</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die verschiedenen Baugruppen von Schienenfahrzeugen und deren typische Ausführungsformen.</li> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Aufgabe und Funktionsweise der verschiedenen Bauteile eines Fahrzeugs.</li> <li>• Die Studierenden können selbstständig anhand einer Transportaufgabe für das Fahrzeug geeignete Konstruktionsformen wählen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen  |                         | Benotung                  |     |  |
|--|-------------------------|---------------------------|-----|--|
| Empfohlene Voraussetzungen:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik</li> <li>• Höhere Mathematik</li> </ul> |                         | Eine schriftliche Prüfung |     |  |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |                         |                           |     |  |
| Titel  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                        | SWS |  |
| Prüfung Elemente des Schienenfahrzeugs - Fahrwerkstechnik, Bremsen, Kupplungen [MSALLGMB-2110.a]                         |                         | 6                         | 0   |  |
| Vorlesung Elemente des Schienenfahrzeugs - Fahrwerkstechnik, Bremsen, Kupplungen [MSALLGMB-2110.b]                       |                         | 0                         | 2   |  |
| Übung Elemente des Schienenfahrzeugs - Fahrwerkstechnik, Bremsen, Kupplungen [MSALLGMB-2110.c]                           |                         | 0                         | 2   |  |

**Modul: Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik [MSALLGMB-2111]**

| <b>MODUL TITEL: Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zum Lehrinhalt der Veranstaltung</li> <li>• Verkehrssystem Kraftfahrzeug</li> <li>• Wirtschaftliche Aspekte des Kraftfahrzeugs</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radwiderstand</li> <li>• Luftwiderstand</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luftwiderstand</li> <li>• Steigungs- und Gefällewiderstand</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschleunigungswiderstand</li> <li>• Gesamtwiderstand</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiespeicher</li> <li>• Ottomotor</li> <li>• Dieselmotor</li> <li>• Wankelmotor</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasturbine</li> <li>• Elektroantrieb</li> <li>• Hybridantrieb</li> <li>• Vergleich der Antriebe</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Kupplung</li> <li>• Hydrodynamische Kupplung</li> <li>• Visco-Hydraulische Kupplung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stufengetriebe</li> <li>• Mechanische stufenlose Getriebe</li> <li>• Hydraulische stufenlose Getriebe</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatikgetriebe</li> <li>• Vergleich der Getriebe</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kegelraddifferential</li> <li>• Stirnradplanetendifferential</li> <li>• Differentialsperren</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesetzliche Grundlagen zur Bremsanlage</li> <li>• Radbremsen</li> <li>• Bremskreisaufteilung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen der Fahrzeuglängsdynamik, d.h. sie kennen Zahlen/Statistiken zur den verschiedenen Transportsystemen, der Verkehrsentwicklung, Transportbedarf etc. Sie kennen die auf ein Fahrzeug wirkenden Fahrwiderstandsanteile. Weiterhin können sie die Baugruppen des Antriebsstrangs beschreiben</li> <li>• Die Studierenden können die Funktion der Baugruppen des Antriebsstranges erklären.</li> <li>• Die Studierenden können die gelernten Zusammenhänge der Fahrwiderstände anwenden, die Bedarfsleistung und die von einem Fahrzeug erzielten Fahrleistungen berechnen.</li> <li>• Die Studierenden können Eigenschaften von verschiedenen Bauformen von Antriebsstrangbaugruppen analysieren, diese vergleichen und beurteilen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                    |           |            |
|--|------------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydraulikbremsanlage</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druckluftbremsanlage</li> <li>• Hybride Bremsanlagen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische Bremsanlagen</li> <li>• Dauerbremsen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrleistungen</li> <li>• Kraftstoffverbrauch</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antriebskonzepte</li> <li>• Fahrgrenzen</li> </ul> |                                    |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                    |           |            |
|  | Eine schriftliche Prüfung          |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                    |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer<br/>(Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik [MSALLGMB-2111.a]   |                                    | 6         | 0          |
| Vorlesung Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik [MSALLGMB-2111.b]   |                                    | 0         | 2          |
| Übung Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik [MSALLGMB-2111.c]   |                                    | 0         | 2          |

**Modul: Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit [MSALLGMB-2112]**

| <b>MODUL TITEL: Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 5                   | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an den Automobilingenieur</li> <li>• Umfeld der Automobilindustrie</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Fahrzeugsicherheit</li> <li>• Unfallanalyse</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleuchtung</li> <li>• Klimatisierung, Glas</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sichtkonzeption,</li> <li>• Bedienkonzeption</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrerassistenzsysteme - Einführung, Gliederung von FAS</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrerassistenzsysteme - Sensoren und Aktuatoren</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrerassistenzsysteme - Applikationen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Längs- und Querdynamikregelung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Längs- und Querdynamikregelung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomechanik</li> <li>• Fußgängerschutz</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückhaltesysteme</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pre-Crash</li> <li>• Post-Crash</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderung an die Systemintegrität</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Virtuelle Realität</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Studierenden sind die Grundlagen der Unfallanalyse bekannt.</li> <li>• Den Studierenden sind die Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme bekannt</li> <li>• Ihnen sind die regelungstechnischen Grundlagen bekannt und sie können elementare Modellansätze zur Analyse von FAS-Szenarien aufstellen.</li> <li>• Die Studierenden sind mit dem Regelkreis Fahrer - Fahrzeug - Umwelt vertraut und kennen die Aufgaben des Fahrers bzgl. der Fahrzeugführung</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz)</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| 15<br>• Fahrerassistenzsysteme im Nutzfahrzeug                           |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Fahrzeugtechnik I, II                   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>           |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit [MSALLGMB-2112.a]   |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit [MSALLGMB-2112.b] |                                | 0         | 2          |
| Übung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit [MSALLGMB-2112.c]     |                                | 0         | 1          |

## Modul: Flugregelung [MSALLGMB-2115]

| MODUL TITEL: Flugregelung   |       |              |   |                   |              |         |
|---|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2   | 1     | 5            | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EINFÜHRUNG</li> <li>• Zielsetzung</li> <li>• Historie</li> <li>• Quellen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GRUNDLAGEN</li> <li>• Grundbegriffe</li> <li>• Beschreibungsformen</li> <li>• Der Regelkreis</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegungsziele</li> <li>• Auslegungsverfahren</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ELEMENTE DER FLUGREGELKREISE</li> <li>• Regelstrecke</li> <li>• Bewegungsgleichungen</li> <li>• Dynamisches Verhalten</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messgrößen, Stellgrößen, Störgrößen</li> <li>• Regelungsprinzipien</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AUFGABEN UND STRUKTUR DER FLUGREGELKREISE</li> <li>• Aufgaben</li> <li>• Auslegungsziele</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• VERBESSERUNG DER FLUGEIGENSCHAFTEN</li> <li>• Eigenverhalten</li> <li>• Nickdämpfer</li> <li>• Phygoiddämpfung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenverhalten</li> <li>• Gierdämpfer</li> <li>• Rollohdämpfer</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Führungsverhalten</li> <li>• Lageregler</li> <li>• Kurvenkoordinierung</li> <li>• Kurvenkompensation</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Führungsverhalten</li> <li>• Vorgaberegler</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Auslegungsziele und Auslegungsverfahren für Flugregelungssysteme und sie verstehen die Aufgaben und die Struktur der Flugregelkreise.</li> <li>• Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben des Entwurfs von Systemen zur Modifikation der Flugeigenschaften, Reglern zur Bahnführung und zur Erweiterung der Einsatzgrenzen anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden können die Wirkungen unterschiedlicher Messgrößen und Stellgrößen in einem Gesamt-Flugführungssystem beurteilen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |              |         |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellfolgeregler</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• REGLER ZUR BAHNFÜHRUNG</li> <li>• Höhenregelung</li> <li>• Fahrtregelung</li> <li>• Kursregelung</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ERWEITERUNG DER EINSATZGRENZEN</li> <li>• Reduzierte Stabilität</li> <li>• Lastabminderung</li> <li>• Schwingungsdämpfung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• REALISIERUNGSGESICHTSPUNKTE</li> <li>• Strukturdynamik</li> <li>• Signalverarbeitung</li> <li>• Sicherheit</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• REALISIERUNGSBEISPIELE</li> <li>• Do328</li> <li>• A320</li> <li>• ATTAS</li> <li>• VTOL-UAV</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flugdynamik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul>   | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Flugregelung [MSALLGMB-2115.a]   |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Flugregelung [MSALLGMB-2115.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Flugregelung [MSALLGMB-2115.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Fügen und Umformen von Kunststoffen [MSALLGMB-2117]**

| <b>MODUL TITEL: Fügen und Umformen von Kunststoffen</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 5                   | 3   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das Fügen und Umformen von Kunststoffen</li> <li>• Heizelementschweißen I:</li> <li>• Verfahrensablauf und physikalische Grundlagen</li> <li>• Maschinenteknik und Werkzeuge</li> <li>• Verfahrensvarianten</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heizelementschweißen II:</li> <li>• Berechnungsgrundlagen - Erwärmung mit/ohne Abschmelzwegbegrenzung, Fügeprozess</li> <li>• Korrelation von Prozess, Struktur und Eigenschaft</li> <li>• Konstruktion von Bauteilen</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ultraschallschweißen II:</li> <li>• Verfahrensablauf und physikalische Grundlagen</li> <li>• Maschinenteknik und Werkzeuge</li> <li>• Verfahrensvarianten</li> <li>• Berechnungsgrundlagen - Kenngrößen für die Erwärmung durch innere Reibung und Grenzflächenreibung, Massenschwinger-Modell</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ultraschallschweißen II:</li> <li>• Korrelation von Prozeß, Struktur und Eigenschaften</li> <li>• Konstruktive Gestaltung der Fügeteile</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reibschweißen:</li> <li>• Verfahrensablauf und physikalische Grundlagen</li> <li>• Maschinenteknik und Werkzeuge</li> <li>• Verfahrensvarianten</li> <li>• Berechnungsgrundlagen</li> <li>• Korrelation von Prozeß, Struktur und Eigenschaften</li> <li>• Konstruktive Gestaltung der Fügepartner</li> <li>• Anwendungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diverse Schweißverfahren I:</li> <li>• Wärmekontaktschweißen</li> <li>• Wärmeimpulsschweißen</li> <li>• Hochfrequenzschweißen</li> <li>• Heizkeilschweißen</li> <li>• Warmgasschweißen</li> <li>• Extrusionsschweißen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die verschiedenen Füge- und Umformverfahren von Kunststoffen.</li> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die einzelnen Verfahrensabläufe und die dazugehörigen physikalischen Grundlagen. Darüber hinaus sind sie in der Lage die verschiedenen Maschinentekniken und Werkzeuge darzustellen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Modelle, die der Simulation von Aufheiz-, Abkühl- und Verstreckvorgängen zu Grunde liegen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Kunststoffbauteile für die Füge- und Umformverfahren fertigungsgerecht zu gestalten, auszulegen und zu dimensionieren. Anhand dieser Kenntnisse können sie geeignete Füge- und Umformprozesse auswählen.</li> <li>• Auf der Seite der theoretischen Qualifikation der Studierenden bietet die Vorlesung zahlreiche Anwendungen von Grundlagenwissen aus den Gebieten Wärmeübertragung, Rheologie und Werkstoffkunde der Kunststoffe (hier der Thermoplaste). Beispielsweise die Fragen der instationären Wärmeleitung in festen Körpern bei starker Variabilität der thermischen Stoffwerte, d.h. diese sind abhängig von der Temperatur und den inneren Eigenschaften der Thermoplaste. Entsprechendes gilt für die Fragen der Wechselwirkung von Infrarotstrahlung mit Kunststoffen beim Umformen wie beim Schweißen.</li> <li>• Auf der Seite der Qualifikation in Fragen der praktischen Anwendung wird insbesondere in den Kapiteln zur Schweißtechnik auch stark auf anwendungstechnische Themen eingegangen, bis hin zum handwerklich ausgeübten Schweißen im Tiefbau.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diverse Schweißverfahren II:</li> <li>• Induktionsschweißen</li> <li>• Rohrschweißverbindungen</li> <li>• Laserstrahlschweißen</li> <li>• Beurteilung von Schweißverbindungen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermoformen I:</li> <li>• Einleitung</li> <li>• Physikalische Grundlagen der Erwärmung I</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermoformen II:</li> <li>• Physikalische Grundlagen der Erwärmung II</li> <li>• Mechanische Halbzeugeigenschaften</li> <li>• Verhalten von Polymerschmelzen unter Dehnbeanspruchung</li> <li>• Thermoformen - Maschinen, Formverfahren I</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermoformen III:</li> <li>• Formverfahren II</li> <li>• Steckblasen I:</li> <li>• Einleitung</li> <li>• Prozessbeschreibung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Streckblasen II:</li> <li>• Verwendete Materialien und wirtschaftliche Bedeutung</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung des Thermoformprozesses I:</li> <li>• Modellbildung der Kontakterwärmung</li> <li>• Modellbildung der Konvektionserwärmung</li> <li>• Modellbildung der Strahlungserwärmung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung des Thermoformprozesses II:</li> <li>• Umstellphase</li> <li>• Abkühlphase</li> <li>• Verstreckphase</li> <li>• Vereinfachte Beschreibung des Formvorgangs</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Streckblas-Modellbildung:</li> <li>• Thermische Konditionierung</li> <li>• Materialverhalten</li> <li>• Deformation</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffkunde der Kunststoffe</li> </ul>  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Fügen und Umformen von Kunststoffen [MSALLGMB-2117.a]  |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Fügen und Umformen von Kunststoffen [MSALLGMB-2117.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Fügen und Umformen von Kunststoffen [MSALLGMB-2117.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Fügetechnik II - Werkstofftechnische Aspekte der stoffschlüssigen Fügeverfahren [MSALLGMB-2120]**

| MODUL TITEL: Fügetechnik II - Werkstofftechnische Aspekte der stoffschlüssigen Fügeverfahren   |       |              |  |                   |              |         |
|--|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2  | 1     | 6            | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schweißbarkeit von Metallen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ZTA / ZTU Diagramme</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenspannungen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezeichnung und Einteilung der Stähle und Aluminiumlegierungen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schweißen un- und niedriglegierter Stähle</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schweißen hochlegierter Stähle</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schweißen von Aluminiumlegierungen u. Magnesiumlegierungen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schweißen von Titan u. Nickelbasislegierungen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Wärmebehandlungen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schweißnahtfehler</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfen von stoffschlüssigen Verbindungen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fügen von Mischverbindungen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffrelevante Normen und Regelwerke</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fügetechnik ist eine interdisziplinäre Technologie, die in allen Gebieten der industriellen Produktion eingesetzt wird. Einzelteile werden zu Funktionsbaugruppen zusammengefügt, dabei sind die jeweils spezifischen Eigenschaften der eingesetzten Werkstoffe zu beachten</li> <li>• Nach der Teilnahme an Vorlesung und Übung kennt der Studierende wesentliche Werkstoffreaktionen beim Schweißen + Löten. Er ist in der Lage, für ausgewählte Werkstoffe eine geeignete Fügetechnologie und werkstoffgerechte Verfahrensparameter auszuwählen sowie seine Wahl zu begründen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |              |         |

| Voraussetzungen  |  | Benotung                  |    |     |
|--|--|---------------------------|----|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fügetechnik I</li> </ul> |  | Eine schriftliche Prüfung |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |  |                           |    |     |
| Titel  |  | Prüfungsdauer (Minuten)   | CP | SWS |
| Prüfung Fügetechnik II - Werkstofftechnische Aspekte der stoffschlüssigen Fügeverfahren [MSALLGMB-2120.a]  |  |                           | 6  | 0   |
| Vorlesung Fügetechnik II - Werkstofftechnische Aspekte der stoffschlüssigen Fügeverfahren [MSALLGMB-2120.b]                                      |  |                           | 0  | 2   |
| Übung Fügetechnik II - Werkstofftechnische Aspekte der stoffschlüssigen Fügeverfahren [MSALLGMB-2120.c]  |  |                           | 0  | 2   |

**Modul: Kerntechnisches Praktikum [MSALLGMB-2125]**

| <b>MODUL TITEL: Kerntechnisches Praktikum</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 2                   | 3  | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| <p>1. Tag</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsbelehrung</li> <li>• Strahlenschutz: Abschirmung</li> </ul> <p>2. Tag</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlenschutz: Detektoren</li> <li>• Strahlenschutz: Dosisleistung</li> </ul> <p>3. Tag</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gamma-Spektroskopie: NaI Detektor</li> <li>• Gamma-Spektroskopie: Ge-Detektor (Spektren, Totzeit, Effizienz)</li> <li>• Ausmessen von Umweltproben</li> </ul> <p>4. Tag</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alpha-Spektroskopie: Probenvorbereitung (Umweltproben, Extraktion, Arbeit in glove-boxes)</li> <li>• Alpha-Spektroskopie: Auswertung des kompletten Trennungsversuches</li> </ul> <p>5. Tag</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutronenaktivierung</li> <li>• Flüssig Szintillations Zähler</li> <li>• Industrielle Anwendung der Messtechnik</li> </ul> <p>6. Tag</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschlusskolloquium</li> <li>• Prüfung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen Messverfahren für radioaktive Stoffe</li> <li>• Die Studierenden sind mit den Grundlagen des praktischen Strahlenschutzes vertraut</li> <li>• Die Studierenden können für einen vorgegebenen Anwendungsfall ein geeignetes Messverfahren identifizieren.</li> <li>• Die Studierenden können die Messverfahren anwenden und die Ergebnisse interpretieren</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können theoretisches Wissen praktisch umsetzen</li> <li>• Die Übung erfolgt in Kleingruppen so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlenschutz</li> </ul>  |              |                     | <p>Eine mündliche Prüfung</p>  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Kerntechnisches Praktikum [MSALLGMB-2125.a]  |              |                     |  |                                | 2                   | 0              |
| Praktikum Kerntechnisches Praktikum [MSALLGMB-2125.d]  |              |                     |  |                                | 0                   | 3              |

**Modul: Konstruktion von Fertigungseinrichtungen [MSALLGMB-2126]**

| <b>MODUL TITEL: Konstruktion von Fertigungseinrichtungen</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>V1: Drehmaschine (Hersteller: DS Technologie)</li> <li>Konzeptionierung und Konstruktion von Drehmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen</li> <li>Ü1: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>V2: Bearbeitungszentrum 1 (Hersteller: Fritz Werner)</li> <li>Konzeptionierung und Konstruktion 3-achsiger Bearbeitungszentren, maschinenspezifische Baugruppen</li> <li>Ü2: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>V3: Bearbeitungszentrum 2 (Hersteller: DynaM)</li> <li>Konzeptionierung und Konstruktion von Bearbeitungszentren mit Parallelkinematik, maschinenspezifische Baugruppen</li> <li>Ü3: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>V4: Bearbeitungszentrum 3 (Hersteller: Heyligenstaedt)</li> <li>Konzeptionierung und Konstruktion von Vorsatzköpfen für Bearbeitungszentren, Aufbau und Arbeitsweise von Schwenkgetrieben, maschinenspezifische Baugruppen</li> <li>Ü4: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>V5: Bearbeitungszentrum 4 (Hersteller: Chiron)</li> <li>Konzeptionierung und Konstruktion von Werkzeugwechslern, Werkzeugschnittstellen</li> <li>Ü5: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>V6: Werkzeugspannsysteme und Werkstückhandhabung</li> <li>Aufbau und Arbeitsweisen, wirtschaftliche und praxistaugliche Lösungen</li> <li>Ü6: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>V7: Exkursion zu Maschinenhersteller oder Anwender</li> <li>Ü7: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>V8: Schleifmaschine 1 (Hersteller: Hauni Blohm)</li> <li>Konzeptionierung und Konstruktion von Flachsleifmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen</li> <li>Ü8: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>V9: Schleifmaschine 2 (Hersteller: Schaudt)</li> <li>Konzeptionierung und Konstruktion von CNC-Außenrundsleifmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen</li> <li>Ü9: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die wichtigsten Werkzeugmaschinentypen. Sie verstehen deren Grundfunktionen und die für die Realisierung der Funktionen erforderlichen Maschinenbaugruppen.</li> <li>Sie beherrschen die Berechnung der wichtigsten Schlüsselemente und können diese funktions- und belastungsgerecht auslegen.</li> <li>Die Studierenden können komplexere Maschinensysteme in ihre wesentliche Grundfunktionen zerlegen und die konstruktiv-mechanischen Zusammenhänge herausstellen.</li> <li>Auf Basis dieser Kenntnisse können die Studierenden Lösungen für gestellte Konstruktionsaufgaben entwickeln, diese anforderungsgerecht auslegen und in einem Konstruktionsentwurf umsetzen.</li> <li>Die Studierenden können diese Kenntnisse auf andere Maschinenkonzepte übertragen und deren Eigenschaften im Hinblick auf technisch-konstruktive Eigenschaften bewerten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden werden durch die Konstruktionsaufgabe befähigt komplexe technische Fragestellungen zu erfassen, Problemstellungen zu identifizieren und im Team Lösungswege zu erarbeiten.</li> <li>Durch die enge Zusammenarbeit in der Gruppe und mit dem Übungsbetreuer wird die kommunikative Fähigkeit jedes einzelnen gefördert.</li> <li>Die Studierenden erlernen zielorientiertes Projektmanagement durch die Bearbeitung der Konstruktionsaufgabe in der Gruppe.</li> <li>Durch die Ausarbeitung der gesamten Konstruktionsunterlagen vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, technische Zusammenhänge darzustellen.</li> <li>Durch die Darstellung der Projektergebnisse im Rahmen der Prüfung erlernen und vertiefen sie wichtige Fähigkeiten der Präsentation und verbessern ihre kommunikative Fähigkeiten.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |   |           |            |
|---|---|-----------|------------|
| <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• V10: Verzahnmaschine (Hersteller: Liebherr)</li> <li>• Konzeptionierung und Konstruktion von Verzahnmaschinen, Prinzipien der Bewegungserzeugung</li> <li>• Ü10: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• V11: Walzmaschine 1 (Axial-Gesenkwalzmaschine)</li> <li>• Konzeption und Konstruktion von Walzmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen</li> <li>• Ü11: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• V12: Walzmaschine 2 (Drückwalzmaschine)</li> <li>• Konzeption und Konstruktion von Drückwalzmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen</li> <li>• Ü12: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• V13: Reserve</li> <li>• Ü13: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• V14: Reserve</li> <li>• Ü14: Konstruktionsaufgabe</li> </ul> |   |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>   |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugmaschinen</li> <li>• Maschinenelemente</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine mündliche Prüfung:</li> <li>• Vorstellung und Verteidigung der Konstruktionsaufgabe</li> <li>• Konstruktionserklärung anhand von Beispielen aus dem Maschinenatlas</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |   |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>  | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Konstruktion von Fertigungseinrichtungen [MSALLGMB-2126.a]  |   | 6         | 0          |
| Vorlesung/Übung Konstruktion von Fertigungseinrichtungen [MSALLGMB-2126.bc]   |   | 0         | 4          |

## Modul: Kraftwerksprozesse [MSALLGMB-2128]

|  |              |                     |                  |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>MODUL TITEL: Kraftwerksprozesse</b>                         |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                      |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>       | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 4                   | 3                | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        |                |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                     |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b> |                                |                     |                |
|  |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
|  |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |                  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Kraftwerksprozesse [MSALLGMB-2128.a]                   |              |                     |                  |                                | 4                   | 0              |
| Vorlesung Kraftwerksprozesse [MSALLGMB-2128.b]                 |              |                     |                  |                                | 0                   | 2              |
| Übung Kraftwerksprozesse [MSALLGMB-2128.c]                     |              |                     |                  |                                | 0                   | 1              |

**Modul: Kunststoffverarbeitung III [MSALLGMB-2129]**

| <b>MODUL TITEL: Kunststoffverarbeitung III</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 6                   | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatenausgleichsvorgänge in Kunststoffen:</li> <li>• Grundgleichung und Einflussgrößen</li> <li>• Mischungsregeln</li> <li>• Anfangs- und Randbedingungen</li> <li>• Lösung der Wärmeleitungsgleichung</li> <li>• Wärmeübergangsanalysen an Extrusionskühlstrecken</li> <li>• Temperierung von Spritzgießwerkzeugen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften von Spritzgießbauteilen I:</li> <li>• Fertigungs- und Prozessparameter</li> <li>• Innere Eigenschaften</li> <li>• Eigenspannungen</li> <li>• Kristallisation und Gefügestruktur</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften von Spritzgießbauteilen II:</li> <li>• Auswirkung der inneren Eigenschaften auf die äußeren Eigenschaften</li> <li>• Faserorientierung an komplexen Spritzgussteilen aus kurzglasfaserverstärkten Thermoplasten</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruieren von Spritzgussteilen I:</li> <li>• Einführung in die allgemeine Konstruktionslehre</li> <li>• Kunststoffgerechtes Konstruieren (Einleitung)</li> <li>• Erstellen der Anforderungsliste</li> <li>• Erarbeiten des Lösungskonzepts</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruieren von Spritzgussteilen II:</li> <li>• Werkstoffauswahl</li> <li>• Dimensionieren</li> <li>• Dimensionieren und Gestalten von Features</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruieren von Spritzgussteilen III:</li> <li>• Gestaltungsregeln und Beispiele</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekülorientierungen und deren gezielte Nutzung I:</li> <li>• Orientierungsbestimmung von Makromolekülen</li> <li>• Relaxation und Retardation</li> <li>• Gesetzmäßigkeiten der Orientierung und Desorientierung</li> <li>• Temperaturabhängigkeit</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekülorientierungen und deren gezielte Nutzung II:</li> <li>• Druckabhängigkeit der Relaxationszeiten</li> <li>• Nutzenwendung</li> <li>• Verhalten von Schmelzen</li> <li>• Gezielte Nutzung von Orientierungen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diese Veranstaltung stellt eine Vertiefung der Vorlesung Kunststoffverarbeitung II dar.</li> <li>• Der Studierende wird in die Lage versetzt, komplexe Problemstellungen der Kunststoffverarbeitung im Bereich des Spritzgießens, der Extrusion und der Faserverbundwerkstoffen zu analysieren, zu bewerten und zu lösen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz)</li> <li>• Ferner erfolgt die Arbeit in der Übung in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit Langfasern und Endlosfasern verstärkte Kunststoffe I:</li> <li>• Fasern</li> <li>• Matrixwerkstoffe</li> <li>• Auslegung und Dimensionierung von Bauteilen aus Faserverbundkunststoffen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit Langfasern und Endlosfasern verstärkte Kunststoffe II:</li> <li>• Herstellung von Bauteilen im Wickelverfahren</li> <li>• Herstellung von Bauteilen im Flechtverfahren</li> <li>• Pressen von langfaserverstärkten Kunststoffen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schäumen von Kunststoffen - Theorie der Schaumbildung:</li> <li>• Blasenbildung</li> <li>• Blasenwachstum</li> <li>• Blasenfixierung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schäumen von Kunststoffen - Verfahrenstechnische Realisierung des Schäumprozesses:</li> <li>• Polyurethanschaum</li> <li>• Thermoplastische Schaumstoffe</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätskontrolle in der Kunststoffverarbeitung:</li> <li>• Qualitätssicherung in der Kunststoffindustrie</li> <li>• Rechnergestützte Qualitätssicherungssysteme (CAQ)</li> <li>• Methoden der Qualitätsplanung und der Auswertung von Qualitätsprüfungen</li> <li>• Online-Qualitätsüberwachung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugauslegung mittels CAD am Beispiel des Spritzgießprozesses:</li> <li>• Gründe für den Rechnereinsatz bei der Konstruktion</li> <li>• Notwendige Berechnungen bei der Dimensionierung</li> <li>• Erstellung von Fertigungsunterlagen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recycling von Kunststoffen:</li> <li>• Aufbereiten von Kunststoffen</li> <li>• Werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen</li> <li>• Rohstoffliche Verwertung von Kunststoffen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoffverarbeitung I</li> <li>• Kunststoffverarbeitung II</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung.     |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Kunststoffverarbeitung III [MSALLGMB-2129.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Kunststoffverarbeitung III [MSALLGMB-2129.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Kunststoffverarbeitung III [MSALLGMB-2129.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Leichtbau [MSALLGMB-2130]**

|                               |              |                     |                  |                   |                     |                |
|-------------------------------|--------------|---------------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>MODUL TITEL: Leichtbau</b> |              |                     |                  |                   |                     |                |
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>     |              |                     |                  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>           | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>       | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                             | 1            | 6                   | 4                | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>    |              |                     |                  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                 |              |                     | <b>Lernziele</b> |                   |                     |                |

|  |   |
|--|---|
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in den Leichtbau</li> <li>• Motivation, Definitionen, Konzepte</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besonderheiten bei Leichtbaustrukturen</li> <li>• Werkstoffe für den Leichtbau</li> <li>• Die wichtigsten Werkstoffkennwerte</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundgleichungen der Kontinuumsmechanik</li> <li>• Idealisierung von Strukturen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichgewichtsbedingungen</li> <li>• Statisch bestimmte Lagerung von Strukturen in der Ebene und im Raum</li> <li>• Bestimmung innerer und äußerer Kräfte</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ebene und räumliche Fachwerkstrukturen</li> <li>• Grundgleichungen</li> <li>• Konstruktive Lösungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balken unter Biegung und Querkraft</li> <li>• Grundgleichungen</li> <li>• Lösung der Differentialgleichung des schubstarren Balkens</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrizen Formulierungen</li> <li>• Übertragungsmatrizen, Steifigkeitsmatrizen</li> <li>• Erläuterung der Finite-Elemente-Methode (Statik)</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schubnachgiebiger Balken</li> <li>• Lösung der Dgl., Übertragungsmatrix</li> <li>• Schubverformung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schubflußverteilung in Balken mit dünnwandigen Querschnitten</li> <li>• offener Querschnitt</li> <li>• geschlossener Querschnitt</li> <li>• Schubmittelpunkt</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plastische Biegung</li> <li>• Kombinierte Normalkraft-Biegebelastung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Torsion von Balken (St. Venantsche Torsion)</li> <li>• kompakte Querschnitte</li> <li>• geschlossene, dünnwandige Querschnitte</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Torsion von Balken (St. Venantsche Torsion)</li> <li>• offene, dünnwandige Querschnitte</li> <li>• Wölbkrafttorsion</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Schubfeldtheorie</li> <li>• offene und geschlossene Querschnitte</li> </ul> | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen die wesentlichen Prinzipien, um Leichtbau zu erzielen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, das Tragverhalten der wesentlichen Strukturelemente zu beurteilen, und kennen Methoden, um diese ingenieurmäßig zu bemessen.</li> <li>• Damit sind Sie auch in der Lage, Ergebnisse numerischer Rechenprogramme für die Strukturanalyse zu interpretieren und auf Plausibilität zu überprüfen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse zu bewerten und zu vertreten.</li> </ul> |
|--|---|

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ebene Schubfeldträger</li> <li>• rechteckige Felder, Parallelogrammfelder, Trapezfelder, allgemeine Viereckfelder</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• räumliche Schubfeldträger</li> <li>• Quader, Pyramidenstumpf und Keil unter Torsionsbelastung</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinengestaltung</li> <li>• Höhere Mathematik</li> <li>• Mechanik I, II</li> <li>• Werkstoffkunde</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Leichtbau [MSALLGMB-2130.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Leichtbau [MSALLGMB-2130.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Leichtbau [MSALLGMB-2130.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Luftfahrtantriebe II [MSALLGMB-2132]**

| <b>MODUL TITEL: Luftfahrtantriebe II</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 5                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zweck der Mehrwellenbauart</li> <li>• Aerothermodynamische Zusammenhänge</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelgesetze</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehzahlverhältnis von Niederdruck- und Hochdruckteil</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instationäres Betriebsverhalten</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatzbereiche und Bauarten von ZTL-Triebwerken</li> <li>• Aerothermodynamische Zusammenhänge</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegung und Gestaltung von ZTL-Triebwerken</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsverhalten von ZTL Triebwerken</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatzbereiche und Aufbau von PTL Triebwerken und Turbomotoren</li> <li>• Aerothermodynamische Zusammenhänge</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komponenten des PTL Triebwerks</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonderprobleme bei PTL-Triebwerken und Prop-Fans</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Triebwerke für den Überschallflug</li> <li>• Allgemeine Anforderungen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überschalleinlaufdiffusoren</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schubdüsegestaltung für den Überschallflug</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überschalltriebwerke mit Nachverbrennung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise der unterschiedlichen Triebwerksbauarten</li> <li>• Sie sind in der Lage die aerothermodynamischen Zusammenhänge zu erkennen und zu erklären</li> <li>• Sie können die aerothermodynamischen Gesetze auf die Problemstellungen bei der Nachrechnung von Triebwerken anwenden</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren</li> <li>• Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen   |  | Benotung                  |    |     |
|---|--|---------------------------|----|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Strömungsmechanik I</li> <li>• Grundlagen der Turbomaschinen</li> <li>• Luftfahrtantriebe I</li> </ul> |  | Eine schriftliche Prüfung |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |  |                           |    |     |
| Titel   |  | Prüfungsdauer (Minuten)   | CP | SWS |
| Prüfung Luftfahrtantriebe II [MSALLGMB-2132.a]  |  |                           | 5  | 0   |
| Vorlesung Luftfahrtantriebe II [MSALLGMB-2132.b]  |  |                           | 0  | 2   |
| Übung Luftfahrtantriebe II [MSALLGMB-2132.c]  |  |                           | 0  | 2   |

**Modul: Materialflusstechnik [MSALLGMB-2133]**

| <b>MODUL TITEL: Materialflusstechnik</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                                |                     |                |
| 1<br>• Übersicht<br><br>2-3<br>• Systemlast<br><br>4<br>• Aufbereitungsverfahren I<br><br>5<br>• Aufbereitungsverfahren II<br><br>6<br>• zweidimensionale Verteilung<br><br>7-8<br>• Technologien<br><br>9-10<br>• Fabrikplanung<br><br>11-12<br>• Transporttheorie<br><br>13-14<br>• Strategie |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden sind in der Lage, selbständig Materialflusssysteme und ihre Bestandteile innerhalb von technischen Systemen zu erkennen und zu analysieren.<br>• Ebenfalls sind sie in der Lage, Materialflusssysteme aus den Bestandteilen Unstetigund Stetigförderer sowie Lager zusammenzustellen.<br>• Weiterhin beherrschen sie die grundlegenden Prinzipien zur Auslegung von Materialflusssystemen.<br>• Sie können Stoffströme analysieren und berechnen. Hierzu werden die Studierenden befähigt, grafische und statistische Verfahren gezielt einzusetzen, (bspw. Multi-momentverfahren). Der Umgang mit diesen Verfahren wird geübt.<br>• Die Studierenden werden in die Lage versetzt Fabriklayouts neu zu planen oder bestehende Fabriklayouts unter Effizienz Gesichtspunkten umzustrukturieren.<br><br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• keine |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>   |                                |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Maschinenelemente<br>• Mechanik<br>• Höhere Mathematik<br>• Unstetigförderer<br>• Stetigförderer   |              |                     | Eine schriftliche Prüfung   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>  |              |                     |   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Materialflusstechnik [MSALLGMB-2133.a]  |              |                     |   |                                | 6                   | 0              |
| Vorlesung Materialflusstechnik [MSALLGMB-2133.b]  |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |
| Übung Materialflusstechnik [MSALLGMB-2133.c]  |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |

**Modul: Mechatronische Systeme I [MSALLGMB-2136]**

| <b>MODUL TITEL: Mechatronische Systeme I</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 4                   | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung - was ist Mechatronik?</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Modellbildung</li> <li>Systembegriff und Definition</li> <li>Konstitutive Gleichungen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellbildung mechanischer Systeme I</li> <li>Feder-Masse-Dämpfer-Systeme</li> <li>Vektor-Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellbildung mechanischer Systeme II</li> <li>Lagrange-Gleichungen</li> <li>Hydraulische und Pneumatische Systeme</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellbildung elektrischer Systeme I</li> <li>komplexe Darstellung passiver Bauelemente</li> <li>komplexe Knoten- und Maschenanalyse</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellbildung elektrischer Systeme II</li> <li>Operationsverstärker</li> <li>Analyse und Synthese aktiver elektronischer Schaltungen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellbildung verfahrens-technischer Systeme</li> <li>Ausgleichsvorgänge</li> <li>Konzentrationen mit / ohne Stoffumwandlung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Systeme mit verteilten Parametern</li> <li>Infinitesimale Bilanzräume</li> <li>Beispiele: Wärmetauscher, Dialysatoren und Membran-Oxygenatoren</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrische Antriebe und elektromechanische Aktoren</li> <li>Motoren</li> <li>Linearantriebe</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrische Antriebe und elektromechanische Aktoren</li> <li>Ventile</li> <li>Verdichter und Pumpen</li> </ul> |              |                     | <p><b>Fachbezogen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind fähig, die wichtigsten Theorien zur theoretischen Modellbildung dynamischer Systeme zu erklären</li> <li>Die Studierenden sind fähig, die wichtigsten Theorien zur experimentellen Modellbildung (Identifikation) dynamischer Systeme zu erklären</li> <li>Die Studierenden sind fähig, in Analogien zu denken und die grundlegenden Gemeinsamkeiten zwischen elektrischen, mechanischen, hydraulischen, pneumatischen, thermischen und medizinischen Systemen zu benennen</li> <li>Die Studierenden sind fähig, durch Analyse der Teilkomponenten integrierte mechatronische Systeme einheitlich zu beschreiben</li> </ul> <p><b>Nicht fachbezogen</b> (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind fähig, das CAE Tool Matlab/SIMULINK zur Modellierung und Identifikation und zur Lösung regelungstechnischer Probleme einzusetzen</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |  |           |            |
|---|--|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensorik und Messkette</li> <li>• elektrisches Messen nicht-elektrischer Größen</li> <li>• elektrisches Messen elektrischer Größen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalverarbeitung I</li> <li>• analoge Filter</li> <li>• AD-Wandlung</li> <li>• Signalverarbeitung in Echtzeit</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalverarbeitung II</li> <li>• digitale Filter</li> <li>• DA-Wandlung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbeispiele</li> <li>• automotive</li> <li>• medical</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>  |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführende Vorlesung in Regelungstechnik/Systemtheorie</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung. |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |  |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>                         | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Mechatronische Systeme I [MSALLGMB-2136.a]  |  | 4         | 0          |
| Vorlesung Mechatronische Systeme I [MSALLGMB-2136.b]  |  | 0         | 2          |
| Übung Mechatronische Systeme I [MSALLGMB-2136.c]  |  | 0         | 1          |

**Modul: Methoden der Modellierung von Turbomaschinen [MSALLGMB-2139]**

| <b>MODUL TITEL: Methoden der Modellierung von Turbomaschinen</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                                |                     |                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Diskretisierungsmethoden</li> <li>• Erhaltungsgleichungen</li> <li>• Räumliche Diskretisierung für zell-zentrierte Verfahren</li> <li>• Zeitliche Diskretisierung</li> <li>• Gleichungssystemlöser</li> <li>• Turbulenzmodellierung</li> <li>• Randbedingungen in Turbomaschinen</li> <li>• Prinzipien der Netzgenerierung</li> <li>• Limitationen und Probleme von CFD</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlernen turbomaschinenspezifische Probleme der numerischen Strömungssimulation.</li> <li>• Im zweiten Teil der Vorlesung werden die Studierenden über die Limitationen und unumgänglichen Fehler der Numerik unterrichtet</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren</li> <li>• Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>   |                                |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik 1 &amp; 2</li> <li>• Strömungsmechanik 1 &amp; 2</li> <li>• Grundlagen der Turbomaschinen</li> <li>• Turboverdichter und Pumpen (Auslegung von Turbomaschinen)</li> </ul>  |              |                     | Eine schriftliche Prüfung   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Methoden der Modellierung von Turbomaschinen [MSALLGMB-2139.a]   |              |                     |   |                                | 6                   | 0              |
| Vorlesung Methoden der Modellierung von Turbomaschinen [MSALLGMB-2139.b]   |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |
| Übung Methoden der Modellierung von Turbomaschinen [MSALLGMB-2139.c]   |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |

**Modul: Montagesystemtechnik [MSALLGMB-2140]**

| <b>MODUL TITEL: Montagesystemtechnik</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Montagesystemtechnik</li> <li>• Bedeutung der Montage in der Produktion</li> <li>• Vorstellung industrieller Anwendungsfelder der Montage</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisierung der Montage- und Handhabungstechnik</li> <li>• Teilfunktionen der Montage</li> <li>• Funktionsfolgepläne</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Elemente I</li> <li>• Speicher</li> <li>• Transfer-, Förder- und Zuführsysteme</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Elemente II</li> <li>• Fügeeinheiten</li> <li>• Überwachungseinrichtungen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montageorganisation</li> <li>• Strukturprinzipien der Montage</li> <li>• Ablauforganisation</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuelle Montagelinien</li> <li>• Montage von Klein- und Großgeräten</li> <li>• Produktionshilfe in der manuellen Montage</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrieroboter und Handhabungstechnik</li> <li>• Komponenten von Robotersystemen</li> <li>• Bauarten und Arbeitsräume</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerungstechnik für Roboter und Handhabungsgeräte</li> <li>• Programmierung und Simulation</li> <li>• Aufbau einer Robotersteuerung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisierungsgrad von Montagelinien</li> <li>• Hybride und automatisierte Montage</li> <li>• Wandlungsfähige Montagesysteme</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisierte Montage in der Automobilindustrie</li> <li>• Automobile Endmontage</li> <li>• Inbetriebnahme von Fahrzeugen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikro- und Präzisionsmontage</li> <li>• Anforderungen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen einen Überblick über gängige Anwendungsfelder in der industriellen Montage</li> <li>• Sie entwickeln ein Verständnis für die unterschiedlichen Montageprinzipien</li> <li>• Sie kennen die verschiedenen Handhabungs- und Greifsysteme</li> <li>• Sie wissen um den Aufbau und die Funktionsweise von Maschinen und automatisierten Systemen für die Montage</li> <li>• Sie kennen den Aufbau und die Organisation von Montagesystemen</li> <li>• Sie beherrschen die Grundlagen der montagegerechten Produktgestaltung</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlernen in den Übungen, wie teamorientiertes Projektmanagement in der Auslegung von Montagesystemen funktioniert.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |   |           |            |
|---|---|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montagestrategien</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Justagetechniken</li> <li>• Passive Justage</li> <li>• Aktive Justage</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montagegerechte Produktgestaltung</li> <li>• Maßnahmen an Einzelteilen und Baugruppen</li> <li>• Handhabungsrelevante Eigenschaften</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Projektierung von Montagesystemen</li> <li>• Grob- und Feinplanung</li> <li>• Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion</li> <li>• Werksbesichtigung in der Automobil- oder Elektrobranche</li> </ul> |   |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>   |           |            |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine mündliche Prüfung,</li> <li>• Eine Projektarbeit</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |   |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer<br/>(Minuten)</b>  | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Montagesystemtechnik [MSALLGMB-2140.a]  |   | 6         | 0          |
| Vorlesung Montagesystemtechnik [MSALLGMB-2140.b]  |   | 0         | 2          |
| Übung Montagesystemtechnik [MSALLGMB-2140.c]  |   | 0         | 2          |

**Modul: Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen [MSALLGMB-2145]**

| <b>MODUL TITEL: Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführungsvorlesung</li> <li>• Organisatorisches</li> <li>• Motivation der Vorlesung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfassendes Qualitätsmanagement</li> <li>• Erweiterter Qualitätsbegriff</li> <li>• Stakeholder Analyse</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EFQM-Modell</li> <li>• Kontinuierliche Verbesserung</li> <li>• RADAR-Zyklus</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsplanung</li> <li>• Protective Quality</li> <li>• Perceived Quality</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden zur Verbesserung der perceived Quality</li> <li>• Markenqualität</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Randbedingungen der Organisationsentwicklung</li> <li>• Die Schwächen hocharbeitsteiliger Organisationen</li> <li>• Komplexität und Subjektivität</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelung der Prozessqualität</li> <li>• Prozessbeherrschung erreichen</li> <li>• Six Sigma</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DAMDV-Zyklus</li> <li>• Einführung in p-QMS</li> <li>• Vorbereitungs- / Interviewphase</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Harmonisierungs- / Umsetzungsphase</li> <li>• Reifegradstufen von Prozessorganisationen</li> <li>• Standardisierung und Dokumentation</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsmanagement in der Produktentstehung</li> <li>• Risiken im Produktentstehungsprozess</li> <li>• Stage Gate Prozess</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• V-Modell der Produktentstehung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Qualitätsmerkmale von Produkten, Prozessen und Organisationen systematisch zu planen, zu realisieren und zu erfassen.</li> <li>• Die Studierenden haben das Qualitätsmanagement der Entstehung komplexer Produkte kennengelernt.</li> <li>• Die Studierenden sind befähigt, die wesentliche Methoden des Qualitätsplanung und -lenkung bei der Entstehung komplexer Produkte in das industrielle Umfeld zu übertragen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisch-analytisches Vorgehen</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf des Referenzprozesses</li> <li>• Die Rollenmatrix</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quality Gates in der Produktentstehung</li> <li>• Messung des Produkt- und des Projektreifegrads</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Themenorientierte Projektsteuerung</li> <li>• Gremienlandschaft</li> <li>• Maßnahmenverfolgung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktbewährung</li> <li>• Fehlerfrüherkennung</li> <li>• Fehlerbeseitigungsprozess</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsmanagement</li> </ul>   | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen [MSALLGMB-2145.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung/Übung Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen [MSALLGMB-2145.bc]   |                                | 0         | 4          |

**Modul: Raumfahrzeugbau II [MSALLGMB-2149]**

| <b>MODUL TITEL: Raumfahrzeugbau II</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 4                   | 3   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiedereintritt mit Auftrieb</li> <li>• aerodynamische Beiwerte in hypersonischer Kontinuumsströmung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerothermodynamik des Wiedereintritts: Wärmefluss, Aufheizrate, integrale Last, Stanton-Zahl</li> <li>• Hochtemperatureffekte und deren Auswirkung auf den Wiedereintritt</li> <li>• Thermalschutz</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kinetische Gastheorie</li> <li>• Bestimmung und Bedeutung der Knudsen-Zahlen</li> <li>• Strömungsbereiche und deren Auswirkungen auf den Wiedereintritt</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiedereintrittssimulation: Definition und Verlauf von Kennzahlen</li> <li>• Funktionsweisen und Messbereiche von Hyperschallkanälen</li> <li>• Überblick über das System Satellit und die Subsysteme</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben und Arten der Lagestabilisierung</li> <li>• Schwingung im Gravitationsfeld</li> <li>• Einfluss von Magnetfeld und Solardruck auf einen Satelliten</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präzession und Nutation: Phänomene und Formeln</li> <li>• energetische Betrachtung eines Kreisels</li> <li>• Funktionsweise und Berechnung eines Jo-Jo-Systems</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktive Lageregelung: geeignete Antriebe</li> <li>• stetige und unstetige Regelung</li> <li>• Reaktionsrad und Momentenkreisels</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsweise und Vergleich von optischen sowie Inertial-Sensoren</li> <li>• mathematische Beschreibung eines integrierenden Wendekreisels</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie- und Leistungsbereiche von Solar- und Brennstoffzellen, Batterien, Radioisotopengeneratoren und solardynamischen Systemen</li> <li>• Funktionsweise und Vergleich der Energiequellen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit der Aerothermodynamik und Simulation des Wiedereintritts vertraut.</li> <li>• Sie haben Kenntnis von verdünnten Gasen und freimolekularen Strömungen erlangt.</li> <li>• Den Studierenden wurde ein systemisches Verständnis für Satelliten sowie deren Subsysteme und Strukturen vermittelt.</li> <li>• Sie sind in der Lage, die Interaktion von Raumfahrzeugen mit ihrer Umgebung abzuschätzen sowie Lagestabilisierungs- und -regelungsmechanismen auszuwerten.</li> <li>• Sie kennen die Charakteristika der verschiedenen Energieversorgungs- und Kommunikationssysteme.</li> <li>• Die Studierenden sind befähigt, die thermischen Prozesse an Bord eines Satelliten zu interpretieren und geeignete Maßnahmen zu konzipieren.</li> <li>• Sie kennen die Herausforderungen bemannter Raumfahrt und zukünftiger Raumfahrzeuge.</li> <li>• Die Studenten können die Vor- und Nachteile der bemannten bzw. unbemannten Raumfahrt im Vergleich bewerten</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Studierenden wird der Satellit als System nahegebracht (systemisches Denken).</li> <li>• Sie haben gelernt, Lösungsvorschläge zur Missionsauslegung von Satelliten zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Telemetrie und Telekommando</li> <li>• Berechnung von Sende- und Empfangsleistung des Hornstrahlers</li> <li>• Übertragungsverluste und Antennengewinn</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlungsgesetze: Planck, Wien, Stefan-Boltzmann, Kirchhoff, Lambert</li> <li>• Eigenschaften des schwarzen Strahlers</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlungseigenschaften realer Körper</li> <li>• Oberflächeneigenschaften und deren Degradation</li> <li>• Bestimmung der Gleichgewichtstemperatur</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturgrenzschichten und Thermalkontrolle</li> <li>• Aufbau von Raumfahrzeugen anhand konkreter Beispiele: Giotto, STS, ISS</li> <li>• Struktur: mechanische Lasten, Kollisionswahrscheinlichkeit und -schutz</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massen und Kosten</li> <li>• Wiederverwendbare Raumfahrzeuge: Auslegung, bisherige und zukünftige Konzepte</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bemannte Raumfahrt: Historie, Aufgaben, Anforderungen</li> <li>• menschliche Physiologie in Mikrogravitation</li> <li>• Beispiele</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raumfahrzeugbau I</li> <li>• Englisch</li> </ul>  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Raumfahrzeugbau II [MSALLGMB-2149.a]  |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Raumfahrzeugbau II [MSALLGMB-2149.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Raumfahrzeugbau II [MSALLGMB-2149.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Reaktorsicherheit [MSALLGMB-2150]**

| <b>MODUL TITEL: Reaktorsicherheit</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 5                   | 3   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgabenfelder der Reaktorsicherheit</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioaktivität</li> <li>• Radioaktive Inventare</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitskonzept, Begriffe</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachwärmeproduktion, Nachwärmeabfuhr</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernschmelzunfälle und Folgen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivitätsfragen, Temperaturkoeffizienten</li> <li>• Reaktordynamische Gleichung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivitätsstörfälle</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kühlmittelverluststörfälle</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Störfälle (Rohrbruch im Dampferzeuger)</li> <li>• Sicherheit des Reaktordruckbehälters</li> <li>• Schäden an der Turbinenanlage</li> <li>• Ausfall der Stromversorgung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äußere Einwirkungen auf kerntechnische Anlagen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausbreitung radioaktiver Stoffe</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risikokonzept, Risikoanalysen</li> <li>• Ereignisabläufe, Fehlerbäume</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalysen</li> <li>• Ergebnisse von Risikoanalysen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Störeignisse TMI, Tschernobyl</li> <li>• Anforderungen an zukünftige Reaktoren</li> <li>• Prinzipien der inhärenten Sicherheit</li> <li>• Neue Leichtwasserreaktoren mit erhöhter Sicherheit</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Sicherheitstechnik von Kernkraftwerken</li> <li>• Die Studierenden können die verschiedenen Reaktortypen unter Sicherheitsgesichtspunkten bewerten</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Störfallszenarien zu bewerten und zu klassifizieren</li> <li>• Die Studierenden können wichtige Aspekte bei Störfallszenarien berechnen</li> <li>• Die Studierenden sind fähig Reaktor- und Sicherheitskonzepte kritisch aus verschiedenen Blickwinkeln zu bewerten (Wärmetechnik, Strahlenschutz, Reaktortechnik, Risikoanalyse, gesellschaftliche Gesichtspunkte)</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten</li> <li>• Die Übung erfolgt in Kleingruppen so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| 14<br>• Sicherheitskonzept von Kernreaktoren ohne Kernschmelzen (HTR)<br>• Sicherheitsfragen im Brennstoffkreislauf |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
|   | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Reaktorsicherheit [MSALLGMB-2150.a]   |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Reaktorsicherheit [MSALLGMB-2150.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Reaktorsicherheit [MSALLGMB-2150.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Reaktortechnik II [MSALLGMB-2152]**

| <b>MODUL TITEL: Reaktortechnik II</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 5                   | 3   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmeproduktion im Kernreaktor</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brennelemente und Brennelementauslegung</li> <li>Auslegung, Temperaturverteilung</li> <li>Thermodynamische Verhältnisse</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Thermohydraulik der Kernauslegung</li> <li>Wärmeübergangsfragen</li> <li>Heißkanalfaktoren</li> <li>Druckverluste</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kernaufbau</li> <li>spezielle Aspekte der Brennelemente im DWR</li> <li>Kerndimensionierung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktordruckbehälter</li> <li>Mechanische Auslegung, Werkstofffragen, Basissicherheit</li> <li>Neutronenbelastung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dampferzeuger</li> <li>Aufbau und Anforderungen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Thermohydraulische Auslegung</li> <li>Spannungsanalysen, Werkstoffe</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kühlmittelpumpe (DRW)</li> <li>Kühlmittleitung (DWR)</li> <li>Druckhalter (DWR)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gebälse (HTR)</li> <li>Gasführung (HTR)</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nachwärmeproduktion, Nachwärmeabfuhr</li> <li>Problematik des Kernschmelzens</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Konzept des passiven bzw. inhärenten Nachwärmeabfuhr</li> <li>Reaktorschutzgebäude</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sekundärkreislauf, Kühleinrichtungen</li> <li>Kraftwerksprozesse des DWR, SWR, HTR, SNR</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen und verstehen die Wärme-<br/>produktion und wärmetechnischen Zusammenhänge von<br/>Kernkraftwerken</li> <li>Die Studierenden kennen und verstehen das Zusammen-<br/>wirken der einzelnen Komponenten</li> <li>Die Studierenden können die Wärme-<br/>produktion im Kern berechnen.</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Kern-<br/>kraftwerksauslegungen zu bewerten und zu klassifizieren</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projekt-<br/>management, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Problemstellungen analysieren<br/>und bewerten</li> <li>Die Übung erfolgt in Kleingruppen so dass kollektive<br/>Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| 13<br>• Kühlverfahren<br>• Kraft-Wärme-Kopplung                |                                |           |            |
| 14<br>• Kostenfragen   |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
|  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Reaktortechnik II [MSALLGMB-2152.a]                    |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Reaktortechnik II [MSALLGMB-2152.b]                  |                                | 0         | 2          |
| Übung Reaktortechnik II [MSALLGMB-2152.c]                      |                                | 0         | 1          |

**Modul: Spurführungsdynamik [MSALLGMB-2158]**

| <b>MODUL TITEL: Spurführungsdynamik</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriff Spurführung</li> <li>• Arten der Spurführung</li> <li>• Spurführung in Weichen / Kreuzungen</li> <li>• Flächenpressung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berührungsgeometrie Radsatz im Gleis (Gerade / Bogen)</li> <li>• Spurführung in Weichen / Kreuzungen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilungskriterien für Spurführung</li> <li>• Verschleiß Rad/Schiene</li> <li>• Sicherheit</li> <li>• Komfort</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spurführung im geraden Gleis</li> <li>• Koordinatensysteme</li> <li>• Bewegungen und Kräfte</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spurführung im geraden Gleis</li> <li>• Modellbildung</li> <li>• mathematische Beschreibung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spurführung im geraden Gleis</li> <li>• Linearisierung des Systems</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spurführung im geraden Gleis</li> <li>• Zeitschrittsimulation</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spurführung im Gleisbogen</li> <li>• Modellbildung</li> <li>• mathematische Beschreibung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenwirken Rad / Schiene</li> <li>• Spurspiel</li> <li>• Schieneneinbauneigung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugtechnische Auswirkungen der Spurführung</li> <li>• Drehgestell</li> <li>• gesteuerte Achsen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugtechnische Auswirkungen der Spurführung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Student kennt die Prinzipien der Spurführung von Schienenfahrzeugen</li> <li>• Der Student kann die zur Spurführung nötigen Kräfte benennen und berechnen.</li> <li>• Der Student kann das dynamische Spurführungsverhalten von Fahrwerken anhand linearisierter Modelle analytisch berechnen.</li> <li>• Der Student kann das Spurführungsverhalten von Fahrwerken simulativ ermitteln.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbstregelnde Einzelreder</li> <li>• Losradfahrwerke</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamisches Gleis</li> <li>• Gleislagefehler</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugmodelle</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik</li> <li>• Höhere Mathematik</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Spurführungsdynamik [MSALLGMB-2158.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Spurführungsdynamik [MSALLGMB-2158.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Spurführungsdynamik [MSALLGMB-2158.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Strömungsmaschinenlabor [MSALLGMB-2161]**

| <b>MODUL TITEL: Strömungsmaschinenlabor</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 2                   | 2   | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                                |                     |                |
| 1-2<br>• Düsenverlustbestimmung (IST)<br><br>3-4<br>• Re- und Ma-Einfluss auf eine Versuchsturbine (IDG)<br><br>5-6<br>• Schubmessung am Strahltriebwerk (IST)<br><br>7-8<br>• Leistungsbestimmung und Betriebsverhalten einer Gasturbine (IDG)<br><br>9-10<br>• Bestimmung der Kennlinie eines Radialverdichters (IST)<br><br>11-12<br>• Regelung einer Verdichteranlage (IDG)<br><br>13-14<br>• Kalibrierung von Strömungssonden (IST)<br><br>15<br>• Schallmessung an einer Turbomaschine (IDG) |              |                     | <b>Fachbezogen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlangen ein detailliertes Verständnis für das Betriebsverhalten von Turbomaschinen.</li> <li>• Sie kennen die eingesetzten Messtechniken und deren Anwendungsgebiete.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Methoden zur Ermittlung der unterschiedlichen, für die jeweilige Aufgabenstellung relevanten Betriebsgrößen.</li> </ul><br><b>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamarbeit</li> <li>• Versuchs- und Messtechnik</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>   |                                |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Grundlagen der Turbomaschinen   |              |                     | Teilnahmenachweise  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Labor Strömungsmaschinenlabor [MSALLGMB-2161.d]  |              |                     |   |                                | 2                   | 2              |

**Modul: Strukturentwurf und Konstruktion [MSALLGMB-2163]**

| <b>MODUL TITEL: Strukturentwurf und Konstruktion</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Einführung</li> <li>• Allgemeiner Konstruktionsprozess (Feldhusen)</li> <li>• Einführung in die Grundlagen des Strukturentwurfs (Reimerdes)</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Technische Aufgabenstellung</li> <li>• Zweck eines techn. Systems</li> <li>• Methoden zum Erkennen von Restriktionen und Aufstellen der Anforderungsliste, partielle Anforderungsliste</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Konzeptentwicklung</li> <li>• Funktionsstrukturen</li> <li>• Diskursive, heuristische und empirische Methoden zur Lösungsfindung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Bewerten von Lösungen</li> <li>• Methoden zur Bewertung und Auswahl von Lösungen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Grundregeln der Gestaltung</li> <li>• Einfache und eindeutige Gestaltung</li> <li>• Sichere Gestaltung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Gestaltungsprinzipien</li> <li>• Prinzipien der Kraftleitung, Aufgabenteilung und Selbsthilfe</li> <li>• Prinzipien der Stabilität/Bistabilität und der fehlerarmen Gestaltung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thema: Beanspruchungsgerechte Gestaltung</li> <li>• Gestaltungsrichtlinien zur beanspruchungsgerechten Gestaltung</li> <li>• Werkzeuge zur beanspruchungsgerechten Gestaltung (FEM, Parameter und Topologieoptimierung)</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieprinzipien in der Strukturmechanik</li> <li>• Verformung elastischer Systeme</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Behandlung statisch unbestimmter Strukturen</li> <li>• Das Kraftgrößenverfahren</li> <li>• Die Deformationsmethode</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krafteinleitungen und Kraftüberleitungen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:<br/>Die Studierenden&amp;#8230;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, eine technische Aufgabenstellung zu analysieren, geltende Restriktionen zu erkennen und in einer technischen Spezifikation zu dokumentieren.</li> <li>• können mit Hilfe der Konstruktionsmethodik neue technische Aufgabenstellungen selbstständig und strukturiert bearbeiten, anwendbare Teillösungen systematisch und vollständig zusammenstellen und auswählen bzw. bestehende Konzepte analysieren und beurteilen.</li> <li>• kennen Regelwerke zur Gestaltung technischer Produkte, insbesondere zur beanspruchungsgerechten Gestaltung von Strukturen und strukturellen Bauteilen, und sind in der Lage, deren jeweilige Anwendbarkeit zu beurteilen und in einem Entwurf umzusetzen.</li> <li>• haben einen Einblick in die Funktionalität und Bedienung aktueller FEM-Systeme.</li> <li>• erlernen die wesentlichen Methoden, um Strukturen dimensionieren zu können. Sie sind in der Lage, statisch unbestimmte Strukturen zu analysieren und ingenieurmäßig zu bemessen. Sie kennen die wesentlichen Stabilitätsprobleme bei dünnwandigen Tragwerken und sind in der Lage, die Strukturen so zu entwerfen, dass kein Stabilitätsversagen auftreten wird.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse zu bewerten und zu vertreten.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen I</li> <li>• Einführung an einfachen Beispielen</li> <li>• Das Stabknicken</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen</li> <li>• Einfluß der Plastizität beim Stabknicken</li> <li>• Das Ritzsche Verfahren zur Lösung von Stabilitätsproblemen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen</li> <li>• Verschiedene Strukturen und Lastfälle</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Sandwichbauweise</li> <li>• Versagensformen und Stabilitätsverhalten</li> <li>• Kernwerkstoffe</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik I, II, III</li> <li>• Maschinengestaltung I, II, III</li> <li>• CAD-Einführung</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Strukturentwurf und Konstruktion [MSALLGMB-2163.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Strukturentwurf und Konstruktion [MSALLGMB-2163.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Strukturentwurf und Konstruktion [MSALLGMB-2163.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Systeme der Luft- und Raumfahrt [MSALLGMB-2165]**

| <b>MODUL TITEL: Systeme der Luft- und Raumfahrt</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                                |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis für Fragestellungen in der Systemauslegung bei Flugzeugen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen von Zulassungsvorschriften auf die Systemauslegung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der Spezifikationen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbettung in den Gesamtentwurf</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der zur Flugsteuerung notwendigen Systeme inkl. FHA und FCL</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Steuerung und Regelung über Sensorik und Aktuatorik</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben ein Verständnis erhalten zu den besonderen Fragestellungen bei der Systemauslegung von Luft- und Raumfahrzeugen.</li> <li>• Sie haben verstanden, welche Auswirkungen die gegebenen Zulassungsvorschriften auf die jeweilige Systemauslegung haben.</li> <li>• Sie haben Kenntnisse erworben zur Bedeutung der Spezifikationen.</li> <li>• Die Studierenden haben Einblick erhalten in das komplexe Gesamtsystem von Luft- und Raumfahrzeugen bei der Integration der Einzelsysteme in den Gesamtentwurf.</li> <li>• Sie haben die Grundlagen der Flugsteuerung verstanden, insbesondere der Functional Hazard Analysis (FHA) und der Flight Control Laws (FCL).</li> <li>• Sie haben den Aufbau der Steuerung und Regelung von Luft- und Raumfahrzeugen mit der zugehörigen Sensorik und Aktuatorik verstanden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben gelernt, unterschiedliche Lösungswege der Systemauslegung von Luft- und Raumfahrzeugen zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).</li> <li>• Die Studenten können die Kostenrelevanz einzelner Luft- und Raumfahrtsysteme bewerten. So können sie z.B. beurteilen, ob ein komplexes und technisch sehr leistungsfähiges System mit jedoch hohem Entwicklungs-, Kosten- und Wartungsaufwand sinnvoll oder nicht sinnvoll für den Anwendungsfall ist.</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>   |                                |                     |                |
|   |              |                     | Eine mündliche Prüfung.   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>  |              |                     |   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Systeme der Luft- und Raumfahrt [MSALLGMB-2165.a]   |              |                     |   |                                | 6                   | 0              |
| Vorlesung Systeme der Luft- und Raumfahrt [MSALLGMB-2165.b]   |              |                     |   |                                | 0                   | 3              |
| Übung Systeme der Luft- und Raumfahrt [MSALLGMB-2165.c]   |              |                     |   |                                | 0                   | 1              |

**Modul: Technische Verbrennung II [MSALLGMB-2166]**

| <b>MODUL TITEL: Technische Verbrennung II</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 5                   | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbulente Verbrennung: Einführung und Übersicht</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundgleichungen turbulenter Strömungen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundgleichungen turbulenter Verbrennung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PDF-Transportgleichungen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flamelet-Modelle für nicht-vorgemischte Verbrennung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flamelet-Modelle für vorgemischte Verbrennung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbulente Diffusionsflammen: Experimente</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbulente Diffusionsflammen: Aspekte der Modellierung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebietsdiagramm vorgemischter turbulenter Verbrennung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der BML-Ansatz</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Level-Set-Ansatz: Gefaltete Flammen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Level-Set-Ansatz: Dünne Relationszonen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadstoffbildung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilweise vorgemischte turbulente Diffusionsflammen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen unterschiedliche Modelle turbulenter Verbrennung und können deren physikalischen Grundlagen auf der Basis der Erhaltungsgleichungen für reagierende Strömungen herleiten.</li> <li>• Sie können numerische Lösungen aus CFD-Simulationen interpretieren und deren Korrektheit überprüfen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen  |                         | Benotung               |     |  |
|--|-------------------------|------------------------|-----|--|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br>• Technische Verbrennung I |                         | Eine mündliche Prüfung |     |  |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |                         |                        |     |  |
| Titel  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                     | SWS |  |
| Prüfung Technische Verbrennung II [MSALLGMB-2166.a]  |                         | 5                      | 0   |  |
| Vorlesung Technische Verbrennung II [MSALLGMB-2166.b]  |                         | 0                      | 2   |  |
| Übung Technische Verbrennung II [MSALLGMB-2166.c]  |                         | 0                      | 1   |  |

**Modul: Textiltechnik III [MSALLGMB-2168]**

| <b>MODUL TITEL: Textiltechnik III</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über die Weberei:</li> <li>• Wichtige Erfindungen, Einsatzgebiete</li> <li>• Webereivorbereitung 1:</li> <li>• Überblick über die Verfahren, Spulengatter</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Webereivorbereitung 2:</li> <li>• Weben vom Gatter, Direktbäumen</li> <li>• Zetteln, Schären</li> <li>• Schlichten, Mittel und Verfahren, Trocknung, Energieeinsparung, Trends</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Webmaschinen:</li> <li>• Fachbildung, Schusseintrag, weitere Einrichtungen</li> <li>• Fachbildung 1:</li> <li>• Fachgeometrie, Fachbildemechanismen</li> <li>• Exzentermaschinen, Prinzip, Aufbau, Typen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachbildung 2:</li> <li>• Schaftmaschinen, Prinzip, Aufbau, Typen</li> <li>• Jacquardmaschinen, Prinzip, Aufbau, Typen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kettablass:</li> <li>• Einteilung, mechanische und elektronische Systeme</li> <li>• Streichbaum</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schusseintragsverfahren 1:</li> <li>• Überblick</li> <li>• Schützenwebmaschinen, Prinzip, Aufbau</li> <li>• Projektilwebmaschinen, Prinzip, Aufbau</li> <li>• Greiferwebmaschinen, Prinzip, Aufbau, Typen (Band-, Stangengreifer)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schusseintragsverfahren 2:</li> <li>• Düsenwebmaschinen, Prinzip, Aufbau, Typen (Luft, Wasser)</li> <li>• Düsengeometrien, Ansteuerung</li> <li>• Sonderwebverfahren:</li> <li>• Mehrphasen, Reihenfach, Rundweben, Bandweben, Teppichweben</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusatzaggregate:</li> <li>• Ketteinzug, Kettwächter, Schussfadenspeicher, Schussfadenbremsen</li> <li>• Schussfadenwächter, Kantenbildung, Kantenschere, Breithalter</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können alle relevanten Verfahren und Maschinen der Webereivorbereitung, der Weberei, der Strickerei, der Wirkerei und der Veredlung erklären, gegenüber stellen, bewerten und kritisch vergleichen.</li> <li>• Die Studierenden besitzen umfassende Kenntnisse über die den einzelnen Prozessen zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, darauf aufbauend neue Web-, Maschenbildungs- und Veredlungsverfahren zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>• Die Studierenden können unterschiedliche Maschinenkonzepte bewerten und kritisch vergleichen.</li> <li>• Die Studierenden sind mit den heute üblichen Antriebs- und Steuerungs- bzw. Regelungskonzepten der entsprechenden Textilmaschinen vertraut, sie können sie erklären und beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden können zu allen relevanten Maschinen Berechnungen zur Produktivität und Auslegung durchführen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Bindungspatronen (Gewebe, Maschenwaren) zu zeichnen und zu analysieren.</li> </ul> <p>Die Lernziele werden erreicht durch die Vorstellung der beschriebenen Vorlesungsinhalte in den Vorlesungen sowie durch Rechenübungen und Vorfürhungen der relevanten Maschinen.</p> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die praktischen Übungen an den Maschinen lernen die Studierenden, im Team Problemstellungen selbständig und unter Anleitung zu lösen.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Markt:</li> <li>• Webmaschinenhersteller, Marktentwicklung in Asien und Europa, Trends</li> <li>• Bindungslehre:</li> <li>• Definitionen, Grundbindungen, Kurzzeichen, erweiterte und verstärkte Bindungen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschenwarenherstellung:</li> <li>• Grundlagen, Maschenbildung, Bindungsgruppen, Bindungselemente, Musterungsmöglichkeiten,</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strickmaschinen:</li> <li>• Flachstrickmaschinen, Maschenbildung, RR-, RL-, LL-Maschinen</li> <li>• Rundstrickmaschinen, Maschenbildung, RR-, RL-, LL-Maschinen</li> <li>• Fadenlaufdarstellung, Musterungsmöglichkeiten, Zusatzaggregate</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkmaschinen:</li> <li>• Cottonmaschine, Prinzip, Maschenbildung</li> <li>• Kettenwirkmaschinen, Prinzip, Maschenbildung, Musterungsmöglichkeiten</li> <li>• Raschelmaschinen, Häkelgalonmaschinen, Prinzip, Musterungsmöglichkeiten</li> <li>• Wirkmaschinen für multiaxiale Gelege, Prozesse</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veredlungsmaschinen 1:</li> <li>• Farblehren, Färbe- und Druckapparate</li> <li>• Mechanische Veredelungsverfahren, Prinzipien, Maschinen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veredlungsmaschinen 2:</li> <li>• Nassveredelungsverfahren, Prinzipien, Maschinen</li> <li>• Trocknungsprinzipien, Maschinen</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antriebstechnik in Textilmaschinen:</li> <li>• Einzel- und Gruppenantriebe</li> <li>• Wirtschaftliche Betrachtung, Anwendungsbeispiele</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Textiltechnik I</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Textiltechnik III [MSALLGMB-2168.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Textiltechnik III [MSALLGMB-2168.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Textiltechnik III [MSALLGMB-2168.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Unstetigförderer [MSALLGMB-2171]**

| <b>MODUL TITEL: Unstetigförderer</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                                |                     |                |
| 1-2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick, Abgrenzung der Unstetigförderer</li> </ul> 3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht Krane, Hubvorgang</li> </ul> 4-5<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Hubwerke</li> </ul> 6<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 Quadrantenbetrieb</li> </ul> 7<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastschwingen</li> </ul> 8<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Laststoß</li> </ul> 9<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Seiltriebe</li> </ul> 10-11<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Seile</li> </ul> 12-13<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastaufnahmeeinrichtung</li> </ul> 14-15<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrwerke</li> </ul> |              |                     | Fachbezogen:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, selbständig Unstetigförderer und ihre Bestandteile innerhalb von technischen Systemen zu erkennen und zu analysieren. Weiterhin beherrschen sie die grundlegenden Prinzipien zur Auslegung und Konstruktion von Unstetigförderern und ihrer Baugruppen wie beispielsweise Hubwerks-, Seiltrieb-, Seil-, Fahrwerk- oder Motorauslegung.</li> <li>• Sie können Hubvorgänge klassifizieren, bewerten und auslegen.</li> </ul> Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>   |                                |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinenelemente</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Höhere Mathematik</li> </ul>  |              |                     | Eine schriftliche Prüfung   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>  |              |                     |   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Unstetigförderer [MSALLGMB-2171.a]  |              |                     |   |                                | 6                   | 0              |
| Vorlesung Unstetigförderer [MSALLGMB-2171.b]  |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |
| Übung Unstetigförderer [MSALLGMB-2171.c]  |              |                     |   |                                | 0                   | 2              |

**Modul: Verfahrenstechnische Projektarbeit [MSALLGMB-2173]**

| <b>MODUL TITEL: Verfahrenstechnische Projektarbeit</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 8                   | 6  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgabenbeispiel: Auslegung einer Anlage zur technischen Umsetzung eines neuartigen verfahrenstechnischen Prozesses</li> <li>• Einführung in das Themengebiet durch die Lehrenden</li> <li>• Einarbeitung und Literaturrecherche</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptvergleich und Auswahl des grundlegenden Prozesses</li> <li>• Präsentation und Bericht über Konzeptauswahl</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlicher und technischer Vergleich von Prozessvarianten</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begründete Entscheidung über die Wahl der Prozessvariante</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlicher und technischer Vergleich der verwendeten Einzelapparate</li> <li>• Präsentation und Bericht über die Auswahl der Prozessvariante</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeitung in die Simulationssoftware</li> <li>• Präsentationstraining</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegung der Einzelapparate mittels der Simulationssoftware</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Bericht über die Auslegung der Einzelapparate</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopplung der Einzelapparate zum Gesamtprozess</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameterstudien zum Gesamtprozess</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellungsplanung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden bearbeiten eine aktuelle Problemstellung aus der verfahrenstechnischen Forschung in einer Gruppe. Dies umfasst die fachliche Einarbeitung in das Thema sowie das Erarbeiten und Umsetzen einer Lösungsstrategie.</li> <li>• Die Aufgabenstellung beinhaltet Fragen aus mehreren verfahrenstechnischen Disziplinen. Die Studierenden erweitern daher ihren fachlichen Horizont über ihre eigene Vertiefungsrichtung hinaus.</li> <li>• Die Studierenden verfügen je nach Aufgabenstellung über praktische Erfahrungen mit numerischen Simulationswerkzeugen bzw. mit experimentellem Arbeiten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind durch das weitgehend selbstständige Arbeiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsansätze zu erarbeiten und Entscheidungen hinsichtlich Verfahrensauswahl zu treffen.</li> <li>• Durch vorgegebene Zeitrahmen für Teilaufgaben wird industrienahes Arbeiten simuliert und die Studierenden darauf vorbereitet. Dies fördert die selbstständige Organisation und Zeiteinteilung (Projektmanagement).</li> <li>• Ferner erfordert die Bearbeitung eines komplexen Gesamtthemas als Gruppe einen ständigen Austausch von Informationen zwischen den einzelnen Gruppenmitgliedern, so dass Kommunikationsfähigkeit und kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).</li> <li>• Im Rahmen der regelmäßigen Übungen werden von den Studierenden Arbeitsergebnisse in Form von Vorträgen und in Zwischenberichten vorgestellt. Diese werden sowohl inhaltlich als auch vom Präsentationsstil beurteilt und verbessert. Die Studierenden sind daher in der Lage, ihre Ergebnisse in wissenschaftlichen Texten und Vorträgen zu präsentieren.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |   |           |            |
|---|---|-----------|------------|
| <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation der Gesamtprozessberechnungen</li> <li>• Untersuchungen zur Prozesssteuerung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlichkeitsberechnungen</li> <li>• Wirtschaftlicher Vergleich zu bestehenden Verfahren</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschlussvortrag und Bericht</li> </ul> |   |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                               |           |            |
|   | Ein Abschlussvortrag und ein Abschlussbericht |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |   |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>                | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Verfahrenstechnische Projektarbeit [MSALLGMB-2173.a]  |   | 8         | 6          |

**Modul: Verfahrenstechnisches Seminar [MSALLGMB-2174]**

| MODUL TITEL: Verfahrenstechnisches Seminar  |       |              |   |                   |              |         |
|---|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2   | 1     | 4            | 2   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in das Thema</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. + 2. Fachvortrag (Lehrende)</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fortbildungskurs "Wissenschaftliche Informationsquellen und Wege der Literaturbeschaffung" der BTH</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3. Fachvortrag (Lehrende)</li> <li>Themenvergabe</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fortbildungskurs Präsentationstechniken ZLW-IMA</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4. + 5. Fachvortrag (Lehrende)</li> </ul> <p>7-13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Präsentation Studierenden</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenfassung, Abschluss (Lehrende)</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vor Kursbeginn wird ein Thema ausgewählt, das aus verfahrenstechnischer Sicht besondere Relevanz und Aktualität besitzt. Dieses Thema wird in den ersten Lehr-einheiten von den Professoren der Verfahrenstechnik vor-gestellt und aus Sicht der unterschiedlichen Fach-richtungen beleuchtet. Die Veranstaltung schließt mit einer Zusammenfassung der Erkenntnisse und einem Ausblick auf die zukünftige Entwicklung.</li> <li>Die Studierenden wählen ein zugehöriges Thema aus, das sie in den folgenden Wochen anhand einer Literatur-recherche ausarbeiten. Sie lernen damit sowohl die Komplexität verfahrenstechnischer Fragestellungen kennen, als auch die Möglichkeiten, diese Komplexität durch Zerlegen in Teilaufgaben zu strukturieren.</li> <li>Durch die jeweils neue Wahl eines Leitthemas setzen sich die Studierenden mit einem jeweils aktuellen Thema der Verfahrenstechnik auseinander, für das sie nicht nur vor-handenes Wissen zusammentragen, sondern auch neue Denk- und Lösungsansätze entwickeln, vorstellen und dis-kutieren.</li> <li>Die Studierenden blicken über rein technische Aspekte hinaus und kennen die in der Verfahrenstechnik oft wesentliche Interaktion von fachlichen, gesellschaftlichen und gesetzlichen Anforderungen.</li> <li>Themenbeispiele: <ul style="list-style-type: none"> <li>Trinkwasser (Verfügbarkeit, Bedarf / Verschiedene Quellen und klassische Aufbereitungsverfahren (chemisch, biologisch, mechanisch, thermisch) / Technische Trends / Kreislaufschließung / Gesellschafts- und geopolitische Aspekte)</li> <li>Bioraffinerie (Rohstoffauswahl und -verfügbarkeit / Auf-arbeitung verschiedener Rohstoffe / Zielprodukte und ihre Herstellung / Integration der Verfahren in bestehende Raffinerien)</li> <li>Prozessintensivierung (Verschiedene Beispiele aus den verschiedenen VT-Gebieten / Hybride Verfahren mit Quer-schnittscharakter, z.B. Reaktivdestillation / Technische und ökonomische Bewertung der Verfahren / An-wendungsgebiete / Zukünftige Trends, Chancen für die Verfahrenstechnik)</li> </ul> </li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projekt-management, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden beherrschen Techniken und Strategien der Literaturrecherche.</li> <li>Sie sind in der Lage, ein fachliches Thema zu erarbeiten und ihre Teilleistung in den Kontext der übergeordneten Fragestellung einzuordnen.</li> <li>Sie können ihr Thema vor einer Gruppe präsentieren und in einer fachlichen Diskussion vertiefen.</li> </ul> |                   |              |         |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
|  | Ein Referat                    |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Verfahrenstechnisches Seminar [MSALLGMB-2174.a]                |                                | 4         | 2          |

**Modul: Wissenschaftstheorie und Forschungsmethodik [MSALLGMB-2175]**

| <b>MODUL TITEL: Wissenschaftstheorie und Forschungsmethodik</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung:</li> <li>• Einheitliches Verständnis von wissenschaftlichem Arbeiten</li> <li>• Begriffsklärung: Forschungsmethodik</li> <li>• Abgrenzung Forschung versus Entwicklung</li> <li>• Theorie, Experiment, Simulation</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsmethodiken I:</li> <li>• Grundprinzipien von Forschungsmethodiken</li> <li>• Deduktion versus Induktion</li> <li>• Grundlagen Empirischer Methoden</li> <li>• Gruppenarbeit: Projektbearbeitung in 5-Phasen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsmethodiken II:</li> <li>• Grundlagen Konstruktiver Methoden</li> <li>• Entwicklung und Test von Prototypen</li> <li>• Simulation, Modellierung und Deduktion</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreativitätstechniken I (Intuitive Methoden):</li> <li>• Funktionsprinzip intuitiver Methoden</li> <li>• Brainstorming/ Brainwriting</li> <li>• Mind-Mapping</li> <li>• Methaplantchnik</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreativitätstechniken II (Intuitive Methoden):</li> <li>• 6-3-5 Methode</li> <li>• Galeriemethode</li> <li>• TRIZ</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreativitätstechniken III (Diskursive Methoden):</li> <li>• Funktionsprinzip diskursiver Methoden</li> <li>• Morphologischer Kasten</li> <li>• Ursache-Wirkungs-Diagramm</li> <li>• Relevanzbaumanalyse</li> <li>• Progressive Abstraktion</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung:</li> <li>• Grundlagen der wissenschaftlichen Modellierung</li> <li>• Modelltheorie</li> <li>• Datenrecherche und Quellenkunde</li> <li>• Implizite versus expliziter Modellierung</li> <li>• Hypothesenbildung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, das wissenschaftliche Selbstverständnis zu reflektieren</li> <li>• Sie haben wissenschaftliche Arbeitsweisen kennengelernt</li> <li>• Sie haben eine Übersicht über die Klassifikation des Methodenspektrums</li> <li>• Die Studierenden können geeignete Methoden für Forschung und Entwicklung bewerten und auswählen</li> <li>• Sie sind befähigt die Methoden in geeignetem Kontext zielführend anzuwenden</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentations- und Veröffentlichungssystematiken</li> <li>• Die Studierenden können methodisch Ideen generieren und systematisch verarbeiten</li> <li>• Sie sind in der Lage erarbeitete Modelle und Forschungsergebnisse strukturiert und wissenschaftliche darzulegen</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |   |           |            |
|---|---|-----------|------------|
| <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluation wissenschaftlicher Arbeiten:</li> <li>• Grundlagen der Evaluationsforschung</li> <li>• Evaluations-Modelle</li> <li>• Hypothesenprüfende Untersuchungen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Validierung von Ergebnissen:</li> <li>• Grundlagen der Validierung</li> <li>• Validierung am Beispiel des V-Modells</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Statistik I:</li> <li>• Statistische Analysen eines qualitativen Zielkriteriums</li> <li>• Regressionsanalyse</li> <li>• Varianzanalyse</li> <li>• Diskriminanzanalyse</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Statistik II:</li> <li>• Faktorenanalyse</li> <li>• Strukturgleichungsmodelle</li> <li>• Logistische Regression</li> <li>• Clusteranalyse</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veröffentlichung von Forschungsergebnissen I:</li> <li>• Forschungsergebnisse und ihre Praxisrelevanz beurteilen</li> <li>• Möglichkeiten der Ergebnisveröffentlichung</li> <li>• Grundregeln wissenschaftlichen Schreibens</li> <li>• Struktur wissenschaftlicher Darlegungen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veröffentlichung von Forschungsergebnissen II:</li> <li>• Grundlagen wissenschaftlicher Präsentation</li> <li>• Vorgehen systematischen Ergebnismarketings</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veröffentlichung von Forschungsergebnissen III:</li> <li>• Kleingruppen: Präsentation erstellen und vortragen</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschluss:</li> <li>• Reflektion der Kleingruppenarbeit</li> </ul> |   |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>   |           |            |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine schriftliche Prüfung</li> <li>• Eine mündliche Prüfung zur Notenverbesserung</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |   |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>  | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Wissenschaftstheorie und Forschungsmethodik [MSALLGMB-2175.a]   |   | 6         | 4          |
| Vorlesung Wissenschaftstheorie und Forschungsmethodik [MSALLGMB-2175.b]   |   | 0         | 2          |
| Übung Vorlesung Wissenschaftstheorie und Forschungsmethodik [MSALLGMB-2175.c]   |   | 0         | 2          |

## Modul: Medizintechnik I [MSALLGMB-2201]

| MODUL TITEL: Medizintechnik I   |       |              |   |                   |              |         |
|---|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2   | 1     | 6            | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Medizintechnik</li> <li>Entwicklung, Aufgabengebiete und Randbedingungen der Medizintechnik; Überblick zur Diagnose-, Therapietechnik</li> </ul> <p>2-4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medizinische Bildgebung (I)</li> <li>Grundlagen insbesondere der Röntgenbildgebung (inkl. CT), Magnet-Resonanztomographie und Ultraschallbildgebung (Weiterführung und Vertiefung zur Medizinischen Bildgebung in Medizintechnik II)</li> <li>Darstellung von Materialien und Strukturen (Morphologie/physikalische/mech. Eigenschaften,...,Funktion) im Bild</li> <li>Berücksichtigung spezifischer Wechselwirkungen bei Materialauswahl und Gestaltung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Biokompatibilität und Biofunktionalität</li> <li>Definition und Bedeutung von Biokompatibilität und Biofunktionalität; Prüfverfahren; Gewebeeigenschaften; Reaktionen des menschlichen Organismus</li> </ul> <p>6-8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Biomechanik</li> <li>Überblick und Grundlagen der Biomechanik, Bedeutung in der Diagnose und Therapietechnik</li> <li>Biomechanik von Stütz- und Bewegungsapparat, Implantate, Endo- und Exoprothesen (ausgewählte Beispiele, Vertiefung in 'Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates' und 'Medizintechnik II')</li> <li>Kurzer Überblick zur Biomechanik von Herz und Kreislauf, Atmung, Niere, Ersatz- und Unterstützungssysteme (Weiterführung und Vertiefung in 'Physiologische und technische Grundlagen natürlicher und künstlicher Organe')</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hygiene und Hygienetechnik</li> <li>Grundlagen der Hygiene; Verfahren und Wirkprinzipien der Desinfektion und Sterilisation; Komponenten und Bauweisen sterilisierbarer Instrumente und Geräte; Krankenhaushygiene</li> </ul> <p>10-13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Biomaterialien</li> <li>Einführung und Überblick; mechanische Eigenschaften, Korrosionsbeständigkeit, Biokompatibilität und Hauptanwendungsbereiche metallischer Werkstoffe (einschl. FGL)</li> <li>Herstellung und Verarbeitung, Sterilisation und Biokompatibilität, Eigenschaften und Anwendungen biokompatibler synthetischer Polymere</li> <li>Degradationsmechanismen biodegradierbarer Polymere; Struktur und Eigenschaften, Gewinnung, Verarbeitung und Anwendung natürlicher Polymere</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Medizintechnik (Materialien, Bauweisen, Einsatz- und Randbedingungen,...) als Einführung insbesondere für den konstruktiven Bereich der Entwicklung von Instrumenten und Geräten oder auch Organersatz- und Unterstützungssystemen, und damit u.a. über eine Basis für weiterführende Veranstaltungen im Bereich/Schwerpunkt Medizintechnik. Sie sind in der Lage, unterschiedliche Anwendungsbereiche und -beispiele sowie spezifische Randbedingungen der Medizintechnik für Diagnose und Therapie zu nennen und zu erläutern.</li> <li>Die Studierenden kennen die wichtigsten Bildgebungsverfahren in der Medizin, können deren grundlegende physikalische Wirkprinzipien erklären. Diese Kenntnisse können sie bei der Auswahl von Materialien im Rahmen der Konstruktion von Komponenten und Systemen anwenden. Sie verfügen über grundlegende Kenntnisse zur Darstellung von biologischen sowie künstlichen Materialien und Strukturen in medizinischen Bilddaten und können diese entsprechend interpretieren bzw. Bildgebungsmodalitäten zur Darstellung auswählen. Die Studierenden sind in der Lage, die Begriffe Biokompatibilität und Biofunktionalität und deren Bedeutung für medizintechnische Produkte zu erläutern und an Beispielen zu verdeutlichen. Sie kennen in diesem Zusammenhang Prüfkriterien und Prüfverfahren für Werkstoff- und Oberflächeneigenschaften und können diese zuordnen und erläutern. Sie kennen grundlegende Gewebeeigenschaften und Gewebereaktionen. Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse zur Biomechanik und können deren Bedeutung für die Gestaltung medizintechnischer Produkte erläutern. Die Studierenden kennen die Bedeutung der Hygiene in der Medizintechnik, können Verfahren und Wirkprinzipien der Desinfektion erläutern und diese Kenntnisse bei der Entwicklung bzw. Bewertung von technischen Lösungen anwenden. Insbesondere verfügen sie über Kenntnisse zu geeigneten Konstruktionswerkstoffen und Gestaltungsprinzipien für unterschiedliche medizintechnische Anwendungen und können Besonderheiten hinsichtlich der Eigenschaften, Herstellung und Anwendung erläutern und bei der Lösungssynthese und -evaluation umsetzen. Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu ausgewählten Fertigungsverfahren zur Herstellung von Individualimplantaten, zur Beschichtung von Implantaten sowie von Zellträgersystemen, können diese in Grundzügen erklären und bei der Auswahl bzw. Entwicklung konstruktiver Lösungen auf diese Kenntnisse zurückgreifen und bedarfsweise vertiefen. Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse zu normativen Anforderungen bei der Zulassung von Medizinprodukten und deren Bedeutung für die Entwicklung. Sie können ihre Kenntnisse über die besonderen Randbedingungen und Sicherheitsanforderungen der Medizintechnik bei der Bewertung von medizintechnischen Lösungen anwenden.</li> </ul> |                   |              |         |

|   |   |           |            |
|---|---|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen keramischer Werkstoffe und Faserverbundwerkstoffe in der Medizintechnik</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ausgewählte Fertigungsverfahren für die Medizintechnik</li> <li>Generative Fertigung von Individualimplantaten, Beschichtung von Implantaten, Herstellung von Zellträgersystemen</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medizinproduktrecht, Qualität und Sicherheit</li> <li>Überblick, rechtliche Grundlagen, Konformitätsbewertungsverfahren, Qualitäts- u. Risikomanagement, Sicherheitskonzepte, Schutzmassnahmen und Sicherheit (Weiterführung und Vertiefung in 'Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten')</li> </ul> | <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, selbständig ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren.</li> </ul> |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>   |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Medizin (Baumann); (ggf. auch parallel)</li> <li>Physik, Mathematik</li> <li>Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Werkstoffkunde, Maschinengestaltung, Elektrotechnik, Strömungsmechanik I, Messtechnik,...)</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medizintechnik II</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Eine schriftliche Prüfung /mündliche Prüfung (nach Vereinbarung und Teilnehmerzahl)</li> <li>Ein Referat</li> <li>Teilnahmenachweise für Übungen</li> </ul>  |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |   |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>  | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Medizintechnik I [MSALLGMB-2201.a]  |   | 6         | 0          |
| Vorlesung Medizintechnik I [MSALLGMB-2201.b]  |   | 0         | 2          |
| Übung Medizintechnik I [MSALLGMB-2201.c]  |   | 0         | 2          |

## Modul: Einführung in die Medizin II [MSALLGMB-2204]

| MODUL TITEL: Einführung in die Medizin II   |       |              |  |                   |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2   | 1     | 3            | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ernährung, Verdauung:</b> Aufbau und Aufgaben des Verdauungssystems. Weg eines Nährstoffes während der Nahrungsaufnahme und des Verdauungsprozesses.</li> <li>• <b>Sinne:</b> Definition von Sinnen. Mathematische Charakterisierung von Sinnesrezeptoren. Aufbau und Aufgaben der Haut, des Auges, des Innenohrs, der Zunge und der Nase. Schmerzempfindung.</li> <li>• <b>Medizinische Psychologie und Soziologie:</b> Planung, Durchführung und Evaluation von Experimenten. Soziale Wahrnehmung. Lernprozesse. Beobachtung von Prozessen und Beobachtungsfehler.</li> <li>• <b>ZNS:</b> Aufbau und Aufgaben von Gehirn und Rückenmark. Methoden zur Erforschung der Funktion. Einfache neuronale Schaltkreise.</li> <li>• <b>Schwangerschaft und Geburt:</b> Genitalorgane, Eizelle und Spermatozoon, Befruchtung, Implantation, embryonales und fetales Wachstum, Aufbau und Funktion der Plazenta, Geburt, Gewöhnung an eine neue Umwelt<br/>Einführungsvorlesung Präparationssaal oder Pathologie und Führung (nach Verfügbarkeit): Kennenlernen der jeweiligen Einrichtung und deren Einbindung in die Gesundheitsversorgung. Vorführung ausgewählter Präparate.</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die einzelnen Abschnitte des Verdauungstrakts und deren Aufgaben benennen. Sie können Basisdaten zum Energieumsatz nennen. Sie können autonome Motoriken des Herzens und des Verdauungstrakts vergleichen.</li> <li>• Die Studierenden können die physiologischen Sinne identifizieren und deren Charakteristiken benennen. Sie vergleichen verschiedene Ansätze zur Reizdiskriminierung. Sie können die Anatomie und Physiologie des Auges erklären. Sie können Geruchs- und Geschmackssinn als chemische Sinne identifizieren und deren Anatomie und Physiologie erläutern. Sie können die Funktion der Haarzellen im Innenohr zusammenfassen.</li> <li>• Die Studierenden können die Themengebiete und Methoden der Medizinischen Psychologie und Soziologie erläutern. Sie können eine Gruppenbeobachtung durchführen und ihre Beobachtungen auf verschiedenen Skalen notieren. Sie kennen typische Beobachtungs- und Beurteilungsfehler. Sie können verschiedene Handlungsantriebe vergleichen, sowie Merk- und Vergessensformen zusammenfassen.</li> <li>• Die Studierenden können die Bestandteile, die Lage und den Aufbau des Zentralen Nervensystems darlegen. Sie können die Entwicklung des Gehirns und seine Hohlräume erklären sowie die vorhandenen Nachrichtensysteme einteilen. Sie können grundlegende physiologische Abläufe wie Durstentstehung und -löschung präsentieren.</li> <li>• Die Studierenden können die Anatomie der inneren und äußeren weiblichen Geschlechtsorgane darstellen und ihre Funktion benennen. Sie können die einzelnen Phasen des Menstruationszyklus identifizieren. Sie können Ablauf und Ort der Befruchtung darstellen. Sie können die Funktion der Plazenta und die Entwicklung des Embryos beschreiben. Sie können die Vorgänge unter der Geburt formulieren und die Anpassung des Neugeborenen an die Umwelt zusammenfassen.</li> <li>• Die Studierenden können den Aufgabenbereich eines Pathologischen Instituts / eines Leichenuntersuchungskurses (je nach der Art des Vor-Ort-Termins in der letzten Vorlesung) angeben.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können wesentliche Bestandteile der ärztlichen Fachsprache verstehen.</li> <li>• Die Studierenden kennen wesentliche Motive ärztlichen Denkens und Handelns und sind dadurch in der Lage, gemeinsame Projekt zu konzipieren und erfolgreich zu bearbeiten.</li> <li>• Die Studierenden können überschaubare Laborprojekte gemeinsam vorbereiten, arbeitsteilig bearbeiten und den Ansprüchen wissenschaftlicher Kommunikation entsprechend schriftlich zusammenfassen.</li> <li>• Die Studierenden können sich in einer Umgebung hohen medizinisch-ethischen Anspruchs (Pathologie oder Anatomie, je nach der Art des Vor-Ort-Termins in der letzten Vorlesung) angemessen verhalten.</li> </ul> |                   |              |         |

|  |   |           |            |
|--|---|-----------|------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fachliche und nebenfachliche Qualifikationen werden erworben und verfestigt über Vorträge, gruppenaktivierende Prozesse, Lernkontrollmechanismen, ggf. in Praktika/Übungen/Workshops verdichtet. Dem Stanford Faculty Development Program angelehnt erfolgt dies u.a. über die Wege der Schaffung eines geeigneten Lernklimas („Learning Climate“), der Steuerung der Lerneinheiten („Control of Session“), der adäquaten Zielkommunikation („Communication of Goals“), der Förderung von Verstehen und Behalten („Promotion of Understanding &amp; Retention“), der Evaluation, des Feedback und der Förderung des selbstbestimmten Lernens („Promotion of Self-Directed Learning“). Zusätzlich bietet der Lehrstuhl regelmäßige Führungen für interessierte Studierende an.</li> </ul> |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>   |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Medizin I und begleitendes Praktikum</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung (über die Vorlesung)</li> <li>Ein Teilnahmenachweis (für das Praktikum)</li> </ul>   |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |   |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>  | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Einführung in die Medizin I [MSALLGMB-2204.a]  |   | 3         | 0          |
| Vorlesung Einführung in die Medizin II [MSALLGMB-2204.b]   |   | 0         | 2          |
| Übung Einführung in die Medizin II [MSALLGMB-2204.c]   |   | 0         | 1          |

**Modul: Künstliche Organe II [MSALLGMB-2206]**

| <b>MODUL TITEL: Künstliche Organe II</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 3                   | 3   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druckmesstechnik</li> <li>• Physiologische Drücke, medizinische Aufgabenstellung und Messung</li> <li>• Anforderungen und Aufnehmertypen</li> <li>• Praktische Gesichtspunkte bei der Druckmessung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchflussmessung</li> <li>• Zeitlich mittelnde und dynamische Verfahren</li> <li>• Volumetrische Messung</li> <li>• Fick'sche Methoden, Pulskonturmethode, elektromagnetische Messung, Heißfilm- und Hitzdrahtanemometrie, Ultraschall-Flow-Messung</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Systeme zur Herzunterstützung</li> <li>• Physiologische, hämodynamische und materialeitige Kriterien</li> <li>• Regelungs- und fertigungstechnische Gesichtspunkte</li> <li>• Anwendungen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Künstliche Herzklappen</li> <li>• Physiologische, hämodynamische und materialeitige Kriterien</li> <li>• Fertigungstechnische Gesichtspunkte</li> <li>• Testverfahren</li> <li>• Anwendungen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atemmechanik</li> <li>• Atmungsströmung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lungenfunktionsprüfung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klinische Untersuchung des Herzens</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kardiologische Aspekte der Druck- und Durchflussmessung</li> <li>• Besichtigung des Herzkatheter-Messplatzes</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anatomie und Physiologie der Niere</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Künstliche Verfahren zur Blutentgiftung</li> <li>• Künstliche Dialyse</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die klinischen Verfahren der Druckmessung. Sie können Druckaufnehmer-Typen benennen und deren physikalischen Grundlagen beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage unterschiedliche Einflussfaktoren, die auf das Sensorsignal, wirken zu benennen und in die Berechnungen einfließen zu lassen.</li> <li>• Die Studierenden können sowohl zeitlich mittelnde wie auch dynamische Verfahren der klinischen Durchflussmessung beschreiben und deren Prinzipien erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können die bestehenden technischen Systeme zur Herzunterstützung klassifizieren. Sie kennen die medizinische Indikation für den Einsatz solcher Systeme. Sie sind in der Lage die unterschiedlichen Bauformen und deren spezifische Anwendungen zu erläutern.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Typen von Herzklappen zu beschreiben. Sie kennen das Anforderungsprofil von Herzklappenprothesen. Die Studierenden können die in vitro Testverfahren zur Beurteilung der Eigenschaften von Herzklappen erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können die funktionelle Anatomie der Lunge wiedergeben und kennen die Lungenkinetik. Sie kennen mechanische Beatmungstechniken beschreiben. Sie kennen die klinische Indikation der Blutoxygenation. Die Studierenden sind in der Lage Oxygenator-Bauformen, deren Funktionsprinzipien und Kennwerte zu erläutern.</li> <li>• Die Studierenden kennen unterschiedliche Formen der diagnostischen und therapeutischen Herzkatheteruntersuchung. Sie können die Mechanismen der Gefäßstenosierung bzw. Restenosierung wiedergeben. Die Studierenden kennen unterschiedliche Stent-Typen.</li> <li>• Die Studierenden können die Anatomie und Funktion der Niere schildern. Sie sind in der Lage Dialyseverfahren genau zu beschreiben und den Geräteaufbau zu skizzieren. Sie können die klinische Anwendung der unterschiedlichen Dialyseverfahren erläutern.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).</li> <li>• Die Vorlesung fördert das interdisziplinäre Denken der Studierenden und befähigt sie, im Studium erlernte ingenieurwissenschaftliche Methoden und Kenntnisse auf medizinische Fragestellungen zu übertragen und dort anzuwenden.</li> <li>• Fachliche und nebenfachliche Qualifikationen werden erworben und verfestigt über Vorträge, gruppenaktivierende Prozesse, Lernkontrollmechanismen, ggf. in Praktika/Übungen/Workshops verdichtet. Dem Stanford Faculty Development Program angelehnt erfolgt dies u.a. über die Wege der Schaffung eines geeigneten Lernklimas („Learning Climate“), der Steuerung der Lernein-</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| 11<br>• Klinische Anwendung der künstlichen Niere              | heiten („Control of Session“), der adäquaten Zielkommunikation („Communication of Goals“), der Förderung von Verstehen und Behalten („Promotion of Understanding & Retention“), der Evaluation, des Feedback und der Förderung des selbstbestimmten Lernens („Promotion of Self-Directed Learning“). Zusätzlich bietet der Lehrstuhl regelmäßige Führungen für interessierte Studierende an. |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>  |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Künstliche Organe I           | Eine schriftliche Prüfung  |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>   | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Künstliche Organe II [MSALLGMB-2206.a]                 |  | 3         | 0          |
| Vorlesung Künstliche Organe II [MSALLGMB-2206.b]               |  | 0         | 2          |
| Übung Künstliche Organe II [MSALLGMB-2206.c]                   |  | 0         | 1          |

**Modul: Biomedizinische Technik I [MSALLGMB-2207]**

| <b>MODUL TITEL: Biomedizinische Technik I</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 3                   | 2   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Biomedizinische Technik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physiologische/Physikalische Messungen.</li> <li>• Was ist ein Biosignal?</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruhespannung einer Zelle aus technischer Sicht</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung der Ruhespannung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erregung einer Zelle</li> <li>• Aktionspotenzial aus technischer Sicht</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erregungsfortleitung</li> <li>• Feldverteilung an der Zellmembran</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Körper als Volumenleiter</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messkette zu Erfassung von Biosignalen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische Sicherheit</li> <li>• Störunterdrückung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstrationsvorlesung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die physiologischen Grundlagen der Ruhespannung sowie Erregung und Erregungsfortleitung an einer Zelle.</li> <li>• Die Studierenden können aus den physiologischen Grundlagen an der Zellmembran die Entstehung eines Biosignals erläutern.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage selbständig eine Anordnung / Messkette zur Erfassung des Biosignals zu entwickeln.</li> <li>• Den Studierenden sind die für elektrische Geräte in der Medizintechnik notwendigen Sicherheitsanforderungen bekannt.</li> <li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Fehlerquellen und Maßnahmen zur Störunterdrückung sowie Verbesserung der Signalqualität.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, die im Modul erlernten theoretischen Kenntnisse in praktische Messanordnungen umzusetzen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden durch die Vorlesungen und Sprechstunden befähigt ihr im Rahmen des Maschinenbau-Studiums erlerntes Fachwissen auf Fachgebiete wie Medizin und Elektrotechnik zu übertragen.</li> <li>• Der interdisziplinäre Charakter der Vorlesung fördert das interdisziplinäre Denken über die eigenen Fachgrenzen hinaus.</li> <li>• Fachliche und nebenfachliche Qualifikationen werden erworben und verfestigt über Vorträge, gruppenaktivierende Prozesse, Lernkontrollmechanismen, ggf. in Praktika/Übungen/Workshops verdichtet. Dem Stanford Faculty Development Program angelehnt erfolgt dies u.a. über die Wege der Schaffung eines geeigneten Lernklimas („Learning Climate“), der Steuerung der Lerneinheiten („Control of Session“), der adäquaten Zielkommunikation („Communication of Goals“), der Förderung von Verstehen und Behalten („Promotion of Understanding &amp; Retention“), der Evaluation, des Feedback und der Förderung des selbstbestimmten Lernens („Promotion of Self-Directed Learning“). Zusätzlich bietet der Lehrstuhl regelmäßige Führungen für interessierte Studierende an.</li> </ul> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>   |                   |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Medizin I</li> </ul>  |              |                     | <p>Eine schriftliche Prüfung</p>  |                   |                     |                |

| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Biomedizinische Technik I [MSALLGMB-2207.aa]           |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Biomedizinische Technik I [MSALLGMB-2207.b]          |                                | 0         | 2          |

**Modul: Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten [MSALLGMB-2210]**

| <b>MODUL TITEL: Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Bedeutung von Medizinproduktergonomie und -gebrauchstauglichkeit</li> <li>• Spezifische Randbedingungen und Risiken des Medizinprodukteinsatzes</li> <li>• Rechtlicher und normativer Rahmen, Verantwortung und Haftung</li> <li>• Beispiele von Benutzungsfehlern</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit in Entwicklung, Zulassung und Betrieb von Medizinprodukten</li> <li>• Einführung in Medizinprodukterecht und medizintechnische Normung im nationalen und internationalen Zusammenhang (Europa, USA...)</li> <li>• Klassifizierung von Medizinprodukten</li> <li>• Zulassung und Betriebsüberwachung von Medizinprodukten / Zwischenfallmeldesysteme und -pflichten</li> </ul> <p>3-4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• System-Ergonomie in der Medizin: Grundlagen der Medizinproduktergonomie</li> <li>• Definitionen und Grundlagen der Ergonomie</li> <li>• Belastungs- / Beanspruchungsmodell</li> <li>• Wahrnehmung und mentale Modelle</li> <li>• Methoden ergonomischer Gestaltung und Bewertung</li> <li>• Besonderheiten im medizinischen Nutzungsumfeld</li> </ul> <p>5-7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung und Bewertung medizinischer Arbeitsplätze</li> <li>• Charakterisierung medizinischer Arbeitsplätze</li> <li>• Methoden und Werkzeuge zur Analyse von Belastungen, Beanspruchungen und Risiken (z.B. für muskuloskeletale Langzeitschäden bei Ärzten und Pflegepersonal)</li> <li>• Ermittlung und Problemfelder des klinischen Workflows</li> <li>• Grundsätze ergonomischer / gebrauchstauglicher Gestaltung von Medizinprodukten</li> </ul> <p>8-9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensch-Maschine-Interaktion im klinischen Nutzungskontext</li> <li>• Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion</li> <li>• Kontextuelle Eignung verschiedener Mensch-Maschine-Schnittstellen zur Informationsein- und -ausgabe</li> <li>• Grundsätze medizintechnischer Dialoggestaltung</li> <li>• Alarme</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risikomanagement für Medizinprodukte I</li> <li>• Definition und Bewertung des Risikos im klinischen Nutzungskontext</li> <li>• Normgerechter, integrierter Risikomanagementprozess</li> <li>• Planung und Durchführung einer System-Risikoanalyse</li> <li>• Klassifizierung und Auswirkungen von Gegenmaßnahmen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen den Zusammenhang und die Bedeutung von Mensch-Maschine-Interaktion, Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit im Rahmen der Medizinproduktentwicklung, -zulassung und anwendung.</li> <li>• Sie sind mit den grundlegenden Verfahren zur ergonomischen Gestaltung und Bewertung medizinischer Arbeitsplätze vertraut und können entsprechende Werkzeuge im Zusammenhang mit Fallbeispielen anwenden.</li> <li>• Auf Basis ihrer Kenntnisse zu den spezifischen Randbedingungen des medizintechnischen Einsatzumfeldes sowie zu Verfahren und Methoden des medizintechnischen Risiko-managements können die Studierenden Risiken und mögliche Gefährdungen des Medizinprodukteinsatzes ermitteln, einordnen und bewerten. Sie sind in der Lage, geeignete Gegenmaßnahmen zu entwickeln und ihre Wirksamkeit kritisch zu beurteilen.</li> <li>• Dabei verfügen sie insbesondere auch über Kenntnisse bzgl. der Mechanismen und Risiken klinischer Mensch-Maschine-Interaktion</li> <li>• Die Studierenden kennen Struktur und Ablauf des bzgl. der Medizinproduktentwicklung normativ verankerten Usability-Engineering-Prozesses und sind in der Lage, diesen auf entsprechende Produktentwicklungsvorgänge abzubilden.</li> <li>• Die Studierenden verfügen über Grundlagenkenntnisse bzgl. etablierter Verfahren, Methoden und Werkzeuge zur Erreichung und Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit. Sie sind fähig, diese situativ angemessen auszuwählen und anzuwenden sowie die resultierenden Ergebnisse zu bewerten.</li> <li>• Die Studierenden kennen grundlegende Aspekte des Risikomanagements sowie Risikoanalyseverfahren und können diese auf ein Medizinprodukt anwenden</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen des Konformitätsbewertungsverfahrens sowie der Klassifizierung von Medizinprodukten, können diese erläutern und auf einfache Beispiele anwenden und hieraus abzuleitende Anforderungen an Dokumentation, Qualitätsmanagement und Zulassung benennen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage selbständig ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>• Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |   |           |            |
|--|---|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risikomanagement für Medizinprodukte II - Human-induzierte Fehler</li> <li>• Ursachen, Klassifizierung und Auswirkungen menschlicher Fehler</li> <li>• Benutzer- vs. Benutzungsfehler, normative und rechtliche Sicht</li> <li>• Quantifizierung menschlicher Fehler</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebrauchstauglichkeit I</li> <li>• Grundlagen / Aspekte klinischer Gebrauchstauglichkeit</li> <li>• Konzept und Vorgehen im Usability-Engineering-Prozess / Einbindung in die Entwicklung medizintechnischer Produkte</li> <li>• Spezifikation der Gebrauchstauglichkeit (Nutzungskontext, Anwendercharakterisierung...)</li> <li>• Anwenderpartizipation</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebrauchstauglichkeit II</li> <li>• Spezifikation und Einfluss des Validierungsumfeldes</li> <li>• Methoden und Werkzeuge zur Verifizierung / Validierung klinischer Gebrauchstauglichkeit</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung</li> <li>• Vertiefung ausgewählter Aspekte der Integration von Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit in den Prozess der Medizinproduktentwicklung anhand verschiedener Fallbeispiele</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repetitorium</li> </ul> |   |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>   |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul "Medizintechnik I" (Radermacher, FB 4) ist als Grundlage bzw. begleitend sinnvoll, jedoch nicht zwingend erforderlich</li> <li>• "Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme" (Schlick)</li> <li>• 'Industrial Engineering´ (Schlick)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Klausur / mündliche Prüfung ( nach Vereinbarung und Teilnehmerzahl)</li> <li>• Teilnahmenachweise</li> <li>• Referate</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |   |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>  | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten [MSALLGMB-2210.a]  |   | 6         | 0          |
| Vorlesung Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten [MSALLGMB-2210.b]  |   | 0         | 2          |
| Übung Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten [MSALLGMB-2210.c]  |   | 0         | 2          |

**Modul: Biologische und Medizinische Strömungstechnik II [MSALLGMB-2212]**

| <b>MODUL TITEL: Biologische und Medizinische Strömungstechnik II</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 3                   | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung: Strömungstechnik in Medizin und Biologie</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mathematische Modelle zur Strömungssimulation durchströmter Systeme der Biologie: Das gesunde menschliche Herz</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Technische Modelle zur Strömungssimulation in Biologie und Medizin: Zweck, Ähnlichkeitsregeln, Vorgaben (Anatomie, Physiologie, technische Vorgaben)</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Messverfahren: Druckmessungen, Particle-Image Velocimetry, Strömungssichtbarmachung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Strömung in elastischen Gefäßen: Grundgleichungen, Ausbreitung von Druckwellen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Atemkreislauf: Grundlagen, Bestandteile, Nase (Aufbau, Funktion, Aufgaben, Strömungsfeld in der Nasenhöhle)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Atemkreislauf: Aufgaben und Funktion der Lunge (physikalische und physiologische Beschreibung), Austauschmechanismus (Diffusion und Konvektion)</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Atemkreislauf: Druck-Volumen-Diagramm der Lunge, Strömungsstrukturen in der Lunge, Verzweigungsströmung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medizinischer Funktions- und Organersatz: Einleitung, Definitionen, Oxygenatoren (Funktion, Typen, Grundgleichungen)</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Strömungsfragen und Lösungen zum medizinischen Funktions- und Organersatz: Herzklappen, Herzunterstützung, Herzersatz</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Qualitätssicherung Medizinprodukten: Grundlagen, Methoden, Zertifizierung, Mess- und Prüftechnik</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Biologische Rezeptoren und Sensoren für Strömungsfelder: Einleitung, Aufgaben, Beispiele (Barorezeptoren, Regulation der Herz-Kreislaufsystems, Gehörorgan, Gleichgewichtsorgan, Seitenliniensystem von Fischen)</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studenten kennen und verstehen die Grundlagen biologischer und medizinischer Strömungen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokomotion von Lebewesen in Flüssigkeiten: Umströmte Körper, Reynoldszahlabhängigkeit, Strömungsanpassung von Rümpfen, Grundlagen zum Widerstand umströmter Körper</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsbeispiele zu umströmten Systemen in der Natur (Bionik)</li> <li>• Aerodynamik des Insekten- und Vogelflugs, strömungsmechanische Konzepte zur energetischen Optimierung (optimierte Körperform, reibungsarme Oberflächen, Formationsflug, Winglets)</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik I/II</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II [MSALLGMB-2212.a]  |                                | 3         | 0          |
| Vorlesung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II [MSALLGMB-2212.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II [MSALLGMB-2212.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Optische Messtechnik und Bildverarbeitung [MSALLGMB-2213]**

| <b>MODUL TITEL: Optische Messtechnik und Bildverarbeitung</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Grundbegriffe der Messtechnik</li> <li>• Grundlagen der Strahlenoptik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Wellenoptik</li> <li>• Lasersysteme</li> <li>• Messunsicherheit, Fehlerarten</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Triangulationsbasierte Verfahren</li> <li>• Streifenprojektion</li> <li>• Lichtschnittsensor</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fokusbasierte Verfahren</li> <li>• Fokusabstandsensoren</li> <li>• Konfokale Mikroskopie</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferometrie I</li> <li>• Grundlagen</li> <li>• Ausführungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferometrie II</li> <li>• Anwendungsbereiche</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faseroptische Messtechnik</li> <li>• Grundlagen der Faseroptik</li> <li>• Anwendungen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomografie I</li> <li>• Prinzip</li> <li>• Anwendung</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomografie II</li> <li>• Algorithmik</li> <li>• Filterung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildverarbeitungssysteme</li> <li>• Komponenten eines BV Systems</li> <li>• CCD und CMOS Sensoren</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleuchtungskomponenten</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Studierende erwirbt Kenntnisse der Optik</li> <li>• Der Studierende erwirbt Kenntnisse der Messtechnik</li> <li>• Der Studierende kennt die Vielzahl eingesetzter optischer Messmittel und kann deren Vor-, Nachteile und Einsatzgebiete nennen</li> <li>• Der Studierende bekommt einen Überblick über Algorithmen, um Daten von optischen Systemen auszuwerten</li> <li>• Der Studierende erwirbt Kenntnisse der Signalverarbeitung im Labor (angewandt)</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Labor müssen Aufgaben als Team gelöst werden</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leuchtmittel</li> <li>• Beleuchtungstypen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faltung und Filter</li> <li>• Median-, und MW-Filter</li> <li>• Diskrete Faltung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Segmentierung:</li> <li>• Pixelorientierte Verfahren</li> <li>• Modell- und Texturorientierte Verfahren</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmalerkennung</li> <li>• Kantendetektoren</li> <li>• Bloberkennung</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifikation</li> <li>• Merkmalsraum</li> <li>• Neuronale Netze</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                          |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik</li> </ul>  | Eine schriftliche oder mündliche Prüfung |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>           | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Optische Messtechnik und Bildverarbeitung [MSALLGMB-2213.a]  |  | 6         | 0          |
| Vorlesung Optische Messtechnik und Bildverarbeitung [MSALLGMB-2213.b]  |  | 0         | 2          |
| Übung Optische Messtechnik und Bildverarbeitung [MSALLGMB-2213.c]  |  | 0         | 2          |

**Modul: Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung [MSALLGMB-2215]**

| <b>MODUL TITEL: Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht Laserverfahren in Mikro-, Medizin- und Nanotechnologie</li> <li>• Verfahrenseinordnung zu alternativen Prozessen</li> <li>• Marktsituation</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Eigenschaften Licht - Wiederholung</li> <li>• Technologien zur Mikro- und Nanoskalierung von Licht</li> <li>• Abgrenzung Einsatzfelder Laserstrahlquellen für Mikro- und Nanotechnik</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Wechselwirkung Licht Materie - Wiederholung</li> <li>• Absorptionsprozesse: Metalle, Halbleiter, Keramik, Kunststoff</li> <li>• Photochemie Grundlagen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportprozesse auf der Mikro- und Nanoskala</li> <li>• Kollektive Phänomene</li> <li>• Multiphasenprozesse</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzpulswechselwirkung</li> <li>• Nichtlineare Wechselwirkungsprozesse</li> <li>• Selbstfokussierung</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lithographieverfahren</li> <li>• Auflösungsgrenze - Grundlagen und Technologien</li> <li>• Technische Systeme</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferenzverfahren zur Nanostrukturierung</li> <li>• Laserinduzierte Photochemische und Photothermische Prozesse</li> <li>• Optische Nahfeldbearbeitung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroabtrag mit Laserstrahlung - Verfahrensvarianten</li> <li>• Mikrobohren</li> <li>• Photochemisch unterstützte Ätzverfahren</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrofügen mit Laserstrahlung - Verfahrensvarianten</li> <li>• Mikroschweißen und Mikrolöten</li> <li>• Schmelzfreie Mikroverbindungstechnik</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserstützte Mikro- und Nanobeschichtung</li> <li>• Laser-CVD</li> <li>• Laser-PLD</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten kennen die für die Mikrobearbeitung mit Laserstrahlung notwendigen und wichtigen wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung, deren Nutzung für die Mikro- und Nanotechnik und können diese berechnen.</li> <li>• Die unterschiedlichen Wechselwirkungsmechanismen von Laserstrahlung und Materie bei der Mikro- und Nanobearbeitung sowie in der Nutzung des Werkzeugs Photon für photochemische Verfahren sind qualitativ verstanden und können den verschiedenen Verfahren zugeordnet werden.</li> <li>• Transportprozesse in der Festphase, der Flüssigphase und der Gasphase können für praxisrelevante Spezialfälle berechnet werden.</li> <li>• Wichtige Anwendungen von Lasern in der Mikrotechnik sind bekannt und können im Kontext einer Mikroproduktionstechnik eingeordnet werden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Photochemische und Photothermische Mikro-Werkstoffmodifikation</li> <li>• Oberflächen-Photochemie</li> <li>• Bulk-Modifikation transparenter Werkstoffe</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser- und Laserverfahren für mikrooptische Bauelemente</li> <li>• Mikrosystemtechnische optische Komponenten</li> <li>• Photonische Kristalle - Grundlagen und Verfahren zur Herstellung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Photopolymerisation</li> <li>• Nichtlineare Wechselwirkungen in Fluiden</li> <li>• Biotechnologische Anwendungen von Laserverfahren</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinenteknik zur Laser-Mikrobearbeitung</li> <li>• Optische Systemtechnik zur Mikro- und Nanostrukturierung</li> <li>• Prozesskontrolle</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbeispiele</li> <li>• Laborexkursion</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik</li> <li>• Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung [MSALLGMB-2215.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung [MSALLGMB-2215.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung [MSALLGMB-2215.c]  |                                | 0         | 2          |

## Modul: Textiltechnik I [MSALLGMB-2217]

| MODUL TITEL: Textiltechnik I   |       |              |   |                         |              |         |
|--|-------|--------------|---|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |   |                         |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 2  | 1     | 4            | 3   | jedes 2. Semester       | WS 2010/2011 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |   |                         |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele   |                         |              |         |
| <p>Inhalte der Veranstaltungen sind z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Überblick: Fasern und Textilien, Einsatzgebiete und Anwendungen, Märkte, Fertigungsstufen</li> <li>• Rohstoffe</li> <li>• Spinnereivorbereitung</li> <li>• Spinnverfahren</li> <li>• Webereivorbereitung</li> <li>• Webmaschinen</li> <li>• Vliesstoffe, Technische Textilien</li> <li>• Veredlung</li> <li>• Konfektion</li> <li>• Recycling</li> </ul> |       |              | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen einen Überblick über alle wichtigen Rohstoffe, Verfahren und Maschinen der Textilherstellung sowie über die entsprechenden Märkte.</li> <li>• können beschreiben, welche Rohstoffe zur Textilherstellung eingesetzt werden. Sie können erklären, wie die Fasern gewonnen bzw. erzeugt werden und welche besonderen Eigenschaften sie für die jeweiligen Anwendungsgebiete besonders geeignet machen.</li> <li>• können alle wichtigen Prinzipien, Prozesse und Maschinen bzw. Anlagen der Spinnereivorbereitung, der Garn-, Gewebe-, Maschenwaren- und Vliesstoffherstellung benennen, erläutern und ggf. bewerten.</li> <li>• können die Einteilung der Technischen Textilien sowie jeweils typische Anwendungsgebiete und Produkte benennen. Sie können die entsprechenden Werkstoffe und textilen Strukturen je nach Einsatzgebiet auswählen und bewerten.</li> <li>• können alle wichtigen Prozesse, Aggregate und Maschinen der Veredlung sowie der Konfektionierung beschreiben und erklären und die wichtigsten Verfahren des Recyclings darstellen und technologisch bzw. wirtschaftlich bewerten.</li> <li>• sind in der Lage, einfache Rechnungen zur Auslegung der wichtigsten Maschinen der Textilherstellung auszuführen. Dazu gehören z. B. Berechnungen des Durchsatzes bei der Chemiefaserherstellung, die Fehlerortsbestimmung in Streckwerken, Berechnung der Produktivität von Flyer-, Ringspinn-, Rotorspinn- und Webmaschinen.</li> <li>• haben in den praktischen Laborübungen gelernt, die wichtigsten Maschinen der Garn- und Gewebeherstellung zu bedienen.</li> </ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen  |       |              | Benotung  |                         |              |         |
| Keine  |       |              | Eine schriftliche Prüfung.  |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |       |              |   |                         |              |         |
| Titel  |       |              |   | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Textiltechnik I [MSALLGMB-2217.a]  |       |              |   |                         | 4            | 0       |
| Vorlesung Textiltechnik I [MSALLGMB-2217.b]  |       |              |   |                         | 0            | 2       |
| Übung Textiltechnik I [MSALLGMB-2217.c]  |       |              |   |                         | 0            | 1       |

## Modul: Kunststoffverarbeitung I [MSALLGMB-2222]

| MODUL TITEL: Kunststoffverarbeitung I   |       |              |  |                   |              |         |
|---|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2   | 1     | 4            | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einteilung der Kunststoffe und Erkennen von Kunststoffen:</li> <li>Thermoplaste, Elastomere, Duroplaste, Copolymere und Polymergemische</li> <li>Erkennungs- und Untersuchungsmethoden</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Physikalische Eigenschaften der Kunststoffe:</li> <li>Thermodynamische Eigenschaften</li> <li>Fließeigenschaften</li> <li>Elastische Eigenschaften von Schmelzen</li> <li>Abkühlungsverhalten</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Messen physikalischer Größen in der Kunststoffverarbeitung:</li> <li>Temperaturmessung</li> <li>Druckmessung</li> <li>Ultraschallwanddickenmessung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbereitung von Kunststoffen:</li> <li>Aufbereitungsmaschinen</li> <li>Additive</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Extrusion:</li> <li>Extruder</li> <li>Extrusionsanlagen</li> <li>Coextrusion</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe:</li> <li>Extrusionsblasformen - Maschine und Verfahrensablauf</li> <li>Mehrfach- und Coextrusionsblasformen</li> <li>Streckblasen -Vorformlingherstellung</li> <li>Verfahrensvarianten</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Spritzgießen von Thermoplasten:</li> <li>Maschine und Verfahrensablauf</li> <li>Baugruppen</li> <li>Verfahrensvarianten</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Spritzgießen von Duroplasten und Elastomeren:</li> <li>Verarbeitungsverhalten</li> <li>Spritzgießen reagierender Formmassen</li> <li>Kaltkanaltechnik</li> <li>Spritzprägen von Duroplasten</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind nach einer Einführung in die Herstellung der Kunststoffe und ihrer Eigenschaften in der Lage die wesentlichen, das Verarbeitungs- und Anwendungsverhalten beeinflussenden Werkstoffparameter aufzuzeigen.</li> <li>Des weiteren können die Studierenden die Verarbeitungsverfahren, welche die Technologien der Extrusion, des Blasformens, des Spritzgießens, einschließlich der Sonderverfahren, der Herstellung von Formteilen aus duroplastischen Preßmassen, des Schäumens von Kunststoffen, der Verarbeitung faserverstärkter Kunststoffe, des Kalandrierens sowie des Gießens, umfasst, beschreiben.</li> <li>Ebenso kennen sie die gängigen Weiterverarbeitungstechniken wie das Thermoformen, Schweißen, Kleben und die mechanische Bearbeitung von Kunststoffen. Darüber hinaus werden die Technologien des Recyclings von Kunststoffen behandelt.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studenten lernen in praxisnahen Übungen die Verfahren der Kunststoffverarbeitung kennen. Sie sind in der Lage, die Wirtschaftlichkeit der Verfahren einzuordnen und zu bewerten.</li> </ul> |                   |              |         |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Herstellung von Formteilen aus duroplastischen Preßmassen:</li> <li>• Werkstoffe</li> <li>• Pressverfahren</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe:</li> <li>• Schäumen von Kunststoffen</li> <li>• Schäumen von Reaktionskunststoffen</li> <li>• Verarbeitung von niedrigviskosen Reaktionskunststoffen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Verstärken von Kunststoffen:</li> <li>• Materialien</li> <li>• Verarbeitungsverfahren</li> <li>• Bauteilkonstruktion und -auslegung</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Sonderverfahren des Spritzgießens:</li> <li>• Thermoplastschaumgießen</li> <li>• Mehrkomponenten-Spritzgießen</li> <li>• Spritzprägen</li> <li>• Kaskadenspritzgießen</li> <li>• Hinterspritztechnik</li> <li>• Schmelz- und Lösekernverfahren</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiterverarbeitungstechniken für Kunststoffe:</li> <li>• Kleben von Kunststoffen</li> <li>• Thermoformen von Kunststoffen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiterverarbeitungstechniken für Kunststoffe:</li> <li>• Schweißen von Kunststoffen</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recycling von Kunststoffen:</li> <li>• Recyclingkreisläufe</li> <li>• Aufbereitung von Kunststoffabfällen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffkunde II</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoffverarbeitung II</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Kunststoffverarbeitung I [MSALLGMB-2222.a]   |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Kunststoffverarbeitung I [MSALLGMB-2222.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Kunststoffverarbeitung I [MSALLGMB-2222.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Kinematik, Dynamik und Anwendungen in der Robotik [MSALLGMB-2224]**

| MODUL TITEL: Kinematik, Dynamik und Anwendungen in der Robotik   |       |              |  |                   |              |         |
|--|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2  | 1     | 6            | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Grundlegende Zusammenhänge</li> <li>• Anwendungsgebiete</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allg. Räumliche Getriebe</li> <li>• zugeschn. Berechnungsverfahren</li> <li>• vektorielle Berechnungsverfahren</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Serielle Handhabungsgeräte</li> <li>• kinematische Strukturen</li> <li>• qualitative Optimierung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parallele Handhabungsgeräte</li> <li>• kinematische Strukturen</li> <li>• Singularitäten</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik der Handhabungsgeräte</li> <li>• Hartenberg-Denavit Notation</li> <li>• Koordinatentransformation</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik der seriellen Handhabungsgeräte</li> <li>• zugeschn. Berechnungsverfahren</li> <li>• kinemat. Vorwärtsrechnung</li> <li>• kinemat. Rückwärtsrechnung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik der parallelen Handhabungsgeräte</li> <li>• zugeschn. Berechnungsverfahren</li> <li>• kinemat. Vorwärtsrechnung</li> <li>• kinemat. Rückwärtsrechnung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik der seriellen und parallelen Handhabungsgeräte</li> <li>• Geschwindigkeiten</li> <li>• Beschleunigungen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik der seriellen Handhabungsgeräte</li> <li>• Dynamische Rückwärtsrechnung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik der parallelen Handhabungsgeräte</li> <li>• Dynamische Rückwärtsrechnung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik der seriellen Handhabungsgeräte</li> <li>• Dynamische Vorwärtsrechnung</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen der Robotertechnik.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Strukturen von Handhabungsgeräten zu erfassen, zu beschreiben und einer Analyse zuzuführen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen Handhabungsgeräten und sind in der Lage die für die jeweilige Handhabungsaufgabe passende Gerätestruktur auszuwählen.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, den Bewegungszustand eines Handhabungsgerätes zu beschreiben und die für die Berechnung der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen notwendigen Algorithmen aufzustellen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Verfahren zur kinematischen Vorwärts- und Rückwärtsrechnung.</li> <li>• Die Studenten kennen den Unterschied zwischen derdynamischen Vorwärts- und Rückwärtsrechnung.</li> <li>• Für die zu analysierenden Handhabungsgeräte leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Handhabungsgeräten aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine</li> </ul> |                   |              |         |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik der parallelen Handhabungsgeräte</li> <li>• Dynamische Vorwärtsrechnung</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Greifer</li> <li>• Antriebssystem</li> <li>• Mechanisches System</li> <li>• Informationsverarbeitung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Roboter-Programmierung</li> <li>• Tech-In-Programmierung</li> <li>• Off-Line-Programmierung</li> <li>• Bahngenerierung</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbeispiel</li> <li>• Bewegungsaufgabe</li> <li>• Anforderungsliste</li> <li>• Antriebskräfte und -momente</li> <li>• Auslegung</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik I,II,III</li> <li>• Mathematik i bis III und numerische Mathematik</li> <li>• Antriebstechnik II</li> <li>• Grundlagen der Maschinen- und Strukturmechanik</li> </ul>  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Kinematik, Dynamik und Anwendungen in der Robotik [MSALLGMB-2224.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Kinematik, Dynamik und Anwendungen in der Robotik [MSALLGMB-2224.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Kinematik, Dynamik und Anwendungen in der Robotik [MSALLGMB-2224.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Medizinische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-2225]**

| <b>MODUL TITEL: Medizinische Verfahrenstechnik</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 4                   | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Vorlesungsinhalte: Blut, Blutseparation, Niere, Lunge, Herz, Reinstwassererzeugung, Sterilisationsverfahren, Compartmentmethoden</li> <li>• Begrifflichkeiten der medizinischen Verfahrenstechnik und Abgrenzung von benachbarten Gebieten</li> <li>• Anwendungsbeispiele des verfahrenstechnischen Grundwissens in physiologischen Bereichen, z.B. Strömungsmechanik in der Entwicklung einer Blutpumpe</li> <li>• Der Mensch als verfahrenstechnische Anlage</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung in die Medizintechnik: Historische Entwicklung und Ziele der Medizintechnik</li> <li>• Diagnostische und therapeutische Hilfsmittel der Medizin, Marktsituation der Medizintechnik</li> <li>• Interessante Statistik zum Gesundheitsmarkt: Gesundheitsausgaben, Bestandteile der Krankenhauskosten, mittlere Lebenserwartung und Altersaufbau der Bevölkerung Deutschlands</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktion und Zusammensetzung des Blutes</li> <li>• Fließeigenschaften (Rheologie) und mechanische Stabilität des Blutes als Grundlage für die Berechnung und Auslegung von Geräten, in denen das Blut mechanisch beansprucht wird, z.B. in Blutpumpen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologie und Verhalten des Blutes in Makro- und Mikrozirkulation</li> <li>• Wichtige Schädigungsmechanismen des Blutes</li> <li>• Minimierung dieser Schädigungsmechanismen bei der Auslegung von Apparaten zur Blutbehandlung</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilensteine der Entwicklung der Transfusionsmedizin</li> <li>• Blutkomponentenspende und verschiedene Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Sedimentation, Zentrifugation</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitere Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Chromatographie</li> <li>• Auftrennungsmethoden für Blutplasma</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Zukunft der Blutseparation: Neue Entwicklungen und Herausforderungen an die Verfahrenstechnik</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Kenntnisse der menschlichen Niere: Aufgabe, Aufbau und Funktion</li> <li>• Trennfunktion der Niere im Vergleich zu verfahrenstechnischen Einheiten</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In der Vorlesung werden ausgewählte, verfahrenstechnisch interessante Inhalte aus der Pharma- und Medizintechnik behandelt. Dadurch sind die Studierenden mit interdisziplinären Aspekten der Verfahrens- und Medizintechnik vertraut.</li> <li>• Sie können verfahrenstechnische Kenntnisse aus Strömungsmechanik sowie dem Stoffund Wärmetransport im Bereich der Medizintechnik anwenden.</li> <li>• Die Studierenden haben Verständnis für das Blutverhalten und die Funktionsweise der menschlichen Organe im Hinblick auf die Verfahrenstechnik entwickelt.</li> <li>• Dadurch sind sie in der Lage, Probleme bei der Entwicklung verfahrenstechnischer Apparate für medizinische Anwendung zu lösen (z.B. künstliche Organe oder Apparate für die Blutfraktionierung).</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nierenerkrankungen</li> <li>• Künstliche Niere</li> <li>• Einsatz von Membranverfahren als künstlicher Ersatz für die menschliche Niere oder als Peripherie solcher Geräte</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lunge: Atmungsweg und Atmungsorgane</li> <li>• Mechanismen des Stoffaustausches der Atemgase</li> <li>• Funktionsstörungen der Lunge</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte der künstlichen Beatmung</li> <li>• Einsatz von Membranverfahren als künstlicher Lunge: Oxygenator</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion des Herzens und der Herzklappen</li> <li>• Gefäßsystem und Blutkreislauf</li> <li>• Technik der Blutpumpe: Das künstliche Herz</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderung an die Wasserqualität für medizinische und pharmazeutische Zwecke</li> <li>• Technik der Reinstwassererzeugung für medizinische und pharmazeutische Zwecke</li> <li>• Sterilisationsverfahren in der Pharma- und Medizintechnik</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compartmentmethoden</li> <li>• Medikamentenentwicklung, Kinetik der Wirkstoffabgabe</li> <li>• Zusammenhang Wirkstoff - Wirkort - Elimination des Wirkstoffs</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Technologien in der Medizintechnik:</li> <li>• z.B. künstliche Leber</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
|  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Medizinische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-2225.a]   |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Medizinische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-2225.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Medizinische Verfahrenstechnik [MSALLGMB-2225.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Mikrotechnische Konstruktion [MSALLGMB-2302]**

| <b>MODUL TITEL: Mikrotechnische Konstruktion</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über die Grundelemente der mikrotechnischen Konstruktion</li> <li>• Überblick über die physikalischen Effekte in der Mikro-technik</li> <li>• Eigenschaften dünner Schichten</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verformungen durch dünne Schichten</li> <li>• Elektrischer Widerstand von Leiterbahnen aus Metall und Silizium</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dicke, dünne und schlaffe Membranen</li> <li>• Berechnung der Auslenkung von druck- oder kraft-belasteten Membranen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Dehnung von druckbelasteten Membranen</li> <li>• Berechnung der Widerstandsänderung von Dehnungsmess-Streifen aus Metall und Silizium auf Membranen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapazitive Messung von Membranauslenkungen</li> <li>• Linearisierung der kapazitiven Messung von Membranauslenkungen</li> <li>• Berechnung des Schwingungsverhaltens von Membranen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Auslenkung unterschiedlich belasteter bzw. gelagerter Balken</li> <li>• Dehnungsmess-Streifen auf Balken</li> <li>• Knicklast von Balken</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Resonanzfrequenz von schwingenden Balken</li> <li>• Anordnung von Dehnungsmess-Streifen auf schwingenden Balken</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druckabfall durch Reibung in Kapillaren</li> <li>• Gleichung von Bernoulli</li> <li>• Coanda-Effekt</li> <li>• Berechnung von Kapillarkräften</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss von Blasen in Kapillaren</li> <li>• Squeeze-film-Effekt</li> <li>• Elektroosmose und Elektrophorese</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die mikrotechnischen Grundbauelemente.</li> <li>• Die Studierenden erkennen, aus welchen mikro-technischen Bauelementen ein gegebenes Gerät auf-gebaut ist und können seine Funktion beschreiben und erklären.</li> <li>• Die Studierenden können mikrotechnische Grundbauelemente für vorgegebene Anwendungen berechnen und auslegen.</li> <li>• Die Studierenden können die in der Mikrotechnik wesentlichen Effekte wie z.B. Kapillarkraft, Dehnungsmess-Streifen, Bimorph, Piezo-Effekt usw. beschreiben, erklären und deren Wirkung vorausberechnen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Rahmen der Übungen wird den Studierenden vor-gestellt, wie wissenschaftliche Vorträge vorbereitet und gehalten werden. Anschließend erhält jeder Student die Möglichkeit selbst eine Vortrag auszuarbeiten und zu halten. (Lernziel Präsentationstechnik)</li> <li>• Während der Vorlesung werden Übungsaufgaben verteilt, die als Hausaufgaben selbständig gelöst werden sollen. In der folgenden Übung werden die Lösungen gemeinsam besprochen. (Lernziel selbständiges Lösen von Aufgaben)</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapazitive Kräfte an einem Spalt</li> <li>• Piezoelektrischer Effekt</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Aktor- und der Sensorkennlinie von Piezos</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung von Auslenkung und Kraft von Bimorphs</li> <li>• Optimierung von Bimorphs bezüglich Auslenkung, Kraft und Energiebedarf</li> <li>• Pyroelektrischer Effekt</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermo-mechanische Aktoren</li> <li>• Thermo-pneumatischer Aktor</li> <li>• Brownsche Molekularbewegung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusion</li> <li>• Optische Beugung an Spalten und Mikrospektrometer</li> <li>• Lichtwellenleiter und optische Schalter</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnik + Elektronik</li> <li>• Mathematik I-III</li> <li>• Physik</li> <li>• Einführung in die Mikrosystemtechnik</li> <li>• Mechanik I, II, III</li> </ul>  | <p>Eine mündliche Prüfung</p>  |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Mikrotechnische Konstruktion [MSALLGMB-2302.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Mikrotechnische Konstruktion [MSALLGMB-2302.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Mikrotechnische Konstruktion [MSALLGMB-2302.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Ultrapräzisionstechnik II [MSALLGMB-2306]**

| <b>MODUL TITEL: Ultrapräzisionstechnik II</b>  |                                |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------------------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |                                |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b>                   | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1                              | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |                                |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |                                |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trenn-, Schleif- und Polierbearbeitung von monokristallinen sowie polykristallinen Siliziumwafern</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Präzisionsblankpressen von Linsen am Bsp. von Fotooptiken</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau und Berechnung der hydrostatischen Lagerkomponenten von Ultrapräzisionsmaschinen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Auslegung hydrostatischer Lager am Bsp. einer Schleifspindel</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Statische und dynamische Charakterisierung ultrapräziser Maschinensysteme</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vertiefen des erlernten Wissens in praktischen Übungen in den Laboren des Fraunhofer IPT und WZL</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorstellung der industriellen Anwendung der Ultrapräzisionstechnologien durch die Besichtigung eines Unternehmens</li> </ul> |                                |                     | <p>Fachbezogen: Die Studierenden erhalten vertiefende Einblicke in Inhalte aus dem Modul Ultrapräzisionstechnik I:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Den Studierenden sind die wichtigsten Merkmale und Anwendungsgebiete der Ultrapräzisionstechnik bekannt.</li> <li>Die Studierenden kennen und verstehen die Kinematik der Zerspanungsprozesse sowie deren Werkzeuge inkl. der dafür notwendigen Werkzeugmaschinen.</li> <li>Sie kennen die unterschiedlichen Wirkmechanismen bei der Zerspanung mit geometrisch bestimmter und unbestimmter Schneide.</li> <li>Sie sind in der Lage, die wesentlichen Merkmale und Anforderungen der Ultrapräzisionszerspanung von denen der konventionellen Zerspanungsprozesse zu unterscheiden.</li> <li>Die Studierenden sind fähig, die wichtigsten Maschinenelemente einer Ultrapräzisionsmaschine zu beschreiben und zu berechnen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Praktische Erfahrungen im Umgang mit Ultrapräzisionsmaschinen tragen zum besseren Verständnis der Prozesse bei und vermitteln den technologischen Aufwand.</li> <li>Kollektive Lernprozesse werden durch Kleingruppenarbeiten unterstützt.</li> </ul> <p>Durch Firmenbesuche werden erste Kontakte mit industriellen Anwendern der Ultrapräzisionstechnologie hergestellt.</p> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |                                |                     | <b>Benotung</b>   |                   |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>Fertigungstechnik I, II</li> </ul>   |                                |                     | Eine mündliche Prüfung  |                   |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  |                   |                     |                |
| Prüfung Ultrapräzisionstechnik II [MSALLGMB-2306.a]  |                                | 6                   | 0   |                   |                     |                |
| Vorlesung Ultrapräzisionstechnik II [MSALLGMB-2306.b]  |                                | 0                   | 2   |                   |                     |                |
| Übung Ultrapräzisionstechnik II [MSALLGMB-2306.c]  |                                | 0                   | 2   |                   |                     |                |

**Modul: Kunststoffverarbeitung in der Mikrotechnik [MSALLGMB-2307]**

| <b>MODUL TITEL: Kunststoffverarbeitung in der Mikrotechnik</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 4                   | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einteilung der Kunststoffe und Erkennen von Kunststoffen:</li> <li>Thermoplaste, Elastomere, Duroplaste, Copolymere und Polymergemische</li> <li>Erkennungs- und Untersuchungsmethoden</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Physikalische Eigenschaften der Kunststoffe:</li> <li>Thermodynamische Eigenschaften</li> <li>Fließeigenschaften</li> <li>Elastische Eigenschaften von Schmelzen</li> <li>Abkühlungsverhalten</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Messen physikalischer Größen in der Kunststoffverarbeitung:</li> <li>Temperaturmessung</li> <li>Druckmessung</li> <li>Ultraschallwanddickenmessung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbereitung von Kunststoffen:</li> <li>Aufbereitungsmaschinen</li> <li>Additive</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Extrusion:</li> <li>Extruder</li> <li>Extrusionsanlagen</li> <li>Coextrusion</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe:</li> <li>Extrusionsblasformen - Maschine und Verfahrensablauf</li> <li>Mehrfach- und Coextrusionsblasformen</li> <li>Streckblasen -Vorformlingherstellung</li> <li>Verfahrensvarianten</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Spritzgießen von Thermoplasten:</li> <li>Maschine und Verfahrensablauf</li> <li>Baugruppen</li> <li>Verfahrensvarianten</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Spritzgießen von Duroplasten und Elastomeren:</li> <li>Verarbeitungsverhalten</li> <li>Spritzgießen reagierender Formmassen</li> <li>Kaltkanaltechnik</li> <li>Spritzprägen von Duroplasten</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind nach einer Einführung in die Herstellung der Kunststoffe und ihrer Eigenschaften in der Lage die wesentlichen, das Verarbeitungs- und Anwendungsverhalten beeinflussenden Werkstoffparameter aufzuzeigen.</li> <li>Des weiteren können die Studierenden die Verarbeitungsverfahren, welche die Technologien der Extrusion, des Blasformens, des Spritzgießens, einschließlich der Sonderverfahren, der Herstellung von Formteilen aus duroplastischen Preßmassen, des Schäumens von Kunststoffen, der Verarbeitung faserverstärkter Kunststoffe, des Kalandrierens sowie des Gießens, umfasst, beschreiben.</li> <li>Ebenso kennen sie die gängigen Weiterverarbeitungstechniken wie das Thermoformen, Schweißen, Kleben und die mechanische Bearbeitung von Kunststoffen.</li> <li>Darüber hinaus kennen Sie die Technologien des Recyclings von Kunststoffen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Herstellung von Formteilen aus duroplastischen Preßmassen:</li> <li>• Werkstoffe</li> <li>• Pressverfahren</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe:</li> <li>• Schäumen von Kunststoffen</li> <li>• Schäumen von Reaktionskunststoffen</li> <li>• Verarbeitung von niedrigviskosen Reaktionskunststoffen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Verstärken von Kunststoffen:</li> <li>• Materialien</li> <li>• Verarbeitungsverfahren</li> <li>• Bauteilkonstruktion und -auslegung</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe - Sonderverfahren des Spritzgießens:</li> <li>• Thermoplastschaumgießen</li> <li>• Mehrkomponenten-Spritzgießen</li> <li>• Spritzprägen</li> <li>• Kaskadenspritzgießen</li> <li>• Hinterspritztechnik</li> <li>• Schmelz- und Lösekernverfahren</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiterverarbeitungstechniken für Kunststoffe:</li> <li>• Kleben von Kunststoffen</li> <li>• Thermoformen von Kunststoffen</li> <li>• Weiterverarbeitungstechniken für Kunststoffe:</li> <li>• Schweißen von Kunststoffen</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinen- und Werkzeugtechnik</li> <li>• Spritzgießen von Mikrobautteilen</li> <li>• Das Walzprägeverfahren zur Herstellung mikrostrukturierter Extrusionsprodukte</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fügen von Mikrosystemen</li> <li>• Generative Verfahren</li> <li>• Schweißen von polymeren Mikroteilen</li> <li>• Mess- und Analyseverfahren in der Mikrotechnik</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffkunde II</li> <li>• Kunststoffverarbeitung II</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Kunststoffverarbeitung in der Mikrotechnik [MSALLGMB-2307.a]   |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Kunststoffverarbeitung in der Mikrotechnik [MSALLGMB-2307.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Kunststoffverarbeitung in der Mikrotechnik [MSALLGMB-2307.c]   |                                | 0         | 1          |

**Modul: Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen [MSALLGMB-2309]**

| <b>MODUL TITEL: Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 5                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Brennstoffzellentechnik</li> <li>• Brennstoffzellen in der Energietechnik</li> <li>• Funktionsprinzip von Brennstoffzellen</li> <li>• Einteilung der Brennstoffzellentypen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalisch-chemische Grundlagen I</li> <li>• Zellreaktionen und Elektrodenprozesse</li> <li>• Thermodynamik der Brennstoffzellen</li> <li>• Kinetik der Elektrodenprozesse</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalisch-chemische Grundlagen II</li> <li>• Strom/Spannungscharakteristika der Brennstoffzellen</li> <li>• Leitfähigkeitsmechanismen</li> <li>• Elektrochemische Meßverfahren</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Grundlagen I</li> <li>• Wirkungsgrad</li> <li>• Ausgewählte elektrochemische und stoffliche Zusammenhänge</li> <li>• Stofftransport in Brennstoffzellen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Grundlagen II</li> <li>• Wärmetransport in Brennstoffzellen</li> <li>• Stofftransport in der systemtechnischen Peripherie</li> <li>• Regelung des Stofftransports</li> <li>• Mechanische Auslegung von druckbeaufschlagten Komponenten</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzellensysteme I</li> <li>• Brenngasversorgung</li> <li>• Entschwefelung</li> <li>• Reformierung</li> <li>• Brenngasreinigung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzellensysteme II</li> <li>• Sauerstoffversorgung</li> <li>• Verfahrenstechnische Komponenten</li> <li>• Reglerkonzepte</li> <li>• Stromwandlungsmethoden</li> <li>• Gesamtsysteme</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Brennstoffzellentypen I</li> <li>• Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die fachlichen Grundlagen der Brennstoffzellentechnik, insbesondere die zugrundeliegende Elektrochemie</li> <li>• Die Studierenden wenden maschinenbauliche Grundlagen auf die Brennstoffzellentechnik an</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge der Prozesse in BZ-Systemen und können die Systeme berechnen und auslegen</li> <li>• Die Studierenden wenden die gelegten Grundlagen anhand der vorherrschenden BZ-Systeme an</li> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen den werkstofflichen Aufbau der vorherrschenden BZ-Systeme</li> <li>• Die Studierenden können die Eignung der verschiedenen Energieträger für Brennstoffzellen beurteilen</li> <li>• Die Studierenden können aufgrund der gewonnenen Übersicht über die verschiedenen Anwendungen diese in der fachlichen Diskussion vertreten</li> <li>• Die Studierenden kennen die wirtschaftlichen Aspekte der BZ-Technik</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden durch die Übung in die Lage versetzt, Aufgabenstellungen zu analysieren, Lösungen zu erarbeiten und mit Hilfe relevanter Kriterien zu bewerten (Methodenkompetenz)</li> <li>• Im Rahmen von Laborübungen werden in Kleingruppen unter wissenschaftlicher Anleitung praktische Versuche zu unterschiedlichen Themengebieten durchgeführt und gemeinsam ausgewertet und vorgestellt (Teamarbeit, Präsentation)</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkt-Methanol-Brennstoffzelle</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Brennstoffzellentypen II</li> <li>• SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)</li> <li>• MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell)</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieträger für Brennstoffzellen I</li> <li>• Wasserstoff und dessen Herstellung</li> <li>• Wasserstoffspeicherung</li> <li>• Kohlenwasserstoffe</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieträger für Brennstoffzellen II</li> <li>• Alkohole (Methanol und Ethanol)</li> <li>• Energieketten</li> <li>• Biomasse</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzellenanwendungen I</li> <li>• Stationäre Anwendungen</li> <li>• Fahrzeuganwendungen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzellenanwendungen II</li> <li>• Portable Anwendungen</li> <li>• Markteintritt</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftliche Aspekte</li> <li>• Kostenstrukturen von Brennstoffzellensystemen</li> <li>• Bewertung der Kosten neuer Technologien</li> <li>• Kundenrelevanz technischer Aspekte von Brennstoffzellensystemen</li> <li>• Grundlagen der Kostenabschätzung über Lernkurven</li> <li>• Lernkurven ausgewählter Systeme zur Stromerzeugung</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagenvorlesungen der jeweiligen Studienrichtung</li> </ul>  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen [MSALLGMB-2309.a]   |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen [MSALLGMB-2309.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Prüfung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen [MSALLGMB-2309.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Raumflugmechanik II [MSALLGMB-2403]**

| <b>MODUL TITEL: Raumflugmechanik II</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 4                   | 3   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SONNENSYSTEM</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ALLGEMEINE DEFINITIONEN</li> <li>• Maßsysteme</li> <li>• Koordinatensysteme</li> <li>• Zeitdefinitionen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ZWEI-KÖRPER-PROBLEM</li> <li>• Kepler</li> <li>• Newton</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BEWEGUNGSGLEICHUNGEN</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LÖSUNG DER RELATIVBEWEGUNG</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KEGELSCHNITTE</li> <li>• Grundaufgaben</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SCHWEREFELD DER ERDE</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BALLISTISCHE BAHNEN</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FLUCHT- UND EINFANGBAHNEN</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÜBERGANGANGSBAHNEN</li> <li>• Hohmann-Transfer</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BI-Elliptische Übergangsbahnen</li> <li>• Räumliche Übergangsbahnen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GESCHWINDIGKEITSTRANSFORMATIONEN</li> <li>• Swing-By</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LAMBERT'S THEOREM</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung Lambert'sches Theorem</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Berechnung von Raumflugbahnen unter dem Einfluss von zwei gravitationsbehafteten Körpern</li> <li>• Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben der Auslegung von ballistischen Bahnen, Flucht- und Einfangbahnen und Übergangsbahnen anzuwenden</li> <li>• Die Studierenden können die Anwendbarkeit und die Grenzen der hergeleiteten Methoden beurteilen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen   |                         | Benotung               |     |  |
|---|-------------------------|------------------------|-----|--|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br>• Raumfahrzeugbau I |                         | Eine mündliche Prüfung |     |  |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |                         |                        |     |  |
| Titel   | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                     | SWS |  |
| Prüfung Raumflugmechanik II [MSALLGMB-2403.a]   |                         | 4                      | 0   |  |
| Vorlesung Raumflugmechanik II [MSALLGMB-2403.b]   |                         | 0                      | 2   |  |
| Übung Raumflugmechanik II [MSALLGMB-2403.c]   |                         | 0                      | 1   |  |

**Modul: Finite Elements in Fluids [MSALLGMB-2405]**

| <b>MODUL TITEL: Finite Elements in Fluids</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 4                   | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | English        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung:</li> <li>• Gliederung,</li> <li>• Geschichte der Finite-Elemente-Methode.</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltungssätze (1):</li> <li>• kinematische Beschreibung, Arbitrary-Lagrangian-Eulerian Beschreibung</li> <li>• Reynold'sche Transport-Satz.</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltungssätze (2):</li> <li>• Erhaltung von Masse, Impuls, und Energie,</li> <li>• Euler und Navier-Stokes Gleichungen.</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (1):</li> <li>• Funktionenräume, Normen,</li> <li>• Poisson-Gleichung, schwache und starke Formulierung.</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (2):</li> <li>• Lax-Milgram-Lemma, diskrete Formulierung,</li> <li>• Lemma von Cea, rechnerische Aspekte.</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvektion-Diffusions-Gleichung (1):</li> <li>• schwache und Galerkin Formulierung, sowie die Matrizen-darstellung,</li> <li>• Péclet-Zahl, Diskretisierungsfehler</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvektion-Diffusions-Gleichung (2):</li> <li>• historisches Überblick von Stabilisierungsmethoden,</li> <li>• Petrov-Galerkin Formulierung.</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvektion-Diffusions-Gleichung (3):</li> <li>• Fehlerabschätzung,</li> <li>• Finite Increment Calculus, Variational Multiscale Methode</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitdiskretisierung (1):</li> <li>• Theta-, Lax-Wendroff-, leap-frog-Methoden,</li> <li>• Diskretisierung der zeitabhängigen Konvektion-Diffusions-Gleichung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitdiskretisierung (2):</li> <li>• Stabilität, Genauigkeit,</li> <li>• Fourieranalyse.</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen und die elementaren Konzepte, die zur Anwendung der Finiten-Elemente-Methode in der Strömungsmechanik nötig sind: Konvektion-Diffusions Gleichung, Zeitdiskretisierungsverfahren, Stokes-Gleichung, Navier-Stokes-Gleichung.</li> <li>• Die Studierenden wissen von den praktischen Aspekten der Finiten-Elemente-Diskretisierung bei Problemen mit mehreren Feldern.</li> <li>• Die Studierenden sind sich bewusst über die Probleme, die bei einer Finiten-Elemente-Diskretisierung auftreten durch hohe Péclet-Zahlen und schlecht gewählte Interpolationsfunktionen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen das Konzept der Finiten-Elemente-Stabilisierung durch Residuum-basierte Methoden, Finite Increment Calculus und Variational Multiscale Ansätze.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden bekommen in Übungen die Erfahrung mit einem Strömungssimulationsprogramm aus der Forschung, sowie der Visualisierung von Daten.</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitdiskretisierung (3):</li> <li>• modified-equation Methode,</li> <li>• Taylor-Galerkin-Methoden.</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitdiskretisierung (4):</li> <li>• Zeit-Raum-Methoden,</li> <li>• lineare Mehrschrittmethoden.</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stokes Gleichung (1):</li> <li>• konstitutiver Ansatz, Randbedingungen,</li> <li>• saddle-point Aspekte.</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stokes Gleichung (2):</li> <li>• schwache, Galerkin, und diskrete Formulierung,</li> <li>• LBB-Bedingung, Interpolation-Ansätze, Stabilisierung.</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitabhängige Navier-Stokes-Gleichungen:</li> <li>• schwache, Galerkin und stabilisierte Formulierung,</li> <li>• Zusammenfassung.</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen I-IV</li> <li>• Partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Programmierung</li> </ul>   | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Finite Elements in Fluids [MSALLGMB-2405.a]  |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Finite Elements in Fluids [MSALLGMB-2405.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Finite Elements in Fluids [MSALLGMB-2405.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Mehrphasenströmung [MSALLGMB-2406]**

| <b>MODUL TITEL: Mehrphasenströmung</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 6                   | 3   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Beschreibung von Strömungsvorgängen:</li> <li>• Erhaltungsgrößen</li> <li>• Transportansätze</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Beschreibung von Strömungsvorgängen:</li> <li>• Beschreibung mehrphasiger Strömungen (Kontinuumsansatz, kinetische Theorie)</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Einzelpartikeln:</li> <li>• Widerstandsgesetze für Einzelpartikel</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Einzelpartikeln:</li> <li>• Formeinfluss, Schwarmverhalten, Wandeinfluss</li> <li>• Turbulenzeinfluss der kontinuierlichen Phase</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Einzelpartikeln in Kraftfeldern:</li> <li>• Schwerfeld</li> <li>• Elektrisches Feld (Beispiel: E-Abscheider)</li> <li>• Zentrifugalfeld</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Blasen und Tropfen:</li> <li>• Oberflächenspannung, Krümmungsdruck</li> <li>• Quasistatische Bildung von Blasen und Tropfen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Blasen und Tropfen:</li> <li>• Dynamische Bildung von Blasen und Tropfen</li> <li>• Zerstäubung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Blasen und Tropfen:</li> <li>• Widerstandsgesetze für Blasen und Tropfen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von partikelbeladenen Strömungen:</li> <li>• Kontinuums-Ansatz</li> <li>• Euler-Euler-Ansatz</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von partikelbeladenen Strömungen:</li> <li>• Euler-Lagrange-Ansatz (Beispiel: Zyklon)</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirbelschichtsysteme:</li> <li>• Widerstandsgesetze für Partikelschüttungen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In nahezu allen verfahrenstechnischen Apparaten spielen mehrphasige Strömungen eine große Rolle. Die Studierenden sind daher mit den Grundlagen der mathematischen Beschreibung von mehrphasigen, insbesondere Fluid-Partikel-Strömungen, vertraut. Sie sind in der Lage, mehrphasige Strömungssysteme zu klassifizieren sowie geeignete Modellvorstellungen hierfür auszuwählen und umzusetzen.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen sowohl die ingenieurmäßige Beschreibung von Mehrphasenströmungen als auch die rigorose Modellierung, wie sie in kommerziellen numerischen Strömungssimulationswerkzeugen angewandt wird.</li> <li>• Die Studierenden sind mit den Auslegungsgrundlagen für wichtige verfahrenstechnische Apparate vertraut, in denen mehrphasige Strömungen auftreten (Zyklon, Wirbelschicht, pneumatischer und hydraulischer Transport).</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirbelschichtsysteme:</li> <li>• Zustandsformen, Druckverlust</li> <li>• Lockerungsgeschwindigkeit, Betriebsgeschwindigkeit</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pneumatischer und hydraulischer Transport:</li> <li>• Förderzustände, Druckverlust</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flüssig-Gas-Systeme:</li> <li>• Filmsysteme</li> <li>• Blasensysteme</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Behandlung von mehrphasigen Strömungen - Fallbeispiele</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanik I, II</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Mehrphasenströmung [MSALLGMB-2406.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Mehrphasenströmung [MSALLGMB-2406.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Mehrphasenströmung [MSALLGMB-2406.c]  |                                | 0         | 1          |

**Modul: Angewandte numerische Optimierung [MSALLGMB-2408]**

| <b>MODUL TITEL: Angewandte numerische Optimierung</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 4                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition: Mathematische Optimierung</li> <li>• Problemformulierung: Gütefunktion, Modell und Beschränkungen</li> <li>• Beispiele für Optimierungsprobleme</li> <li>• Klassifizierung von Optimierungsproblemen</li> <li>• Mathematische Grundlagen 1: Stetigkeit, Differenzierbarkeit</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen 2: Gradient, Hessematrix, Konvexität</li> <li>• Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte Probleme</li> <li>• Lösungskonzepte für unbeschränkte Probleme: direkte, indirekte numerische Lösung, Prinzip des Line Search und der Trust Region</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Line Search Strategien: Armijo und Wolfe Bedingung</li> <li>• Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Steilster Abstieg, Konjugierte Gradienten</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Newton-Verfahren</li> <li>• Praktische Newton-Verfahren: Inexakte -, Modifizierte -, Quasi-Newton-Verfahren</li> <li>• Trust-Region-Verfahren: Beispiel Dogleg-Methode</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regressionsprobleme: Methode der kleinsten Fehlerquadrate</li> <li>• Gauss-Newton-Lösungsmethode für Regressionsprobleme</li> <li>• Levenberg-Marquardt-Lösungsmethode für Regressionsprobleme</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiel eines Optimierungsproblems: Ethanol-Gewinnung</li> <li>• Herleitung der KKT-Optimalitätsbedingungen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Programmierung (LP):</li> <li>• Innere-Punkt-Methoden für LPs</li> <li>• Simplex-Verfahren für LPs</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadratische Programmierung (QP):</li> <li>• Lösung des KKT-Systems für QPs</li> <li>• Active-Set-Methode für QPs</li> <li>• Lösungsstrategien für Nicht-Konvexe-QPs</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methode der Projizierten-Gradienten für QPs</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen das Aufstellen von mathematischen Optimierungsproblemen mit Gütefunktion, Modell und Beschränkungen als Basis zur Lösung von beliebigen Problemen.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die Herleitung der Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte und beschränkte Probleme mit nichtlinearen Nebenbedingungen.</li> <li>• Die Studierenden haben die Notwendigkeit einer numerischen Lösung für allgemeine mathematische Optimierungsprobleme verstanden und können die numerischen Grundkonzepte in eigenen Algorithmen implementieren.</li> <li>• Jeder Student hat die Klassifizierung von Optimierungsproblemen verstanden und kann beliebige Probleme in die entsprechende Klasse einordnen. Ferner hat jeder Student das Wissen, welche numerische Methode er zur Lösung eines solchen Problems benötigt.</li> <li>• Jeder Student hat die Optimierungsmethode exemplarisch an Aufgabestellung aus dem Maschinenbau/der Verfahrenstechnik angewandt.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Student erlernt die Fähigkeit zur Teamarbeit bei Programmieraufgaben durch Kleingruppenübungen mit dem Programm Matlab (Teamarbeit).</li> <li>• Die Studierenden werden durch die Hausarbeiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren und eine konkrete Lösung zu erarbeiten (Methodenkompetenz).</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innere-Punkt-Methoden für QPs</li> <li>• Lösung allgemeiner nichtlinearer Programme (NLP):</li> <li>• Strafterm-Methoden für NLPs</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Log-Barrier Methode für NLPs</li> <li>• Augmented-Lagrangian-Methode für NLPs</li> <li>• SQP-Verfahren: Line-Search SQP</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele für Optimierungsprobleme:</li> <li>• Schichtkristallisator</li> <li>• Destillationskolonne</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Gemischt-Ganzzahlige-Optimierung:</li> <li>• Branch and Bound</li> <li>• Outer-Approximation</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die dynamische Optimierung:</li> <li>• Optimalitätsbedingungen</li> <li>• Simultane Lösungsverfahren: Volldiskretisierung</li> <li>• Kontinuierliche Problemformulierung: Adjungierten-Gleichungen / Hamilton-Form</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamische Optimierung: Sequentielles Lösungsverfahren</li> <li>• Herleitung der Sensitivitätsgleichungen</li> <li>• Beispiele für dynamische Optimierungsprobleme</li> <li>• Kurzeinführung in die Zustandsschätzung</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>  |           |            |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine mündliche Prüfung</li> <li>• 3 Programmierübungen</li> </ul> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>   | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Angewandte numerische Optimierung [MSALLGMB-2408.a]  |  | 4         | 0          |
| Vorlesung Angewandte numerische Optimierung [MSALLGMB-2408.b]  |  | 0         | 2          |
| Übung Angewandte numerische Optimierung [MSALLGMB-2408.c]  |  | 0         | 2          |

**Modul: Membranverfahren [MSALLGMB-2410]**

| <b>MODUL TITEL: Membranverfahren</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 4                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Englisch       |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Membranverfahren</li> <li>• Triebkräfte</li> <li>• Transportwiderstände</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membranen - Materialien, Werkstoffe und Strukturen</li> <li>• organischer und</li> <li>• anorganischer Membranen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung des Stofftransportes in Membranen</li> <li>• Modelle für poröse und nicht-poröse Membranen</li> <li>• Modelle für Gas- und Dampftransport in porösen Medien</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulkonstruktionen</li> <li>• Anforderungen an Modulkonstruktion</li> <li>• Module für Schlauch-, Flach- und getauchte Membranen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffaustausch an Membranen</li> <li>• Triebkraftmindernde Effekte</li> <li>• Einfluss der Einbaurichtung asymmetrischer Membranen</li> <li>• Maßnahmen zur Verbesserung des Stoffübergangs an der Membran</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moduloptimierung</li> <li>• Strömungsführung im Modul</li> <li>• Definition einer Optimierungszielfunktion</li> <li>• Beispiele</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagenentwurf</li> <li>• Modulanordnung</li> <li>• Investitions-, laufende und spezifische Kosten</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ultra- und Mikrofiltration</li> <li>• Verfahrensbeschreibung, eingesetzte Membranen</li> <li>• Prozessführung, Modellierung des Stofftransportes, Fouling</li> <li>• Anwendungen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umkehrosmose (Reverse Osmosis - RO)</li> <li>• Membranbeständigkeit, Osmotischer Druck</li> <li>• Viskositätseinfluss, Membranverblockung, Energiebedarf</li> <li>• Beispiele und Auslegung einer Meerwasserentsalzungsanlage</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen alle gängigen Membranverfahren zur Stofftrennung und sind mit deren Grundlagen vertraut.</li> <li>• Sie kennen Werkstoffe und Herstellungsmethoden von Membranen.</li> <li>• Sie beherrschen grundlegende Methoden zur Modellierung des Stofftransportes in und an Membranen, welche sie auch in artverwandten Problemstellung anderer Stofftrennverfahren einsetzen können.</li> <li>• Sie sind mit den fluidmechanischen Konstruktions- und Optimierungsmethoden gängiger Membranmodule für verschiedene Membranverfahren vertraut.</li> <li>• Die Studierenden können Membranmodule und -anlagen auslegen und diese hinsichtlich ihrer Eignung zur Lösung einer bestimmten Stofftrennaufgabe, ihrer Leistung und ihrer Kosten bewerten</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen die Fach-Termini im Bereich der Membranverfahren in englischer Sprache.</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanofiltration (NF)</li> <li>• Membranen in der NF, Einsatzgebiete, Trennverhalten</li> <li>• Druck- und konzentrationsabhängiger Rückhalt</li> <li>• Vergleich NF / RO</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pervaporation / Dampfpermeation</li> <li>• Membranen und Module, leistungsbestimmende Parameter</li> <li>• Verfahrensauslegung</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodialyse (ED)</li> <li>• Verfahrensbeschreibung, Membranen, Aufbau und Betrieb von EDAnlagen</li> <li>• Auslegung und Kosten des Verfahrens, Verfahrensvarianten, Berechnungsbeispiele</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gaspermeation</li> <li>• Membranen, Trennmechanismen, Modulkonstruktionen, lokale Trenncharakteristik, Modul- und Anlagenauslegung</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membrankontaktoren</li> <li>• Verfahrensprinzip, Membranen, Modulkonstruktionen, Auslegung</li> <li>• Anwendungen und Ausblick</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation und Optimierung mit ASPEN+</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Englische Fremdsprachenkenntnisse</li> </ul>  | Eine mündliche Prüfung         |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Membranverfahren [MSALLGMB-2410.a]  |                                | 4         | 0          |
| Vorlesung Membranverfahren [MSALLGMB-2410.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Membranverfahren [MSALLGMB-2410.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Practical Introduction to FEM-Software II [MSALLGMB-2413]**

| <b>MODUL TITEL: Practical Introduction to FEM-Software II</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 5                   | 3  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Englisch       |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitabhängige Probleme (transienter Wärmefluss), Kommandos, 'Post-Processing' zeitabhängiger Probleme (post26).</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitabhängige Probleme, mehrfache Lastschritte, 'Sub-Modelling'.</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Sub-Modelling'</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht-lineares Materialverhalten, Plastizität</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht-lineares Materialverhalten, Hyper- und viskoelastische</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faserverbundmaterial (Composites)</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichungslöser für nicht-lineare Probleme</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontaktmechanik Teil 1, Kontakt- Algorithmen, (coupling and constraint equations)</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontaktmechanik Teil 2, Kontaktoptionen, CAD-Import.</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung von Eigenformen und Eigenfrequenzen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung dynamischer Probleme (Modal-Analyse)</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Death and birth' Option, Berechnung dynamischer Probleme</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Multiphysics'-Probleme Teil 1, Wärmeleitung und elekt. Spannung.</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Multiphysics'-Probleme Teil 2, Wärmestrahlung</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repetitorium</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <p>Im zweiten Teil der Lehrveranstaltung werden die zu lösenden Beispiele auf nicht-lineare Problemstellungen ausgedehnt. Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erhalten einen Überblick über die vielfältigen Anwendungs- und Berechnungsmöglichkeiten eines nicht-linearen FE-Programms.</li> <li>• verstehen die Schwierigkeiten einer nicht-linearen FE-Berechnung.</li> <li>• sind in der Lage nicht-lineare Probleme in ANSYS und CALCULIX zu formulieren und zu berechnen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten.</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen   | Benotung                  |    |     |
|---|---------------------------|----|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Practical Introduction to FEM-Software I</li> <li>• Englisch</li> </ul> | Eine schriftliche Prüfung |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |                           |    |     |
| Titel   | Prüfungsdauer (Minuten)   | CP | SWS |
| Prüfung Practical Introduction to FEM-Software II [MSALLGMB-2413.a]   |                           | 5  | 0   |
| Vorlesung/Labor Practical Introduction to FEM-Software II [MSALLGMB-2413.bd]  |                           | 0  | 3   |

**Modul: Grundlagen der Verbrennungsmotoren [MSALLGMB-2414]**

| <b>MODUL TITEL: Grundlagen der Verbrennungsmotoren</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 4                   | 3  | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                                |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einteilung und Merkmale der Verbrennungsmotoren</li> </ul> <p>2-3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinematik und Kräfte des Verbrennungsmotors</li> </ul> <p>4-5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Massenkräfte des Verbrennungsmotors</li> </ul> <p>6-7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Thermodynamische Grundlagen</li> </ul> <p>8-9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kenngößen</li> </ul> <p>10-11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prozess im Ottomotor</li> </ul> <p>12-13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prozess im Dieselmotor</li> </ul> <p>14-15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schadstoffentstehung und Abgasnachbehandlung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die wichtigsten Anforderungen an Verbrennungsmotoren.</li> <li>Sie können die thermodynamischen Zusammenhänge von Verbrennungsmotoren durch Vergleichsprozesse beschreiben, und Schlüsse hinsichtlich des Wirkungsgrades ziehen.</li> <li>Die Studierenden sind fähig, die Massenkräfte und Schwingungen in Motoren verschiedener Konstruktionen zu bestimmen.</li> <li>Die Fähigkeit der Beschreibung und Beurteilung von Verbrennungsmotoren erreichen die Studierenden durch die Kenntnisse und Anwendung der wichtigsten Kenngrößen.</li> <li>Sie können die wichtigsten Merkmale der konventionellen Brennverfahren des Otto- und des Dieselprozesses gegenüberstellen. Insbesondere die Schadstoffentstehung im Bezug auf das Brennverfahren befähigt die Studierenden, eine Bewertung der Abgasnachbehandlungssysteme vorzunehmen.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanik III</li> </ul> <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verbrennungskraftmaschinen I/II</li> <li>Akustik in Verbrennungsmotoren</li> <li>Elektronik an Verbrennungsmotoren</li> </ul>   |              |                     | <p>Eine schriftliche Prüfung</p>   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Grundlagen der Verbrennungsmotoren [MSALLGMB-2414.a]   |              |                     |  |                                | 4                   | 0              |
| Vorlesung Grundlagen der Verbrennungsmotoren [MSALLGMB-2414.b]   |              |                     |  |                                | 0                   | 2              |
| Übung Grundlagen der Verbrennungsmotoren [MSALLGMB-2414.c]   |              |                     |  |                                | 0                   | 1              |

## Modul: Verbrennungskraftmaschinen II [MSALLGMB-2416]

| MODUL TITEL: Verbrennungskraftmaschinen II   |       |              |   |                   |              |         |
|--|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2  | 1     | 6            | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurbelwelle:</li> <li>• Drehschwingungen</li> <li>• Ventiltrieb:</li> <li>• Kinematik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventiltrieb:</li> <li>• Kinetik (starrer Ventiltrieb)</li> <li>• Ladungswechsel:</li> <li>• 4-Takt-Hubkolbenmotor</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladungswechsel:</li> <li>• 4-Takt-Hubkolbenmotor</li> <li>• Wankelmotor</li> <li>• 2-Takt_Motor</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladungswechsel:</li> <li>• 2-Takt_Motor</li> <li>• Wellenvorgänge in Leitungen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufladung:</li> <li>• Aufladeverfahren</li> <li>• Leistungsgewinn</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufladung:</li> <li>• Mechanische Aufladung</li> <li>• Abgasturboaufladung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufladung:</li> <li>• Abgasturboaufladung</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufladung:</li> <li>• Abgasturboaufladung</li> <li>• Ausführungsbeispiele</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufladung:</li> <li>• Abgasturboaufladung</li> <li>• Druckwellenmaschine</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgase:</li> <li>• Schadstoffe im Abgas</li> <li>• Emissionstest</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten kennen die wesentlichen Kenngrößen von Verbrennungskraftmaschinen und können sie kritisch bewerten.</li> <li>• Die Studenten können Thermodynamische Motorkenngrößen berechnen.</li> <li>• Die Studenten können Schwingungen der Kurbelwelle und Belastungen des Ventiltriebs rechnerisch bestimmen und Betriebsgrenzen beurteilen.</li> <li>• Die Studenten kennen die Grundlagen des Ladungswechsels und können verschiedene Konzepte hinsichtlich ihres Auslegungsziels unterscheiden.</li> <li>• Die Studenten sind in der Lage, Ladungswechselorgane rechnerisch auszulegen und zu bewerten.</li> <li>• Die Studenten kennen die wichtigsten Bauformen und Funktionsprinzipien der Aufladung und können die jeweiligen Vor- und Nachteile kritisch vergleichen.</li> <li>• Die Studenten können die Leistungssteigerung durch Aufladung berechnen.</li> <li>• Die Studenten kennen die wichtigsten Mechanismen der Entstehung von Schadstoffen und können verschiedene Massnahmen zur Reduzierung der Emissionen von Ottound Dieselmotoren nennen.</li> <li>• Die Studenten kennen die grundlegenden Funktionen und Modelle der Motorsteuerung sowie die zugehörigen Sensoren und Aktuatoren.</li> <li>• Die Studenten sind in der Lage, Massnahmen zur Abgasnachbehandlung rechnerisch auszulegen und zu bewerten.</li> <li>• Die Studenten kennen die verschiedenen Verfahren der Gemischbildung für Otto- und Dieselmotoren und deren Einfluss auf den Motorprozess.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten sind in der Lage, Problemstellungen zu analysieren und selbständig geeignete Lösungswege zu erarbeiten.</li> </ul> |                   |              |         |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgase:</li> <li>• Abgasbeeinflussung beim Ottomotor</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgase:</li> <li>• Abgasbeeinflussung beim Ottomotor</li> <li>• Abgasbeeinflussung beim Dieselmotor</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgase:</li> <li>• Abgasbeeinflussung beim Dieselmotor</li> <li>• Gemischbildung und Motormanagement:</li> <li>• Motormanagement beim Ottomotor</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemischbildung und Motormanagement:</li> <li>• Motormanagement beim Dieselmotor</li> <li>• Gemischbildung beim konventionellen Ottomotor</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemischbildung und Motormanagement:</li> <li>• Gemischbildung beim DI-Ottomotor</li> <li>• Gemischbildung beim Dieselmotor</li> </ul> <p>16 (Optional, nichtprüfungsrelevant)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motorakustik:</li> <li>• Geräusch- und Schwingungswahrnehmung</li> <li>• Motor- und Getriebegeräuschverhalten</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Turbomaschinen</li> <li>• Verbrennungskraftmaschinen I</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Verbrennungskraftmaschinen II [MSALLGMB-2416.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Verbrennungskraftmaschinen II [MSALLGMB-2416.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Verbrennungskraftmaschinen II [MSALLGMB-2416.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Numerische Simulation in der Oberflächentechnik II [MSALLGMB-2420]**

| <b>MODUL TITEL: Numerische Simulation in der Oberflächentechnik II</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einstieg für Hörer ohne "Numerische Simulation in der Oberflächentechnik I"</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Randwertverfahren (BEM)</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendungen von BEM auf Korrosion, Seewasserkorrosion in der Offshoretechnik</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Spezielle Softwarekomponenten, Prä- und Postprozessoren, Vernetzungsmodule</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Finite-Elemente-Verfahren in der Anwendung, Aufbau von FEM-Programmen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zelluläre Automaten</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendung von zellulären Automaten bei der Simulation von Gefügestrukturen und Diffusion</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Neuronale Netze</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Training neuronaler Netze</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendung von neuronalen Netzen in der Parameteroptimierung von Beschichtungsprozessen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Neuere Anwendungen und aktuelle Trends</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfungskolloquium</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen und Begriffe aus der Systemanalyse.</li> <li>Sie kennen das simulationstechnische Grundkonzept und können dieses auf Probleme der Oberflächentechnik bei Beschichtungs- und Beanspruchungsprozessen anwenden.</li> <li>Die Studierenden kennen die Grundlagen der Randwertverfahren (BEM)</li> <li>Sie kennen Anwendungsschwerpunkte, Anwendungsgrenzen und Anwendungsbeispiele für diese Verfahren in der Oberflächentechnik.</li> <li>Sie kennen und verstehen Grundlagen und Grundprinzipien von zellulären Automaten und Neuronalen Netzen.</li> <li>Sie kennen Anwendungsschwerpunkte, Anwendungsgrenzen und Anwendungsbeispiele für diese Verfahren in der Oberflächentechnik.</li> <li>Sie können unter Anwendung physikalischer Grundlagen und experimentellem Datenmaterial numerische Simulationen für oberflächentechnische Problemstellungen auf der Basis dieser Verfahren erstellen.</li> <li>Sie können diese Modelle entweder mit Standardsoftware lösen oder Vorschläge für andere Lösungsmethoden detailliert erarbeiten.</li> <li>Die Studierenden beurteilen verschiedene vorgestellte Modelle im Hinblick auf zu erwartende Praxisrelevanz.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden werden durch die Übungen befähigt, Problemstellungen zu analysieren, zu modellieren und unter Benutzung der Modelle Lösungsvorschläge zu erarbeiten (Methodenkompetenz).</li> <li>Die Arbeit in den Übungen erfolgt in Kleingruppen. Hierdurch werden kollektive Lernprozesse aktiviert, an denen die Studierenden teilhaben (Stoffverarbeitung durch Teamarbeit).</li> <li>Die kommunikativen Fähigkeiten der Studierenden werden dadurch verbessert, daß im Rahmen der Übungen komplexe Sachverhalte auf hoher Abstraktionsebene formuliert werden.</li> <li>Gleichzeitig wird hierdurch strukturiertes Denken sowie die Fähigkeit der Präsentation komplexer Sachverhalte verbessert.</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen  |                         | Benotung                  |     |  |
|--|-------------------------|---------------------------|-----|--|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmierkenntnisse, Kenntnis einer Programmiersprache</li> <li>• Numerische Simulation in der Oberflächentechnik I</li> </ul> |                         | Eine schriftliche Prüfung |     |  |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN  |                         |                           |     |  |
| Titel  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP                        | SWS |  |
| Prüfung Numerische Simulation in der Oberflächentechnik II [MSALLGMB-2420.a]   |                         | 6                         | 0   |  |
| Vorlesung Numerische Simulation in der Oberflächentechnik II [MSALLGMB-2420.b]   |                         | 0                         | 2   |  |
| Übung Numerische Simulation in der Oberflächentechnik II [MSALLGMB-2420.c]   |                         | 0                         | 2   |  |

**Modul: Faserverbundwerkstoffe I [MSALLGMB-2501]**

| <b>MODUL TITEL: Faserverbundwerkstoffe I</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführungsvorlesung</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffe I</li> <li>• Fasern</li> <li>• Textile Verstärkungshalbzeuge</li> <li>• Matrixwerkstoffe</li> <li>• Halbzeuge aus Faser und Matrix</li> <li>• Eigenschaften des Verbundes aus Faser und Matrix</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigung I</li> <li>• Fertigungsverfahren in der Konstruktionsphase</li> <li>• Vorstellung der Fertigungsverfahren</li> <li>• Kriterien zur Auswahl eines Fertigungsverfahrens</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionieren I</li> <li>• Rechenmodelle für die strukturelle Auslegung</li> <li>• Grundlagen der strukturellen Behandlung dünnwandiger Lam.</li> <li>• Eigenschaften der UD-Faserschicht</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionieren II</li> <li>• Elastizitätsgesetz des dünnwandigen Mehrschichtverbundes - KLT</li> <li>• Spannungen in den Einzelschichten</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionieren III</li> <li>• Festigkeitsanalyse</li> <li>• Temperaturdehnung und Quellung durch Feuchtaufnahme</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion I</li> <li>• Krafterleitungs- und Kraftüberleitungstechniken bei Strukturen aus FVW</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mineralguss, Faser-Werkstoffe</li> <li>• Matrixwerkstoff</li> <li>• Matrix und Fasern</li> <li>• Dimensionierung</li> <li>• Textilbewehrter Beton</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungen I</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben eine institutsübergreifende Kenntnis der Faserverbundwerkstoffe</li> <li>• Sie haben einen Überblick vom Materialeinsatz im Rahmen der Faserverbundwerkstoffe</li> <li>• Sie kennen die Anwendungsmöglichkeiten der Materialien.</li> <li>• Sie wissen um das Potenzial und die Grenzen der Faserverbundwerkstoffe</li> <li>• Sie kennen die zugrunde liegenden Fertigungsverfahren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interdisziplinäre Praxis</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über geschichtliche Entwicklung FVW in der Luftfahrt</li> <li>• Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Luftfahrt</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungen II</li> <li>• FVW Einsatz im Kraftfahrzeug</li> <li>• Gewichtsreduktion in KFZ</li> <li>• Mechanische Eigenschaften / Versagensverhalten FVW</li> <li>• Struktur- und Karosserieteile</li> <li>• Tragende Anbauteile</li> <li>• Nichttragende Außenhautteile</li> <li>• Tragende Karosseriekonzepte</li> <li>• Funktionsteile Fahrwerk</li> <li>• Antriebswellen</li> <li>• Federn / Lenker</li> <li>• Felgen</li> <li>• Recycling von Kunststoffen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfverfahren, Qualitätssicherung, Bearbeitung I</li> <li>• Qualitätssicherung von FVK-Bauteilen</li> <li>• Prüfaufgaben</li> <li>• Prüfverfahren (Zerstörende und Zerstörungsfreie Prüfverfahren)</li> <li>• Inline-Messsysteme (Qualitätsregelkreise)</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparatur, Instandhaltung, Recycling</li> <li>• Schädigungsformen und ihre Auswirkungen</li> <li>• Standardisierte Reparaturverfahren</li> <li>• Sonderverfahren</li> <li>• Recycling von Faserverbundbauteilen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
|   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Faserverbundwerkstoffe I [MSALLGMB-2501.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Faserverbundwerkstoffe I [MSALLGMB-2501.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Faserverbundwerkstoffe I [MSALLGMB-2501.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Korrosion und Korrosionsschutz [MSALLGMB-2505]**

| <b>MODUL TITEL: Korrosion und Korrosionsschutz</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Korrosion und Korrosionsschutz</li> <li>• Einstieg in Korrosion: Definition, Schadensbilanzen, Abgrenzung zum Verschleiß</li> <li>• Korrosionstypen/-vielfalt: ebene, Kontakt-, Spalt-, selektive, interkristalline, SpRK, SchwRK, Erosions- Reib-, Kavitations-Korrosion; Tribo-Oxidation, Tropfenschlag, HTK</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Korrosion I</li> <li>• Grundlagen der elektrochemischen Korrosion</li> <li>• Thermodynamik von Reaktionen in wäßrigen Lösungen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Korrosion II</li> <li>• Elektrochemische Spannungsreihe</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Korrosion III</li> <li>• Korrosion in sauren Lösungen, Sauerstoffkorrosion, Kontaktkorrosion</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formen der elektrochemischen Korrosion</li> <li>• Kontaktkorrosion, Edelmetalle, atmosphärische Korrosion</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formen der elektrochemischen Korrosion</li> <li>• Selektive Korrosion, Spaltkorrosion</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosionsverhalten bei NE-Metallen; Aluminium und Legierungen andere NE-Metalle</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion in tribologischen Systemen</li> <li>• Erosionskorrosion, Kavitationskorrosion</li> <li>• Reibkorrosion, Tribo-Oxidation mit Beispielen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochtemperaturkorrosion: Hochtemperaturkorrosion in heißen Gasen</li> <li>• Thermodynamik, Kinetik</li> <li>• Oxidation, Sulfidierung, Aufkohlung</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metallphysikalische Korrosion</li> <li>• Bodenkorrosion</li> <li>• Streustromkorrosion</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosionsprüfmethoden</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen alle Grundlagen zu den chemischen und physikalischen Mechanismen der Korrosion</li> <li>• Die Studierenden kennen alle wichtigen Formen der Korrosion und die Auswirkungen auf den Werkstoff und die Werkstoffoberfläche</li> <li>• Die Studierenden kennen die Prüfmethode, um Korrosion und Korrosionsschäden zu untersuchen und die Ursachen dafür zu bestimmen</li> <li>• Den Studierenden sind die passiven und aktiven Korrosionsschutzmethoden bekannt und ihre Anwendung im Maschinenbau</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungen befähigt, Problemstellung in Zusammenhang der Korrosion und des Korrosionsschutzes zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und diese zu bewerten. (Methodenkompetenz)</li> <li>• Die Übungen werden in kleinen Gruppen durchgeführt, damit erhält jeder Studierende entsprechende Betreuung und kann so selbstständig und unter Anleitung Lösungsansätze erarbeiten (Teamarbeit)</li> <li>• Die erarbeiteten Ergebnisse werden nach jeder Übung entsprechend reflektiert und in der Kleingruppe diskutiert. Dadurch kann der Studierende entsprechende Kompetenz in der Präsentation der erarbeiteten Ergebnisse erlangen (Präsentation)</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosionsschutz</li> <li>• Korrosionsschutzmethoden</li> <li>• Aktiver Korrosionsschutz</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosionsschutz: Passiver Korrosionsschutz</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generalwiederholung (Pufferstunde)</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffkunde</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Korrosion und Korrosionsschutz [MSALLGMB-2505.a]  |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Korrosion und Korrosionsschutz [MSALLGMB-2505.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Korrosion und Korrosionsschutz [MSALLGMB-2505.c]  |                                | 0         | 2          |

**Modul: Grundlagen und Verfahren der Löttechnik [MSALLGMB-2506]**

| <b>MODUL TITEL: Grundlagen und Verfahren der Löttechnik</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Grundlagen des Lötens</li> <li>• Einordnung in die Gruppe der Fügeverfahren</li> <li>• Physikalische Grundlagen des Verfahrens</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsgerechte Lotauswahl und Loteigenschaften</li> <li>• Übersicht über mögliche Lotwerkstoffe</li> <li>• Einfluss der Lotwerkstoffe auf die Eigenschaften der gefügten Teile</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lötatmosphären und Lötanlagen</li> <li>• Anwendungs- und Bauteilbezogene Auswahl geeigneter Lötverfahren</li> <li>• Übersicht über die häufigst eingesetzten Lötanlagen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lötgerechte Konstruktion</li> <li>• Anforderung an die lötgerechte Konstruktion</li> <li>• Gestaltung von Lötverbindungen</li> <li>• Lotapplikation</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung von gelöteten Verbindungen</li> <li>• Vorstellung verschiedener zerstörungsfreie und zerstörende Prüfverfahren für gelötete Verbindungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten von Aluminiumwerkstoffen</li> <li>• Vorstellung der Herausforderungen beim Loten von Aluminiumwerkstoffen</li> <li>• Vorstellung unterschiedlicher Vorbehandlungsmethoden</li> <li>• Vorstellung verschiedener Lötverfahren</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten von Titanwerkstoffen</li> <li>• Überblick über die verschiedenen Titanwerkstoffe</li> <li>• Vorstellung kommerziell erhältlicher Lotwerkstoffe</li> <li>• Neue Entwicklungen aus dem Bereich des Titanlötens</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten von Stählen</li> <li>• Lötverfahren zum Löten von nicht rostenden Stählen</li> <li>• Vorstellung verschiedener Lotsysteme zum Fügen von Stahl</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auftraglöten von verschleißfesten Oberflächen</li> <li>• Tribologische Grundlagen, was ist Verschleiß, wie entsteht er</li> <li>• Messmethoden zur Verschleißmessung</li> <li>• Vorstellung der unterschiedlichen Auftraglötverfahren</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die aktuellen Entwicklungen im Bereich der Löttechnologie.</li> <li>• Sie können die verschiedenen Lötverfahren zueinander abgrenzen und die jeweiligen Einsatzgebiete dieser Verfahren benennen.</li> <li>• Die Studierenden können entsprechend den Anforderungen an zu fügende Bauteile, die entsprechenden Verfahren auswählen und Prüfmethode auswählen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die entsprechenden Gestaltungsgrundsätze von lötgerechten Konstruktionen. Damit können sie bewerten, ob Konstruktionen lötgerecht sind, oder wie entsprechend modifiziert werden können.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedenste Verfahren zum Löten von Sonderwerkstoffen, wie Titan, Aluminium oder Hartmetall, und können diese bewerten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden über die Übungen befähigt, Problemstellung in Zusammenhang des Lötens zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und diese zu bewerten. (Methodenkompetenz)</li> <li>• Die Übungen werden in kleinen Gruppen durchgeführt, damit erhält jeder Studierende entsprechende Betreuung und kann so selbstständig und unter Anleitung Lösungsansätze erarbeiten (Teamarbeit)</li> <li>• Die erarbeiteten Ergebnisse werden nach jeder Übung entsprechend reflektiert und in der Kleingruppe diskutiert. Dadurch kann der Studierende entsprechende Kompetenz in der Präsentation der erarbeiteten Ergebnisse erlangen (Präsentation)</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparatur- und Breitspaltlöten</li> <li>• Grundlagen des Reparaturlötens</li> <li>• Grundlagen des Breitspaltlötens</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten von Keramiken</li> <li>• Fügen von metallisierten Keramiken</li> <li>• Fügen von Keramiken, welche vorher nicht metallisiert worden sind</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten von Hartmetallen</li> <li>• Hartmetallherstellung, Besonderheiten</li> <li>• Verfahren zum Löten von Hartmetallen</li> <li>• Anwendungsbeispiele von gelöteten Hartmetallwerkzeugen</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Weichlötens</li> <li>• Einsatzgebiete des Weichlötens</li> <li>• Vorstellung verschiedener Lötverfahren</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten in der Mikrosystemtechnik</li> <li>• Entwicklung von angepassten Lotsystemen für die Anforderungen der Mikrosystemtechnik</li> <li>• Einsatzbeispiele von gelöteten Mikrosystemen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
|   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Grundlagen und Verfahren der Löttechnik [MSALLGMB-2506.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Grundlagen und Verfahren der Löttechnik [MSALLGMB-2506.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Grundlagen und Verfahren der Löttechnik [MSALLGMB-2506.c]   |                                | 0         | 2          |

## Modul: Tribologie [MSALLGMB-2508]

| MODUL TITEL: Tribologie  |       |              |  |                   |              |         |
|--|-------|--------------|--|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN   |       |              |  |                   |              |         |
| Fachsemester   | Dauer | Kreditpunkte | SWS  | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2  | 1     | 6            | 4  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN  |       |              |  |                   |              |         |
| Inhalt   |       |              | Lernziele  |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlage der Tribologie: Das Tribosystem und seine Analyse; Verschleiß und Reibung und ihre Prüfverfahren, sinnvolle Ersatzsysteme</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wechselwirkung zwischen Grund- und Gegenkörper: Kontaktvorgänge und -geometrien, Werkstoffanstrengung, Hertz'sche Kontaktmechanik</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wechselwirkung zwischen Grund- und Gegenkörper: Reibungsvorgänge und ihr Einfluss, Verschleißvorgänge und Möglichkeiten zur Verschleißminimierung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften von Grund- und Gegenkörper: Tribowerkstoffe und die Analyse von technischen Oberflächen auf ihre Rauheit, Härte- und Prüfverfahren sowie Beschichtungsarten und -verfahren und ihre technische Anwendung, Systemmethodik und Anwendungsbeispiele zur Werkstoffauswahl</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften des Zwischenmediums: Grundsätzliche Eigenschaften, Abhängigkeiten und Messverfahren der Viskosität, sowie Klassifikation, Eigenschaften und Anwendungsbereiche unterschiedlicher Schmierstoffe (Öle, Fette und Feststoffe)</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Hydro- und Elastohydrodynamik: Strömungsmechanische Grundbegriffe und Herleitung der Navier- Stokes- und Reynoldsgleichungen, Kontinuitätsgleichung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Hydro- und Elastohydrodynamik: Anwendung der Hydrodynamikgleichungen zur Berechnung von Lagern, Grundlagen der Elastohydrodynamik</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tribosystem Gleitlager: Funktionsweise und Berechnung hydrodynamischer Axial- und Radialgleitlager sowie auftretende Schadensformen und Auswahl geeigneter Schmierstoffe</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tribosystem Gleitlager: Funktionsweise und Berechnung hydrostatischer Axial- und Radialgleitlager sowie auftretende Schadensformen und Auswahl geeigneter Schmierstoffe</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tribosystem Zahnräder: Schmier- und Werkstoffe für Zahnräder sowie deren Einfluss und Anwendung, Anwendung der EHD-Theorie bei Zahnradpaarungen</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, selbständig Tribosysteme innerhalb von technischen Systemen zu erkennen und diese systematisch zu analysieren</li> <li>Sie können in der Theorie verschiedene geeignete Mess- und Prüfverfahren zur Verschleißanalyse bei Gleitlagern, Wälzlagern und Zahnradstufen auswählen und anwenden</li> <li>Sie können die gewonnenen Erkenntnisse über das Tribosystem beurteilen und aus einem umfangreichen Maßnahmenkatalog geeignete Verbesserungsmaßnahmen bestimmen</li> <li>Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Theorien der Hydrodynamik und der elastischen Werkstoffverformung</li> <li>Sie können die erlernten und verinnerlichteten Ansätze zur Berechnung und Analyse tribologischer Sachverhalte sinnvoll einsetzen</li> <li>Alle Theorien und Sachverhalte werden anhand von praxisnahen Beispielen aus dem gesamten Bereich der Antriebstechnik und des Maschinenbaus erklärt und in Übungen noch einmal vorgerechnet und erläutert</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                   |              |         |

|  |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tribosystem Zahnräder: Schadensfälle und -formen bei Zahnrädern sowie geeignete Prüfverfahren zur Analyse von Zahnradpaarungen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tribosystem Wälzlager: Aufbau, Werkstoffe, Reibungsvorgänge und Schmierung von Wälzlagern, Wälzlagerschäden und Prüfverfahren zur Analyse von Wälzlagern</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tribosystem Dichtungen: Bauformen, Besonderheiten und Anwendungsgebiete unterschiedlicher Dichtungen und Dichtungswerkstoffe</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinenelemente</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Höhere Mathematik</li> <li>• Werkstoffkunde</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |                                |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Tribologie [MSALLGMB-2508.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Tribologie [MSALLGMB-2508.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Tribologie [MSALLGMB-2508.c]   |                                | 0         | 2          |

## Modul: Grundlagen der Fluidtechnik [MSALLGMB-2601]

| MODUL TITEL: Grundlagen der Fluidtechnik  |       |              |   |                   |              |         |
|---|-------|--------------|---|-------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN  |       |              |   |                   |              |         |
| Fachsemester  | Dauer | Kreditpunkte | SWS   | Häufigkeit        | Turnus Start | Sprache |
| 2   | 1     | 6            | 4   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN   |       |              |   |                   |              |         |
| Inhalt  |       |              | Lernziele   |                   |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Hydraulik</li> <li>Einsatzgebiete, Vor und Nachteile der Hydraulik, Hydrostatik, Anwendung physikalischer Zusammenhänge</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Hydraulik</li> <li>Hydrodynamik, Strömungsmechanische Grundlagen, Energie- und Verlustbetrachtung in hydraulischen Anlagen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Hydraulik</li> <li>Hydraulische Netzwerke, Beschreibung und Berechnung von instationären Zuständen hydraulischer Systeme mit Hilfe von Differentialgleichungen</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hydraulische Komponenten - Fluide</li> <li>Aufgaben und Eigenschaften von Druckflüssigkeiten, Flüssigkeiten für speziellen Anforderungen, Additivierung, Entstehung von Kavitation</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hydraulische Komponenten - Pumpen und Motoren</li> <li>Bauarten und Funktionsweise verschiedener Pumpen- und Motorentypen, grundlegende Berechnungen zur Auswahl von geeigneten Komponenten</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hydraulische Komponenten - Ventile</li> <li>Unterscheidung verschiedener Bauarten und Funktionen von Ventilen, einfache Berechnungen zur Dimensionierung</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hydraulische Komponenten - Sonstige</li> <li>Funktionsweise und Berechnung von Volumenstromregelventilen, Behälter, Druckspeicher, Filter, Dichtungen, Sensoren und Messtechnik</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hydraulische Schaltungen - Hydrostatisches Getriebe</li> <li>Aufbau von hydrost. Getrieben und Berechnung von Verlusten und Wirkungsgraden</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hydraulische Schaltungen - Regelung und Speicher</li> <li>Regelungsarten in der Hydraulik, Erstellung von Schaltplänen zur Regelung, Berechnung von hydraulischen Speichern</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Pneumatik</li> <li>Durchfluss durch pneumatische Widerstände, Thermodynamische Grundlagen der Pneumatik, Berechnung der</li> </ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Den Studierenden wird in der Veranstaltung "Grundlagen der Fluidtechnik" im ersten Teil das Gebiet der Hydraulik und im zweiten Teil das Gebiet der Pneumatik vorgestellt.</li> <li>Durch die aktive Teilnahme an Vorlesung und Übung sind sie in der Lage, die Funktionsweise fluidtechnischer Systeme zu verstehen und sie mit elektrischen, elektro-mechanischen oder mechanischen Antrieben zu vergleichen.</li> <li>Sie kennen die Vor- und Nachteile sowie typische Einsatzgebiete der Fluidtechnik und können hydraulischen und pneumatischen Komponenten die jeweilige Funktion zuordnen.</li> <li>Die Grundlagen der Hydrostatik und Hydrodynamik werden soweit behandelt, dass Durchflussbeziehungen, Strömungskräfte, Induktivitäten und Kapazitäten sowie das Übertragungsverhalten von Rohrleitungen berechnet werden können.</li> <li>In der Pneumatik werden die theoretischen Grundlagen soweit behandelt, dass Fragestellungen zu Durchflussbeziehungen für verschiedene Widerstandsarten und Druckverluste in Rohrleitungen geklärt werden können.</li> <li>Die Studierenden sind fähig, für einfache Anwendungsfälle Bauteile zu berechnen, auszulegen und im Schaltplan anzuordnen.</li> <li>Sie können Fluide anhand ihrer Eigenschaften und Einsatzgebiete benennen und unterscheiden.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                   |              |         |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <p>Verfahrbewegung pneumatischer Zylinderantriebe, Geschwindigkeitssteuerung am Pneumatikzylinder</p> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchfluss in der Pneumatik</li> <li>• Durchfluss durch Pneumatikventile, Funktionsweise pneumatischer Schaltungen</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druckluftherzeugung, Antriebe</li> <li>• Beschreibung und Funktionsweise unterschiedlicher Verdichterbauformen, Verdichterregelungen, Begriff der technischen Arbeit am Beispiel des Kompressors</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung, Vertiefung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausurvorbereitung</li> </ul> <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausweichtermin</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Strömungsmechanik</li> </ul>  | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Grundlagen der Fluidtechnik [MSALLGMB-2601.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Grundlagen der Fluidtechnik [MSALLGMB-2601.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Grundlagen der Fluidtechnik [MSALLGMB-2601.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Fluidtechnik für mobile Anwendungen [MSALLGMB-2603]**

| <b>MODUL TITEL: Fluidtechnik für mobile Anwendungen</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2   | 1            | 5                   | 4   | jedes 2. Semester | WS 2010/2011        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>   |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Fluidtechnik für mobile Anwendungen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Hydraulik</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tribologie und Druckflüssigkeiten</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenksysteme im Kraftfahrzeug</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrostatische Lenksysteme</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bremssysteme im Kraftfahrzeug</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrostatische Fahrtriebe</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidtechnische Federsysteme im Kraftfahrzeug</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwingungsdämpfung im Kraftfahrzeug</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieversorgung</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitshydraulik</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktive Fahrwerkselemente</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidtechnik im Antriebsstrang</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen ein breites Feld fluidtechnischer Systeme im Bereich der Kraftfahrzeuge und mobilen Arbeitsmaschinen</li> <li>• Sie sind in der Lage, die Grundlagen der Fluidtechnik selbständig anzuwenden, flu-idtechnische Komponenten und Grundprinzipien zu erkennen sowie hydraulische und pneumatische Schaltpläne zu verstehen</li> <li>• Sie verstehen die fahrzeugtechnischen Hintergründe und Randbedingungen für die Umsetzung und Auslegung pneumatischer und hydraulischer Systeme im Kraftfahrzeug</li> <li>• Sie können Funktion und Wirkungsweise ausgewählter Systeme erklären, berechnen und theoretisch auslegen</li> </ul> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>  |              |                     | <b>Benotung</b>   |                   |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugtechnik I, II</li> <li>• Grundlagen der Fluidtechnik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Maschinengestaltung</li> </ul>   |              |                     |   |                   |                     |                |

| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |                                |           |            |
|--|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Fluidtechnik für mobile Anwendungen [MSALLGMB-2603.a]  |                                | 5         | 0          |
| Vorlesung Fluidtechnik für mobile Anwendung [MSALLGMB-2603.b]  |                                | 0         | 2          |
| Übung Fluidtechnik für mobile Anwendungen [MSALLGMB-2603.c]    |                                | 0         | 2          |

**Modul: Konstruktion fluidtechnischer Maschinen und Geräte [MSALLGMB-2605]**

| <b>MODUL TITEL: Konstruktion fluidtechnischer Maschinen und Geräte</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>  | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2  | 1            | 3                   | 2   | jedes 2. Semester              | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>  |                                |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktionsweise von Axialkolbenmaschinen</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tribokontakte in Axialkolbenmaschinen</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Mobilhydraulik</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsweise von Ventilen</li> <li>• Verschaltungen von Ventilen in verschiedenen mobilhydraulischen Anwendungen</li> </ul> <p>Sonstiges:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Vorlesung findet in vier Blockveranstaltungen statt</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermittlung des konstruktiven Aufbaus von hydrostatischen Verdrängereinheiten</li> <li>• Berechnung der resultierenden Kräfte in Axialkolbenmaschinen</li> <li>• Auslegung und Berechnung von hydrostatischen Entlastungsfeldern</li> <li>• Analyse der tribologischen Systeme in Axialkolbenmaschinen</li> <li>• Vermittlung der unterschiedlichen Verschleißarten</li> <li>• Interpretation von Verschleißbildern an Pumpenkomponenten</li> <li>• Vermittlung des konstruktiven Aufbaus von hydraulischen Ventilen</li> <li>• Überblick über Einsatz- und Verschaltungsmöglichkeiten von Ventilen in mobilhydraulischen Anwendungen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einblick in die betriebsorganisatorische Ausrichtung eines großen Industrieunternehmens</li> <li>• Einblick in eine Produktionsstätte zur Herstellung von Axialkolbenmaschinen</li> </ul> |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>   |                                |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Fluidtechnik</li> </ul>  |              |                     | Eine schriftliche Prüfung   |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |              |                     |   |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Konstruktion fluidtechnischer Maschinen und Geräte [MSALLGMB-2605.a]   |              |                     |   |                                | 3                   | 0              |
| Vorlesung Konstruktion fluidtechnischer Maschinen und Geräte [MSALLGMB-2605.b]   |              |                     |   |                                | 0                   | 1              |
| Übung Konstruktion fluidtechnischer Maschinen und Geräte [MSALLGMB-2605.c]   |              |                     |   |                                | 0                   | 1              |

**Modul: Mechatronische Systeme II [MSALLGMB-3137]**

| <b>MODUL TITEL: Mechatronische Systeme II</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 4                   | 3  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verallgemeinerte Vierpol-Theorie I</li> <li>• Analogien: mech., elektr., chem. und therm. Systeme</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verallgemeinerte Vierpol-Theorie II</li> <li>• generalisierte Ströme und Potentiale</li> <li>• Knoten- und Maschenanalyse</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation dynamischer Systeme I</li> <li>• grafische Methoden zur Identifikation</li> <li>• Bode Diagramm und Sprungantwort</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation dynamischer Systeme II</li> <li>• numerische Methoden im Zeitbereich: Prozeßmodelle</li> <li>• Methode der kleinsten Quadrate (LS, RLS, TLS)</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation dynamischer Systeme III</li> <li>• Frequenzganzmessung</li> <li>• Korrelationsanalyse</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation dynamischer Systeme IV</li> <li>• Anregungsfunktionen</li> <li>• Modellreduktion</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation dynamischer Systeme V</li> <li>• Beispiele in Matlab/SIMULINK</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung periodischer Vorgänge I</li> <li>• FFT / DFT / STFT</li> <li>• Wavelets</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung periodischer Vorgänge II</li> <li>• explizite Spektralschätzung (ARMA-Schätzung)</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlerdiagnose I: Methoden zur Merkmalsextraktion</li> <li>• Parameterschätz-Verfahren</li> <li>• Zustandsschätzverfahren und Parity-Space-Methode</li> <li>• Signal-basierte Verfahren</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlerdiagnose II: Methoden zur Diagnose</li> <li>• datenbasierte Systeme (Bayes, Polynom, Nearest Neighbor, KNN)</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind fähig, die wichtigsten Theorien zur theoretischen Modellbildung dynamischer Systeme zu erklären</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, die wichtigsten Theorien zur experimentellen Modellbildung (Identifikation) dynamischer Systeme zu erklären</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, in Analogien zu denken und die grundlegenden Gemeinsamkeiten zwischen elektrischen, mechanischen, hydraulischen, pneumatischen, thermischen und medizinischen Systemen zu benennen</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, durch Analyse der Teilkomponenten integrierte mechatronische Systeme einheitlich zu beschreiben</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind fähig, das CAE Tool Matlab/SIMULINK zur Modellierung und Identifikation und zur Lösung regelungstechnischer Probleme einzusetzen</li> </ul> |                   |                     |                |

|  |  |           |            |
|--|--|-----------|------------|
| <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlerdiagnose III: Methoden zur Diagnose</li> <li>• wissensbasierte Systeme (Expertensysteme, Fuzzy-Logik)</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung statischer nichtlinearer Systeme</li> <li>• Kennlinie, Kennfelder</li> <li>• Hysterese, Lose und Begrenzung</li> </ul> <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung dynamischer nichtlinearer Systeme</li> <li>• Wiener/ Hammerstein/ Volterra - Ansätze</li> <li>• lokale lineare Netze (LoLiMoT)</li> <li>• Neuro- und Fuzzy Systeme</li> </ul> |  |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <b>Benotung</b>  |           |            |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechatronische Systeme I</li> <li>• Einführende Vorlesung in Regelungstechnik/Systemtheorie</li> </ul>   | Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung. |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>   |  |           |            |
| <b>Titel</b>   | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>                         | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Mechatronische Systeme II [MSALLGMB-3137.a]  |  | 4         | 0          |
| Vorlesung Mechatronische Systeme II [MSALLGMB-3137.b]  |  | 0         | 2          |
| Übung Mechatronische Systeme II [MSALLGMB-3137.c]  |  | 0         | 1          |

**Modul: Biomedizinische Technik II [MSALLGMB-3208]**

|  |              |                     |                  |                                |                     |                |
|--|--------------|---------------------|------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>MODUL TITEL: Biomedizinische Technik II</b>                 |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                      |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>       | <b>Häufigkeit</b>              | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 3                   | 2                | jedes 2. Semester              | SS 2011             |                |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                     |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b> |                                |                     |                |
|  |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>   |              |                     | <b>Benotung</b>  |                                |                     |                |
|  |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b> |              |                     |                  |                                |                     |                |
| <b>Titel</b>   |              |                     |                  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>     |
| Prüfung Biomedizinische Technik II [MSALLGMB-3208.a]           |              |                     |                  |                                | 3                   | 0              |
| Vorlesung Biomedizinische Technik II [MSALLGMB-3208.b]         |              |                     |                  |                                | 0                   | 2              |

**Modul: Faserverbundwerkstoffe II [MSALLGMB-3502]**

| <b>MODUL TITEL: Faserverbundwerkstoffe II</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
|--|--------------|---------------------|--|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>  |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>  | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1  | 1            | 6                   | 4  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>   |              |                     |  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>  |              |                     | <b>Lernziele</b>   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffe II</li> <li>• Faserstoffe für Faserverbundwerkstoffe</li> <li>• Herstellungsverfahren textiler Halbzeuge</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionieren IV (Reimerdes)</li> <li>• Stabilitätsverhalten dünnwandiger Flächentragwerke aus FVW</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion II (Reimerdes)</li> <li>• Konstruktive Gestaltung dünnwandiger Flächentragwerke zur Verbesserung des Stabilitätsverhaltens</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung III (Brecher)</li> <li>• Beanspruchungen wichtiger Funktionselemente spanender Werkzeugmaschinen</li> <li>• Anforderungen an Konstruktionswerkstoffe im Werkzeugmaschinenbau</li> <li>• Werkstoffeigenschaften der Faserverbundkunststoffe</li> <li>• Einsatzbereiche der Faserbundwerkstoffe</li> <li>• Einsatzbeispiele von FVK-Komponenten in Produktionsmaschinen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigung II - Fertigungsverfahren für Faserverbundwerkstoffe II</li> <li>• Prepreg-Verarbeitung</li> <li>• Resin Transfer Moulding Verfahren</li> <li>• Schlauchblasverfahren</li> <li>• Wickelverfahren</li> <li>• Umformen thermoplastischer Prepregs</li> <li>• Pultrusion</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinentechnologie</li> <li>• Verarbeitungsmaschinen für Faserverbundkunststoffe</li> <li>• Bearbeitungsmaschinen für Faserverbundkunststoffe</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bearbeitung II</li> <li>• Bearbeitung ausgehärteter Lamine mittels Strahlverfahren</li> <li>• Bearbeitung ausgehärteter Lamine mittels spanender Verfahren</li> <li>• Zerspanungsmodell</li> <li>• Staubemissionen</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffe II / Preforming</li> <li>• Direkte Herstellung konturierter Halbzeuge</li> <li>• Direktes und mehrstufiges Preforming</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben eine institutsübergreifende Kenntnis der Faserverbundkunststoffe</li> <li>• Sie haben einen Überblick vom Materialeinsatz im Rahmen der Faserverbundwerkstoffe</li> <li>• Sie kennen die Anwendungsmöglichkeiten der Materialien.</li> <li>• Sie wissen um das Potenzial und die Grenzen der Faserverbundwerkstoffe</li> <li>• Sie kennen die zugrunde liegenden Fertigungsverfahren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interdisziplinäre Praxis</li> </ul> |                   |                     |                |

|   |                                |           |            |
|---|--------------------------------|-----------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiterverarbeitung zu konfektionierten Verstärkungshalbzeugen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigung III - Pressen von langfaserverstärkten Kunststoffen</li> <li>• Industriell gefertigte Preßbauteile</li> <li>• Halbzeuge zur Verarbeitung im Preßverfahren</li> <li>• Maschinenteknik</li> <li>• Verarbeitungsprozeß</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation von Fertigungsverfahren</li> <li>• Grundlagen in der Prozesssimulation</li> <li>• Prozesssimulation und Computer Aided Engineering</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffe III</li> <li>• Herstellung von polymeren Werkstoffen</li> <li>• Herstellung von duroplastischen Verbundwerkstoffen</li> <li>• Herstellung von thermoplastischen Verbundwerkstoffen</li> </ul> |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>  | <b>Benotung</b>                |           |            |
|   | Eine schriftliche Prüfung      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>  |                                |           |            |
| <b>Titel</b>  | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Faserverbundwerkstoffe II [MSALLGMB-3502.a]   |                                | 6         | 0          |
| Vorlesung Faserverbundwerkstoffe II [MSALLGMB-3502.b]   |                                | 0         | 2          |
| Übung Faserverbundwerkstoffe II [MSALLGMB-3502.c]   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Masterarbeit [MSALLGMB-9999]**

| <b>MODUL TITEL: Masterarbeit</b> |              |                     |            |                   |                     |                |
|----------------------------------|--------------|---------------------|------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>        |              |                     |            |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>              | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b> | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 3                                | 1            | 30                  | 0          | jedes Semester    | SS 2012             |                |

**Anlage 2**  
**Studienverlaufsplan**

|   | Modulver-<br>antwortliche               | Dozenten                           | Modul   | $\Sigma$<br>LP | V         | Ü<br>/<br>L | $\Sigma$<br>SW<br>S | Sommer /<br>Winter |
|---|---|------------------------------------|---|----------------|-----------|-------------|---------------------|--------------------|
| <b>Übergreifender<br/>Pflichtbereich</b>                      |   |                                    | Technisch-<br>Naturwissenschaftliches Modul                                 | 18-<br>22      |           |             |                     | sw                 |
|   |   |                                    | Modul Allgemeiner Maschinen-<br>bau   | 13-<br>18      |           |             |                     | sw                 |
|   |   |                                    | Fächer aus bis zu zwei<br>Spezialisierungen                                 | 18-<br>29      |           |             |                     | sw                 |
|   |   |                                    | Exkursionen   | 0-2            |           |             |                     | sw                 |
|   |   |                                    | Masterarbeit  | 30             | 22 Wochen |             |                     | s                  |
| <b>Technisch-<br/>Naturwissen-<br/>schaftliches<br/>Modul</b> | Weichert                                | Weichert                           | Failure of Structures and Struc-<br>tural Elements                          | 4              | 2         | 0           | 2                   | s                  |
|   | Schmidt                                 | Schmidt                            | Nonlinear Structural Mechanics  | 5              | 2         | 1           | 3                   | s                  |
|   | Weichert                                | Weichert                           | Foundations of Numerical Me-<br>thods in Mechanical Engineer-<br>ing        | 4              | 2         | 0           | 2                   | w                  |
|   | Pfennig                                 | Pfennig                            | Thermodynamik der Gemische  | 4              | 2         | 1           | 3                   | w                  |
|   | Büchs                                   | Büchs                              | Bioprozesskinetik   | 6              | 2         | 1           | 3                   | w                  |
|   | Büchs                                   | Büchs                              | Bioreaktortechnik   | 3              | 2         | 1           | 3                   | s                  |
|   | Büchs                                   | Büchs                              | Reaktionstechnik  | 4              | 2         | 1           | 3                   | w                  |
|   | Melin                                   | Melin                              | Chemische Verfahrenstechnik   | 6              | 2         | 1           | 3                   | s                  |
|   | Olivier                                 | Olivier                            | Gasdynamik  | 6              | 2         | 2           | 4                   | s                  |
|   | Jeschke S.                              | Jeschke S.                         | Zuverlässigkeit von Software-<br>gesteuerten Komponenten im<br>Maschinenbau | 6              | 2         | 2           | 4                   | w                  |
|   | Jeschke S.                              | Jeschke S.                         | Agile Softwareentwicklung   | 5              | 2         | 2           | 4                   | s                  |
|   | Jeschke S.                              | Jeschke S.                         | Informationstechnologische<br>Netzwerke und Multimedia-<br>technik          | 5              | 2         | 2           | 4                   | w                  |
|   | Jeschke S.                              | Jeschke S. / Hart-<br>mann         | Arbeitssysteme und Arbeits-<br>prozesse                                     | 5              | 4         | 0           | 4                   | w                  |
|   | Jeschke S.                              | Jeschke S. /<br>Savelsberg         | Innovationsmanagement im<br>Güterfernverkehr                                | 5              | 2         | 2           | 4                   | w                  |
|   | Corves                                  | Corves                             | Dynamik der Mehrkörper-<br>systeme  | 6              | 2         | 2           | 4                   | s                  |
|   | Corves                                  | Corves                             | Bewegungstechnik  | 6              | 2         | 2           | 4                   | w                  |
|   | Corves                                  | Corves                             | Maschinendynamik starrer<br>Systeme   | 6              | 2         | 2           | 4                   | s                  |
|   | Itskov                                  | Itskov                             | Continuum Mechanics   | 6              | 2         | 2           | 4                   | s                  |
|   | Itskov                                  | Itskov                             | Foundations of Finite Element<br>Methods                                    | 5              | 2         | 2           | 4                   | w                  |
|   | Itskov                                  | Itskov                             | Tensor Algebra and Tensor<br>Analysis for Engineers I                       | 6              | 2         | 2           | 4                   | s                  |
|   | Itskov                                  | Itskov                             | Tensor Algebra and Tensor<br>Analysis for Engineers II                      | 6              | 2         | 2           | 4                   | w                  |
|   | Kneer                                   | Kneer                              | Wärme- und Stoffübertragung II  | 5              | 2         | 1           | 3                   | s                  |
|   | Kneer                                   | Kneer                              | Feuerungstechnik  | 3              | 1         | 1           | 2                   | w                  |
|   | Loosen                                  | Loosen                             | Computergestütztes Optik-<br>design   | 6              | 2         | 2           | 4                   | s                  |
|   | Bardow                                  | Bardow                             | Angewandte molekulare<br>Thermodynamik                                      | 4              | 2         | 1           | 3                   | w                  |
|   | Müller D. /<br>Allelein                 | Müller D. / Allelein               | Energiewirtschaft   | 4              | 2         | 1           | 3                   | s                  |
|   | Bardow                                  | Bardow                             | Energiesystemtechnik  | 5              | 2         | 1           | 3                   | w                  |
| Poprawe   | Poprawe /<br>Hengesbach /<br>Weitenberg | Laserstrahlquellen                 | 6   | 2              | 2         | 4           | w                   |                    |
| Sauer   | Sauer                                   | Computational Contact<br>Mechanics | 5   | 2              | 2         | 4           | w                   |                    |

|   | Modulver-<br>antwortliche   | Dozenten                                     | Modul  | $\Sigma$<br>LP | V | Ü<br>/<br>L | $\Sigma$<br>SW<br>S | Sommer /<br>Winter |
|---|---|--|--|----------------|---|-------------|---------------------|--------------------|
|   | Schröder  | Schröder                                     | Strömungsmechanik II   | 6              | 2 | 2           | 4                   | w                  |
|   | Schröder  | Schröder / Meinke                            | Numerische Strömungs-<br>mechanik I                                  | 4              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|   | Schröder  | Schröder / Meinke                            | Numerische Strömungs-<br>mechanik II                                 | 3              | 1 | 1           | 2                   | w                  |
|   | Schröder  | Schröder                                     | Strömungsmessverfahren I   | 3              | 2 | 0           | 2                   | s                  |
|   | Schröder  | Schröder                                     | Strömungsmessverfahren II  | 3              | 1 | 1           | 2                   | w                  |
|   | Schröder  | Schröder                                     | Fahrzeug- und Windradaero-<br>dynamik                                | 5              | 3 | 1           | 4                   | s                  |
|   | Schröder  | Schröder                                     | Strömungs- und Temperatur-<br>grenzschichten                         | 3              | 2 | 0           | 2                   | s                  |
| <b>Modul All-<br/>gemeiner<br/>Maschinenbau</b> | <b>Dieser Katalog enthält alle Pflichtfächer aller Masterstudiengänge<br/>der Fakultät für Maschinenwesen</b> |  |  | 13-<br>18      |   |             |                     | sw                 |
| <b>Spezialisierung<br/>Medizintechnik</b>       | Radermacher   | Radermacher                                  | Medizintechnik I   | 6              | 2 | 2           | 4                   | w                  |
|   | Radermacher   | Radermacher                                  | Medizintechnik II  | 6              | 2 | 2           | 4                   | s                  |
|   | Baumann   | Baumann                                      | Einführung in die Medizin I  | 3              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|   | Baumann   | Baumann                                      | Einführung in die Medizin II   | 3              | 2 | 1           | 3                   | w                  |
|   | Schmitz-Rode  | Schmitz-Rode                                 | Künstliche Organe I  | 3              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|   | Schmitz-Rode  | Schmitz-Rode                                 | Künstliche Organe II   | 3              | 2 | 1           | 3                   | w                  |
|   | Schmitz-Rode  | Schmitz-Rode                                 | Biomedizinische Technik I  | 3              | 2 | 0           | 2                   | w                  |
|   | Schmitz-Rode  | Schmitz-Rode                                 | Biomedizinische Technik II   | 3              | 2 | 0           | 2                   | s                  |
|   | Radermacher   | Radermacher                                  | Computerunterstützte<br>Chirurgietechnik                             | 6              | 2 | 2           | 4                   | s                  |
|   | Radermacher   | Radermacher                                  | Ergonomie und Sicherheit<br>von Medizinprodukten                     | 6              | 2 | 2           | 4                   | w                  |
|   | Radermacher   | Radermacher                                  | Grundlagen der Bio-<br>mechanik des Stütz- und<br>Bewegungsapparates | 6              | 2 | 2           | 4                   | s                  |
|   | Schröder  | Schröder                                     | Biologische und<br>Medizinische Strömungs-<br>technik I              | 3              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|   | Schröder  | Schröder                                     | Biologische und<br>Medizinische Strömungs-<br>technik II             | 3              | 2 | 1           | 3                   | w                  |
|   | Schmitt   | Schmitt                                      | Optische Messtechnik und<br>Bildverarbeitung                         | 6              | 2 | 2           | 4                   | w                  |
|   | Poprawe   | Poprawe / Gillner                            | Laser in Bio- und Medizin-<br>technik                                | 6              | 2 | 2           | 4                   | s                  |
|   | Poprawe   | Poprawe / Gillner                            | Mikro-<br>/Nanofertigungstechnik mit<br>Laserstrahlung               | 6              | 2 | 2           | 4                   | w                  |
|   | Büchs   | Büchs  | Bioprozesskinetik  | 6              | 2 | 1           | 3                   | w                  |
|   | Büchs   | Büchs  | Bioreaktortechnik  | 3              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|   | Büchs   | Büchs  | Reaktionstechnik   | 4              | 2 | 1           | 3                   | w                  |
|   | Modigell  | Modigell                                     | Rheologie  | 6              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|   | Gries   | Gries  | Textiltechnik I  | 4              | 2 | 1           | 3                   | w                  |
|   | Gries   | Gries  | Faserstoffe II   | 3              | 1 | 1           | 2                   | s                  |
|   | Gries   | Gries / Veit                                 | Technische Textilien   | 6              | 2 | 2           | 4                   | s                  |
|   | Gries   | Gries / König                                | Vliesstoffe  | 5              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|   | Itskov  | Itskov                                       | Mechanics of Living<br>Tissues                                       | 3              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|   | Michaeli  | Michaeli                                     | Kunststoffverarbeitung I   | 4              | 2 | 1           | 3                   | w                  |
| Bobzin  | Bobzin  | Oberflächentechnik                           | 6  | 2              | 2 | 4           | s                   |                    |
| Corves  | Corves  | Kinematik, Dynamik und<br>Anwendungen in der | 6  | 2              | 2 | 4           | w                   |                    |

|  | Modulver-<br>antwortliche                  | Dozenten                                     | Modul   | $\Sigma$<br>LP     | V | Ü<br>/<br>L | $\Sigma$<br>SW<br>S | Sommer /<br>Winter |   |
|--|--|--|---|--------------------|---|-------------|---------------------|--------------------|---|
|  |  |  | Robotik   |                    |   |             |                     |                    |   |
|  | Corves                                     | Corves                                       | Bewegungstechnik  | 6                  | 2 | 2           | 4                   | w                  |   |
|  | Melin                                      | Melin / Yüce                                 | Medizinische Verfahrenstechnik  | 4                  | 2 | 1           | 3                   | w                  |   |
| Spezialisierung<br>Mikrosystem-<br>technik | Schomburg                                  | Schomburg                                    | Einführung in die Mikro-<br>systemtechnik                                 | 6                  | 2 | 2           | 4                   | s                  |   |
|  | Schomburg                                  | Schomburg                                    | Mikrotechnische<br>Konstruktion   | 6                  | 2 | 2           | 4                   | w                  |   |
|  | Schomburg                                  | Schomburg                                    | Konstruktion von Mikro-<br>systemen                                       | 6                  | 2 | 2           | 4                   | s                  |   |
|  | Schmitt                                    | Schmitt                                      | Optische Messtechnik und<br>Bildverarbeitung                              | 6                  | 2 | 2           | 4                   | w                  |   |
|  | Poprawe                                    | Poprawe / Gillner                            | Laser in Bio- und Medizin-<br>technik                                     | 6                  | 2 | 2           | 4                   | s                  |   |
|  | Poprawe                                    | Poprawe / Gillner                            | Mikro-<br>/Nanofertigungstechnik mit<br>Laserstrahlung                    | 6                  | 2 | 2           | 4                   | w                  |   |
|  | Klocke                                     | Klocke                                       | Ultrapräzisionstechnik I  | 6                  | 2 | 2           | 4                   | s                  |   |
|  | Loosen                                     | Loosen                                       | Computergestütztes Optik-<br>design                                       | 6                  | 2 | 2           | 4                   | s                  |   |
|  | Brecher                                    | Brecher                                      | Ultrapräzisionstechnik II   | 6                  | 2 | 2           | 4                   | w                  |   |
|  | Michaeli                                   | Michaeli                                     | Kunststoffverarbeitung in<br>der Mikrotechnik                             | 4                  | 2 | 1           | 3                   | w                  |   |
|  | Brecher                                    | Brecher                                      | Maschinen der Präzisions-<br>und Mikrotechnik                             | 3                  | 1 | 1           | 2                   | s                  |   |
|  | Corves                                     | Corves                                       | Bewegungstechnik  | 6                  | 2 | 2           | 4                   | w                  |   |
|  | Stolten                                    | Stolten                                      | Grundlagen und Technik<br>der Brennstoffzellen                            | 5                  | 2 | 2           | 4                   | w                  |   |
|  | Spezialisierung<br>Simulations-<br>technik | Moormann                                     | Moormann  | Flugdynamik        | 5 | 2           | 2                   | 4                  | s |
|  |  | Moormann                                     | Moormann  | Raumflugmechanik I | 4 | 2           | 1                   | 3                  | s |
| Moormann                                   |  | Moormann                                     | Raumflugmechanik II   | 4                  | 2 | 1           | 3                   | w                  |   |
| Behr                                       |  | Behr   | Parallel Computing Me-<br>thods in Computational<br>Mechanics             | 4                  | 3 | 0           | 3                   | s                  |   |
| Behr                                       |  | Behr   | Finite Elements in Fluids   | 4                  | 2 | 1           | 3                   | w                  |   |
| Büchs                                      |  | Büchs  | Bioprozesskinetik   | 6                  | 2 | 1           | 3                   | w                  |   |
| Büchs                                      |  | Büchs  | Reaktionstechnik  | 4                  | 2 | 1           | 3                   | w                  |   |
| Modigell                                   |  | Modigell                                     | Rheologie   | 6                  | 2 | 1           | 3                   | s                  |   |
| Modigell                                   |  | Modigell                                     | Mehrphasenströmung  | 6                  | 2 | 1           | 3                   | w                  |   |
| Marquardt                                  |  | Marquardt                                    | Modellierung technischer<br>Systeme                                       | 6                  | 2 | 1           | 3                   | s                  |   |
| Marquardt                                  |  | Marquardt                                    | Angewandte numerische<br>Optimierung                                      | 4                  | 2 | 2           | 4                   | w                  |   |
| Marquardt                                  |  | Marquardt                                    | Modellgestützte Schätz-<br>methoden                                       | 5                  | 2 | 2           | 4                   | s                  |   |
| Melin                                      |  | Melin  | Chemische Verfahrenstechnik   | 6                  | 2 | 1           | 3                   | s                  |   |
| Melin                                      |  | Melin  | Membranverfahren  | 4                  | 2 | 2           | 4                   | w                  |   |
| Michaeli / Veit                            |  | Michaeli / Veit                              | Modellbildung und<br>Simulation in der Kunst-<br>stoff- und Textiltechnik | 6                  | 2 | 2           | 4                   | s                  |   |
| Itskov                                     |  | Itskov                                       | Continuum Mechanics   | 6                  | 2 | 2           | 4                   | s                  |   |
| Itskov                                     |  | Itskov                                       | Tensor Algebra and Tensor<br>Analysis for Engineers I                     | 6                  | 2 | 2           | 4                   | s                  |   |
| Itskov                                     |  | Itskov                                       | Tensor Algebra and Tensor<br>Analysis for Engineers II                    | 6                  | 2 | 2           | 4                   | w                  |   |
| Itskov                                     |  | Itskov                                       | Foundations of Finite Ele-<br>ment Methods                                | 5                  | 2 | 2           | 4                   | w                  |   |
| Itskov                                     |  | Itskov                                       | Practical Introduction to<br>FEM-Software I                               | 5                  | 1 | 2           | 3                   | s                  |   |
| Itskov                                     | Itskov                                     | Practical Introduction to<br>FEM-Software II | 5   | 1                  | 2 | 3           | w                   |                    |   |

|  | Modulverantwortliche    | Dozenten                | Modul  | $\Sigma$ LP | V | Ü / L | $\Sigma$ SW S | Sommer / Winter |
|--|-------------------------|-------------------------|--|-------------|---|-------|---------------|-----------------|
|  | Pischinger              | Pischinger              | Grundlagen der Verbrennungsmotoren                 | 4           | 2 | 1     | 3             | w               |
|  | Pischinger              | Pischinger              | Verbrennungskraftmaschinen I                       | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Pischinger              | Pischinger              | Verbrennungskraftmaschinen II                      | 6           | 2 | 2     | 4             | w               |
|  | Pischinger              | Pischinger              | Kolbenarbeitsmaschinen                             | 5           | 2 | 1     | 3             | s               |
|  | Pischinger              | Pischinger              | Akustik im Motorenbau                              | 5           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Sauer                   | Sauer                   | Computational Contact Mechanics                    | 5           | 2 | 2     | 4             | w               |
|  | Bobzin                  | Bobzin / Elsing         | Numerische Simulation in der Oberflächentechnik I  | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Bobzin                  | Bobzin / Elsing         | Numerische Simulation in der Oberflächentechnik II | 6           | 2 | 2     | 4             | w               |
|  | Bobzin                  | Bobzin                  | Hochleistungswerkstoffe                            | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Murrenhoff              | Murrenhoff / Stammen    | Simulation fluidtechnischer Systeme                | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Corves                  | Corves                  | Bewegungstechnik                                   | 6           | 2 | 2     | 4             | w               |
|  | Corves                  | Corves                  | Schwingungs- und Beanspruchungsmesstechnik         | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Corves                  | Corves                  | Dynamik der Mehrkörpersysteme                      | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Corves                  | Corves                  | Kinematik, Dynamik und Anwendungen in der Robotik  | 6           | 2 | 2     | 4             | w               |
| Spezialisierung<br>Werkstoff-<br>technik | Gries                   | Gries                   | Faserstoffe II                                     | 3           | 1 | 1     | 2             | s               |
|  | Michaeli / Gries et al. | Michaeli / Gries et al. | Faserverbundwerkstoffe I                           | 6           | 2 | 2     | 4             | w               |
|  | Michaeli / Gries et al. | Michaeli / Gries et al. | Faserverbundwerkstoffe II                          | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Haberstroh              | Haberstroh              | Werkstoffkunde der Kunststoffe                     | 4           | 2 | 1     | 3             | s               |
|  | Haberstroh              | Haberstroh              | Kautschuktechnologie                               | 3           | 2 | 1     | 3             | s               |
|  | Bobzin                  | Bobzin                  | Hochleistungswerkstoffe                            | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Bobzin                  | Bobzin                  | Oberflächentechnik                                 | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Bobzin                  | Bobzin                  | Korrosion und Korrosionsschutz                     | 6           | 2 | 2     | 4             | w               |
|  | Bobzin                  | Bobzin                  | Grundlagen und Verfahren der Löttechnik            | 6           | 2 | 2     | 4             | w               |
|  | Bobzin                  | Bobzin / Löffler        | Umweltaspekte in der Werkstoffkunde                | 3           | 2 | 0     | 2             | s               |
|  | Jacobs                  | Jacobs                  | Tribologie   | 6           | 2 | 2     | 4             | w               |
|  | Singheiser              | Singheiser              | Werkstoffe der Energietechnik                      | 3           | 2 | 0     | 2             | sw              |
|  | Singheiser              | Singheiser              | Neue Werkstoffe für energietechnische Anlagen      | 3           | 2 | 0     | 2             | sw              |
| Spezialisierung<br>Fluidtechnik          | Behr                    | Behr                    | Finite Elements in Fluids                          | 4           | 2 | 1     | 3             | w               |
|  | Bobzin                  | Bobzin                  | Oberflächentechnik                                 | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Bobzin                  | Bobzin                  | Korrosion und Korrosionsschutz                     | 6           | 2 | 2     | 4             | w               |
|  | Murrenhoff              | Murrenhoff              | Grundlagen der Fluidtechnik                        | 6           | 2 | 2     | 4             | w               |
|  | Murrenhoff              | Murrenhoff / Stammen    | Servohydraulik - geregelte hydraulische Antriebe   | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Murrenhoff              | Murrenhoff / Stammen    | Simulation fluidtechnischer Systeme                | 6           | 2 | 2     | 4             | s               |
|  | Murrenhoff / Eckstein   | Murrenhoff / Eckstein   | Fluidtechnik für mobile Anwendungen                | 5           | 2 | 2     | 4             | w               |
|  | Murrenhoff              | Murrenhoff / Lindemann  | Schmierstoffe und Druckübertragungsmedien          | 3           | 1 | 1     | 2             | s               |
|  | Murrenhoff              | Murrenhoff / Kunze      | Konstruktion fluidtechnischer Maschinen und Geräte | 3           | 1 | 1     | 2             | w               |
|  | Büchs                   | Büchs                   | Bioreaktortechnik                                  | 3           | 2 | 1     | 3             | s               |

|  | Modulver-<br>antwortliche | Dozenten | Modul   | $\Sigma$<br>LP | V | Ü<br>/<br>L | $\Sigma$<br>SW<br>S | Sommer /<br>Winter |
|--|---------------------------|----------|---|----------------|---|-------------|---------------------|--------------------|
|  | Pfennig                   | Pfennig  | Thermodynamik der Ge-<br>mische                   | 4              | 2 | 1           | 3                   | w                  |
|  | Pfennig                   | Pfennig  | Eigenschaften von Ge-<br>mischen und Grenzflächen | 6              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|  | Pfennig                   | Pfennig  | Kinetik des Stofftransports                       | 4              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|  | Melin                     | Melin    | Chemische Verfahrens-<br>technik                  | 6              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|  | Melin                     | Melin    | Membranverfahren                                  | 4              | 2 | 2           | 4                   | w                  |
|  | Melin                     | Melin    | Wasser- und Abwasser-<br>technologie              | 4              | 2 | 2           | 4                   | s                  |
|  | Corves                    | Corves   | Bewegungstechnik                                  | 6              | 2 | 2           | 4                   | w                  |
|  | Jeschke                   | Jeschke  | Auslegung von Turbo-<br>maschinen                 | 5              | 2 | 2           | 4                   | s                  |
|  | Modigell                  | Modigell | Rheologie   | 6              | 2 | 1           | 3                   | s                  |
|  | Modigell                  | Modigell | Mehrphasenströmung                                | 6              | 2 | 1           | 3                   | w                  |
|  | Jacobs                    | Jacobs   | Tribologie  | 6              | 2 | 2           | 4                   | w                  |

## Anhang zur Rahmenordnung für einen Masterstudiengang

### Glossar

#### **Abmeldung**

Es besteht die Möglichkeit, sich von Prüfungen wieder abzumelden. Die einzelnen Möglichkeiten sind in der jeweiligen Prüfungsordnung geregelt.

#### **Akademische Grade**

Nach einem erfolgreich abgeschlossenen Studium wird ein akademischer Grad verliehen.

Im Fall eines Masterstudiums wird der Grad eines „Master of Science RWTH Aachen University (M. Sc. RWTH)“ verliehen. Bei den Geisteswissenschaften wird der Mastergrad „Master of Arts RWTH Aachen University (M. A. RWTH)“ verliehen.

#### **Akkreditierung**

Die Akkreditierung stellt ein besonderes Instrument zur Qualitätssicherung bzw. -kontrolle dar. Ihr Ziel ist, zur Sicherung von Qualität in Lehre und Studium durch die Festlegung von Mindeststandards beizutragen. Die Akkreditierung obliegt einer externen Instanz (Rat, Agentur, Kommission), die nach einem vorgegebenen Maßstab prüft und entscheidet, ob der Studiengang die betreffenden Anforderungen erfüllt.

#### **Anmeldung zu Prüfungen**

Hierzu gelten die jeweils auf den Webseiten des ZPA aktualisierten Verfahren.

#### **Berufspraktische Tätigkeit**

Einzelne Studiengänge sehen vor, dass die Studierenden berufspraktische Tätigkeiten (Praktikum) nachweisen müssen. Die Einzelheiten sind der entsprechenden Prüfungsordnung zu entnehmen. Es wird empfohlen sich rechtzeitig zu informieren, da teilweise Praktika vor Aufnahme des Studiums nachzuweisen sind.

#### **Beurlaubung**

Bei Vorliegen eines wichtigen Grundes kann gemäß der Einschreibeordnung eine Beurlaubung gewährt werden. Der Antrag auf Beurlaubung ist während der Rückmeldefrist zu stellen. Auskünfte hierzu erteilt das Studierendensekretariat der RWTH.

#### **Blockveranstaltung**

Unter einer Blockveranstaltung ist eine Veranstaltung zu verstehen, die sich nicht über ein ganzes Semester erstreckt, sondern konzentriert auf wenige Tage – z. B. eine Woche - stattfindet.

## **CAMPUS Informationssystem**

Das webbasierte Informationssystem der RWTH. Es umfasst neben weiteren Online-Services das Vorlesungsverzeichnis, die An- und Abmeldung von Veranstaltungen und Prüfungen, die Prüfungsordnungsbeschreibungen und das persönliche Studierendenportal mit individuellen Stundenplänen.

## **Credit Points**

Die in den einzelnen Modulen erbrachten Prüfungsleistungen werden bewertet und gehen mit Leistungspunkten (Credit Points – CP) gewichtet in die Gesamtnote ein. CP werden nicht nur nach dem Umfang der Lehrveranstaltung vergeben, sondern umfassen den durch ein Modul verursachten Zeitaufwand der Studierenden für Vorbereitung, Nacharbeit und Prüfungen. Ein CP entspricht dem geschätzten Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden. Ein Semester umfasst in der Regel 30 CP. Der Masterstudiengang umfasst daher insgesamt 120 CP.

## **Curriculum**

Das Wort Curriculum wird gelegentlich mit „Lehrplan“ oder „Lehrzeitvorgabe“ gleichgesetzt. Ein Lehrplan ist in der Regel auf die Aufzählung der Unterrichtsinhalte beschränkt. Das Curriculum orientiert sich mehr an Lehrzeiten und am Ablauf des Studiengangs.

## **Diploma Supplement**

Das Diploma Supplement (DS) ist ein Zusatzdokument, um erworbene Hochschulabschlüsse und die entsprechende Qualifikation zu beschreiben. Das DS erläutert das deutsche Hochschulsystem mit seinen Abschlussgraden sowie die verleihende Hochschule, v. a. aber die konkreten Studieninhalte des absolvierten Studiengangs. Das DS wird in englischer und deutscher Sprache ausgestellt und dem Zeugnis beigelegt. Das DS dient auch der Information der Arbeitgeber.

## **Leistungsnachweis**

Ein Leistungsnachweis ist die Bescheinigung über eine individuelle Studienleistung und damit eine Form der Prüfungsleistung. Ein Leistungsnachweis kann als Zulassungsvoraussetzung für weitere zu erbringende Leistungen definiert werden. Leistungsnachweise können z. B. in Form von Klausuren, mündlichen Prüfungen, Referaten, Studienarbeiten usw. erworben werden.

## **Modul**

Module bezeichnen einen Verbund von Lehrveranstaltungen, die sich einem bestimmten thematischen oder inhaltlichen Schwerpunkt widmen. Ein Modul ist damit eine inhaltlich und zeitlich abgeschlossene Lehr- und Lerneinheit, die sich aus verschiedenen Lehrveranstaltungen zusammensetzt.

## **Modulhandbuch**

Im Modulhandbuch sind die einzelnen Module hinsichtlich

- Fachsemester
- Dauer
- SWS
- Häufigkeit
- Turnus
- Sprache
- Inhalt
- Lernziele
- Voraussetzungen
- Benotung
- Prüfungsleistung

beschrieben. Das Modulhandbuch ist insbesondere für die Studierenden zu erstellen und muss veröffentlicht werden.

## **Modulare Anmeldung**

Unter einer modularen Anmeldung wird die Anmeldung zu einer Veranstaltung (Lehrveranstaltung, Seminar, Prüfung usw.) für eine (Teil-)Leistung eines einzelnen Moduls verstanden. Modulare Anmeldungen werden über modulare Anmeldeverfahren des CAMPUS-Informationssystems (Modul-IT) durchgeführt.

## **Mündliche Ergänzungsprüfung**

Wenn man auch bei der zweiten Wiederholung einer Klausur durchfällt und die Note „nicht ausreichend“ (5,0) festgestellt wird, besteht die Möglichkeit der mündlichen Ergänzungsprüfung. Aufgrund dieser mündlichen Ergänzungsprüfung wird die Note „ausreichend“ (4,0) bzw. „nicht ausreichend“ (5,0) festgesetzt.

## **Multiple Choice**

Multiple Choice (Mehrfachauswahl) ist ein in Prüfungen verwendetes Format, bei dem zu einer Frage mehrere vorformulierte Antworten zur Auswahl stehen.

## **Orientierungsphase**

Als Orientierungsphase werden die ersten fünf Wochen nach Beginn der Vorlesungen bezeichnet.

## **Orientierungsabmeldung**

Innerhalb der ersten fünf Wochen ist die Abmeldung von einer Lehrveranstaltung möglich.

## **Prüfungsausschuss**

Für die Organisation der Prüfungen bilden die Fakultäten entsprechende Prüfungsausschüsse. Die Einzelheiten sind in den Prüfungsordnungen geregelt.

## **Prüfungsleistungen**

Unter Prüfungsleistungen versteht man sämtliche Leistungen, die im Rahmen des Studiums erbracht werden müssen. Dazu zählen der Besuch von Lehrveranstaltungen sowie Prüfungen in Form von Klausuren, mündlichen Prüfungen, Referaten, Hausarbeiten, Studienarbeiten, Kolloquien, Praktika, Entwürfe und die Abschlussarbeit.

**Pflichtbereich**

Der Pflichtbereich umfasst Lehrveranstaltungen, die fest vorgeschrieben sind und von allen Studierenden besucht werden müssen.

**Prüfungseinsicht**

Nach Bekanntgabe der Noten können die Studierenden Einsicht in die korrigierte Klausur bzw. schriftliche Prüfungsarbeit nehmen.

**Regelstudienzeit**

Die Regelstudienzeit bezeichnet die Studiendauer, in der ein berufsqualifizierender Abschluss erreicht werden kann. An der RWTH Aachen beträgt die Regelstudienzeit in einem Masterstudien-gang derzeit drei bzw. vier Semester.

**Semesterwochenstunde (SWS)**

Eine SWS entspricht einer 45-minütigen Lehrveranstaltung pro Woche während der gesamten Vorlesungszeit des Semesters. Die SWS beziehen sich auf die reine Dauer der Veranstaltungen.

**Semesterfixiert/Semestervariabel**

Eine Prüfungsleistung ist semesterfixiert, wenn sie zwingend in genau einem festgelegten Fachsemester des Studiums erbracht werden muss. Andernfalls ist eine Prüfungsleistung semestervariabel.

**Studienberatung**

Die Zentrale Studienberatung informiert allgemein über Studienmöglichkeiten an der RWTH Aachen und gibt Hilfestellungen bei Prüfungsvorbereitungen sowie Bewerbungsverfahren. Die Fachstudienberatung gibt detaillierte Auskünfte zu fachbezogenen Fragen.

**Studienbeginn**

In der Regel beginnt das Studium in einem Wintersemester. Es kann teilweise auch in einem Sommersemester aufgenommen werden.

**Teilnahmenachweis**

Ein Teilnahmenachweis bescheinigt die aktive Teilnahme an einer Lehrveranstaltung. Ein Teilnahmenachweis kann als Zulassungsvoraussetzung für weitere zu erbringende Leistungen definiert werden.

**Transcript of Records**

Das Transcript of Records (ToR) ist eine Abschrift der Studierendendaten, das eine detaillierte Übersicht über bestandene Module samt Lehrveranstaltung, Note und CP

**Wahlveranstaltung**

Es kann ein Wahlbereich vorgesehen werden, der von den Studierenden nachgewiesen werden muss, aber frei gewählt werden kann.

**Wahlpflichtveranstaltung**

Wahlpflichtveranstaltungen sind aus einer vorgegebenen Aufstellung in einem bestimmten Umfang nachzuweisen.

**ZPA-initiierte Zwangsanmeldung bei Wiederholungsprüfungen**

Zwangsanmeldungen werden grundsätzlich zum nächstmöglichen Prüfungstermin als automatisierte Anmeldung im ZPA für alle Studierende durchgeführt, die eine Prüfung nicht bestanden oder sich von einer Prüfung abgemeldet haben. Studierende werden über diese Anmeldungen nicht gesondert benachrichtigt, die Zwangsanmeldungen sind über CAMPUS Office im Virtuellen Zentralen Prüfungsamt sichtbar.

**Zusatzmodul**

Zusatzmodule sind Module, die nicht im Studienplan vorgesehen sind, sondern von den Studierenden zusätzlich – auf freiwilliger Basis – belegt werden.