

## **Prüfungsordnung**

### **für den Master-Studiengang**

### **Computer Aided Conception and Production**

### **in Mechanical Engineering**

### **der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen**

**vom 31.08.2012**

**in der Fassung der 3. Ordnung zur Änderung der Prüfungsordnung**

**vom 16.10.2014**

**veröffentlicht als Gesamtfassung**

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 1 des Hochschulzukunftsgesetzes Nordrhein-Westfalen vom 16.09.2014 (GV. NRW S. 547), 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
- § 5a Anwesenheitspflicht in 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 Master-Arbeit und Verfall des Prüfungsanspruchs
- § 14 Abmeldung, Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß

### II. Master-Prüfung und Master-Arbeit

- § 15 Art und Umfang der Master-Prüfung
- § 16 Master-Arbeit
- § 17 Annahme und Bewertung der Master-Arbeit
- § 18 Bestehen der Master-Prüfung

### III. Schlussbestimmungen

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

### Anlagen:

1. Modulkatalog
2. Studienverlaufsplan für den Schwerpunkt „Conception“
3. Studienverlaufsplan für den Schwerpunkt „Production“

### Anhang:

Glossar

## I. Allgemeines

### § 1

#### Geltungsbereich und akademischer Grad

- (1) Diese Prüfungsordnung gilt für den Master-Studiengang Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering (CAME).
- (2) Bei erfolgreichem Abschluss des Master-Studiums 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 Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering (CAME) werden die im Bachelorstudiengang erworbenen Kenntnisse so weiterverarbeitet und vertieft, dass die Absolventinnen und Absolventen zur Behandlung komplexer Fragestellungen und insbesondere zur selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit befähigt sind. Die Studierenden erwerben erweiterte Methoden-, Prozess- und Technologiekenntnisse im Bereich des computergestützten Konstruktionsentwurfs von Einzelteilen, Baugruppen und der computergestützten Produktion im Maschinenbau. Ferner werden im Masterstudiengang sowohl theoretische, als auch praktische Inhalte, bezogen auf den Einsatz von industriespezifischen Software Systemen für ein industrielles Unternehmensumfeld, vermittelt. Neben dem zentralen Element des Aufbaus von technologischen und technischen Kompetenzen im Bereich der computergestützten Produktion, Modellierung und Simulation sowie des Softwareengineering erwerben die Studierenden Lösungs- und Beurteilungskompetenzen für das Management von komplexen Modellierungs- und Simulationsprojekten über die Wahl einer Schwerpunktrichtung.  
Die Studierenden erwerben die Fähigkeit komplexe technische Zeichnungen zu entwickeln, zu lesen und zu verstehen und auf Grundlage dessen selbstständig computergestützt Konstruktionen zu entwerfen. Sie können bestehende Konstruktionen gemäß dem betrieblichen Einsatz zielorientiert weiterentwickeln. Die Studierenden können die erworbenen und spezialisierten, ingenieurwissenschaftlichen Methoden und Fachkenntnisse zur Formulierung und Lösung komplexer Aufgabenstellungen in der Industrie oder in wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen erfolgreich einsetzen.  
Zusätzlich werden die Studierenden in der Entwicklung von überfachlichen Kompetenzen unterstützt. Dazu zählen insbesondere Präsentations- und Kommunikationstechniken sowie die Entwicklung von selbstständigen und eigenverantwortlichen Handlungen, Abstraktionsvermögen, systemanalytisches Denken und Teamfähigkeit. Die Ausbildung an der RWTH Aachen University befähigt die Studierenden, in den verschiedensten Arbeitsfeldern und Branchen weltweit tätig zu werden. Zudem erwerben die Studierenden, nach erfolgreichem Masterabschluss die wissenschaftliche Qualifikation für eine Promotion.
- (2) Bei dem Master-Studiengang handelt es sich um einen weiterbildenden Master-Studiengang.
- (3) Das Studium findet in englischer Sprache statt.
- (4) Die Master-Arbeit 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 Master-Studiengang 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 Master-Studiengang Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering (CAME) erforderlichen Kenntnisse verfügt:
- Insgesamt 120 Credit Points (CP) aus dem ingenieurwissenschaftlichen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich.
  - Diese 120 CP müssen die folgenden Grundlagenmodule des Bachelorstudiengangs Maschinenbau der RWTH Aachen University oder vergleichbare Leistungen im angegebenen Umfang beinhalten:

Modul	CP
<b>Mathematik</b>	<b>75 CP</b>
<b>Mechanik</b>	
<b>Werkstoffkunde</b>	
<b>Thermodynamik</b>	
<b>Informatik/Programmiertechnik</b>	
<b>Physik</b>	
<b>Maschinenzeichnen/-elemente</b>	
<b>Strömungslehre</b>	<b>45 CP</b>
<b>Mess- und Regelungstechnik</b>	
<b>Finite Elemente</b>	
<b>Modellbildung</b>	
<b>Schwingungslehre</b>	
<b>Konstruktionslehre</b>	
<b>Fertigungstechnik</b>	
<b>Strukturentwurf</b>	

- (3) Der Prüfungsausschuss kann eine Zulassung mit der Auflage verbinden, bestimmte Kenntnisse bis zur Anmeldung der Master-Arbeit nachzuweisen. Art und Umfang dieser Auflagen werden vom Prüfungsausschuss individuell auf Basis der im Rahmen des vorangegangenen Studienabschluss absolvierten Studieninhalte festgelegt, dies geschieht in Absprache mit der Studienkoordinatorin bzw. dem Studienkoordinator bzw. der Fachstudienberaterin bzw. dem Fachstudienberater. Sind aufgrund der Differenzen in den in Absatz 2 definierten fachlichen Grundlagen Auflagen im Umfang von mehr als 30 CP notwendig, ist eine Zulassung zum Master-Studiengang Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering (CAME) nicht möglich.

- (4) Für den Studiengang in englischer Sprache ist die ausreichende Beherrschung der englischen Sprache von den Studienbewerbern nachzuweisen, die ihre Studienqualifikation nicht an einer ausschließlich englischsprachigen Einrichtung erworben oder Englisch als Muttersprache haben. Es werden folgende Nachweise anerkannt:
- a) Test of English as Foreign Language (TOEFL) „Internet-based“ Test (iBT) mit einem Ergebnis von mindestens 90 Punkten,
  - b) TOEFL „Paper-based“ Test (PBT) mit einem Ergebnis von mindestens 577 Punkten,
  - c) IELTS-Test mit einem Ergebnis von mindestens 5.5,
  - d) Cambridge Test-Certificate in Advanced English (CAE),
  - e) First Certificate in English (FCE) mit einer Note von mindestens B,
  - f) ein Zeugnis, das englische Sprachkenntnisse auf dem Niveau B2 des "Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens (GeR)" ausweist. Dieser Nachweis wird z. B. durch die Vorlage eines deutschen Abiturzeugnisses erbracht, aus dem ersichtlich ist, dass Englisch bis zum Ende der Qualifikationsphase 1 (Jahrgangsstufe 11 bei G8-Abitur, sonst Jahrgangsstufe 12) durchgängig belegt und mit mindestens ausreichenden Leistungen abgeschlossen wurde oder
  - g) Placement Test des Sprachenzentrums der RWTH Aachen mit dem Niveau B2.
- (5) Ferner wird eine einschlägige berufspraktische Erfahrung von in der Regel nicht unter einem Jahr vorausgesetzt. Diese kann in Teilen aus berufspraktischer Tätigkeit oder in Form der Mitarbeit in für den Studiengang einschlägigen Themengebieten während und nach dem ersten berufsqualifizierenden Hochschulstudium erbracht worden sein.
- (6) Studienbewerberinnen und Studienbewerber, die schon einen Master-Studiengang 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.
- (7) Auf Antrag kann der Prüfungsausschuss bei Bachelorabsolventen von Studiengängen mit sieben Semestern Regelstudienzeit individuell Prüfungsleistungen im Umfang von bis zu 30 CP erlassen.
- (8) 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.

#### § 4

#### Regelstudienzeit, Studienumfang und Leistungspunkte

- (1) Die Regelstudienzeit beträgt einschließlich der Anfertigung der Master-Arbeit vier Semester(zwei Jahre). Das Studium kann nur im Wintersemester 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 im Studienschwerpunkt Conception einschließlich des Moduls Master-Arbeit 14 Pflichtmodule im Umfang von insgesamt 100 CP und 10 Wahlpflichtmodule aus denen 20 CP absolviert werden müssen. Der Schwerpunktbereich Production enthält einschließlich des Moduls Master-Arbeit 14 Pflichtmodule im Umfang von insge-

samt 98 CP und 13 Wahlpflichtmodule, aus denen insgesamt 22 CP absolviert werden müssen. 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 Master-Studiengang umfasst daher insgesamt 120 CP.
- (4) Der Studienumfang beläuft sich zuzüglich des Praktikums (Internship), des Deutschkurses einschließlich der DSM Prüfung, der Studienarbeit (Mini-Thesis) und der Master-Arbeit (Master-Thesis) auf 62 - 64 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 International Academy gGmbH 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 Master-Arbeit im vorgesehenen Umfang und innerhalb der vorgesehenen Fristen absolviert werden können.

## **§ 5**

### **Anmeldung zu Lehrveranstaltungen**

- (1) Die Lehrveranstaltungen des Master-Studiengangs stehen den für diesen Studiengang eingeschriebenen Studierenden 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). 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).

## **§ 5a**

### **Anwesenheitspflicht in Lehrveranstaltungen**

- (1) In Lehrveranstaltungen kann die Anwesenheit der Studierenden verpflichtend vorgesehen werden, wenn das Lernziel nicht ohne aktive Beteiligung der Studierenden in der Lehrveranstaltung erreicht werden kann.

- (2) Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering (CAME) in denen Anwesenheit vorgesehen werden kann, sind ausschließlich Veranstaltungen des folgenden Typs:
1. Übungen
  2. Seminare und Proseminare
  3. Kolloquien,
  4. (Labor)praktika
  5. Exkursionen
  6. Projekte
  7. Planspiel
- (3) Die Veranstaltungen für die Anwesenheit nach Absatz 1 erforderlich ist, werden im Modulkatalog (Anlage 1) gekennzeichnet.
- (4) Die Anzahl der Fehltermine richtet sich nach der Veranstaltung. Je Veranstaltungsinhalt kann sie zwischen 10 und 30 % der angesetzten Kontaktzeit umfassen. Inbegriffen sind hier auch durch Attest entschuldigte Fehlzeiten. In der Regel beträgt die zulässige Fehlzeit zwei Termine bei einer Veranstaltung im Umfang von 2 SWS.
- (5) Überschreitet die Fehlzeit den angesetzten Umfang, so können in Rücksprache mit der Dozentin bzw. dem Dozenten Ersatzleistungen vereinbart werden, um das Lernziel dennoch zu erreichen.
- (6) Die Anzahl der zulässigen Fehltermine nach Absatz 4 sowie die Zulässigkeit und Form etwaiger Ersatzleistungen nach Absatz 5 gibt die Dozentin bzw. der Dozent spätestens zu Veranstaltungsbeginn bekannt.

## **§ 6**

### **Prüfungen und Prüfungsfristen**

- (1) Die Gesamtheit der Master-Prüfung besteht aus den Prüfungsleistungen zu den einzelnen Modulen sowie dem Modul Master-Arbeit. Die Prüfungen und die Master-Arbeit 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 können.
- (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.
- (4) Der Prüfungsausschuss sorgt dafür, dass in jedem Prüfungszeitraum zu den zur Master-Prüfung 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 eines 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 verlangt werden. Ein Leistungs- oder Teilnahmenachweis kann als Zulassungsvoraussetzung für weitere zu erbringende Leistungen innerhalb eines Moduls definiert 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 Prüfung im Fall von alternativen Möglichkeiten und die zugelassenen Hilfsmittel werden in der Regel zu Beginn der Lehrveranstaltung, spätestens bis vier Wochen vor dem Prüfungstermin bekannt gegeben. § 13 Abs.5 bleibt davon unberührt. Ebenso ist mitzuteilen, wie die Einzelbewertung der Prüfungen in die Gesamtbewertung der Prüfung zu der Lehrveranstaltung einfließt. Der Prüfungstermin und der Name der oder des Prüfenden müssen spätestens bis Mitte Mai bzw. Mitte November im CAMPUS-Informationssystem bekannt gegeben werden. Für mündliche Prüfungen kann auch ein Termin individuell vereinbart werden, der Name des Prüfers muss jedoch feststehen.

- (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 sollte sich an der folgenden Vorgabe orientieren:
- Bei der Vergabe von 1 bis 3 CP: 1 bis 2 Zeitstunden
  - Bei der Vergabe von 4 bis 9 CP: 2 bis 3 Zeitstunden
  - Bei der Vergabe von 10 bis 15 CP: 3 bis 4 Zeitstunden
  - Bei der Vergabe von 16 oder mehr CP: 4 bis 5 Zeitstunden
- 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-Informationssystem, 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 Master-Studiengangs.
- (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 von 30 bis 60 Minuten mit der bzw. dem Prüfenden 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 begonnen werden.
- (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 einer Prüfung unterziehen (zusätzliche Module). Zusätzliche Module müssen vor Anmeldung der Prüfung beim Prüfungsausschuss beantragt werden.
- (2) Die Studierenden können diese Zusatzmodule ausschließlich aus denen von der RWTH International Academy privatrechtlich angebotenen Veranstaltungen wählen.
- (3) Das Ergebnis der Prüfung in diesen Modulen wird auf Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten 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
- 60 % der gestellten Fragen zutreffend beantwortet sind oder
  - die Zahl der zutreffend beantworteten Fragen um nicht mehr als 22 % die durchschnittliche Prüfungsleistung der Kandidatinnen und Kandidaten unterschreiten, 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 mitzu-

teilen, dabei muss sichergestellt werden, dass die Bewertung spätestens zehn Tage vor einer möglichen Wiederholungsprüfung vorliegt. Eine Benachrichtigung der Studierenden zur Benotung erfolgt automatisiert über das CAMPUS-Informationssystem an die RWTH-E-Mail-Kontaktadresse sowie über Aushang. Studierende können ihren aktuellen Notenspiegel im CAMPUS-Informationssystem abfragen.

- (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 8 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 1 (Modulkatalog) angerechnet.
- (8) Die Gesamtnote wird aus den Noten der Module und der Note der Master-Arbeit gebildet, wobei die einzelnen Noten und die Note der Master-Arbeit mit den dazugehörigen CP gewichtet werden.

Die Gesamtnote der bestandenen Master-Prüfung 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.

Die schlechteste der gewichteten Modulnoten bleibt auf Antrag des Studierenden an den Prüfungsausschuss unberücksichtigt, sofern alle Modulprüfungen innerhalb der Regelstudienzeit bestanden wurden. Das Modul der Master-Arbeit kann nicht gestrichen werden.

- (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 Master-Arbeit mit 1,0 bewertet und der gewichtete Durchschnitt aller anderen Noten der Master-Prüfung 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 Prüfungsausschuss 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 vergleichbare 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 Master-Arbeit 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. bis Mitte 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 anzurechnen, sofern keine wesentlichen Unterschiede nachgewiesen, festgestellt und begründet werden können; 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) Wesentliche Unterschiede bestehen insbesondere dann, wenn die erworbenen Kompetenzen den Anforderungen im Master-Studiengang Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering nicht entsprechen. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung und Gesamtbewertung vorzunehmen. Für 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 die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden.
- (3) Die bzw. der Studierende hat die für die Anrechnung erforderlichen Unterlagen in deutscher Sprache vorzulegen. Von Unterlagen, die nicht in deutscher Sprache abgefasst sind, sind auf Verlangen des Prüfungsausschusses beglaubigte Übersetzungen beizufügen. Die Unterlagen müssen Aussagen zu den erworbenen Kompetenzen und in diesem Zusammenhang bestandenen, nicht-bestandenen oder erbrachten Leistungen sowie den sonstigen Kenntnissen und Qualifikationen enthalten, die jeweils angerechnet werden sollen. Bei einer Anrechnung von Studienzeiten und Leistungen aus Studiengängen sind in der Regel die entsprechenden Modulbeschreibungen sowie das Transcript of Records oder ein vergleichbares Dokument vorzulegen.
- (4) Die Studien- und Prüfungsleistungen von Schülerinnen und Schülern, die im Einzelfall aufgrund besonderer Begabungen als Jungstudierende außerhalb der Einschreibungsordnung zu Lehrveranstaltungen und Prüfungen zugelassen wurden, werden bei einem späteren Studium auf Antrag angerechnet.
- (5) Zuständig für Anrechnungen nach den Absätzen 1 bis 4 ist der Prüfungsausschuss. Vor Feststellungen darüber, ob wesentliche Unterschiede vorliegen, ist in der Regel eine Fachvertreterin bzw. ein Fachvertreter zu hören.
- (6) Werden Studien- und Prüfungsleistungen angerechnet, sind die Noten - soweit die Notensysteme vergleichbar sind - zu übernehmen und in die Berechnung der Fachnote einzubeziehen.

hen. Bei unvergleichbaren Notensystemen wird der Vermerk „angerechnet“ aufgenommen. Die Anrechnung wird im Zeugnis gekennzeichnet.

- (7) Die Anrechnung setzt voraus, dass an der RTWH im Master-Studiengang Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering noch nennenswerte Leistungen zu erbringen sind, die die Verleihung des Mastergrades der RWTH berechtigt erscheinen lassen. Dies wird in der Regel die Erbringung der Master-Arbeit als letzte Prüfungsleistung des Studienganges sein.

### **§ 13**

#### **Wiederholung von Prüfungen, der Master-Arbeit und Verfall des Prüfungsanspruchs**

- (1) Bei „nicht ausreichenden“ Leistungen können die Prüfungen zweimal, die Master-Arbeit kann einmal wiederholt werden. Die Rückgabe des Themas der Master-Arbeit ist jedoch nur zulässig, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat bei der Anfertigung der ersten Master-Arbeit von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch gemacht hat.
- (2) Erreicht eine Kandidatin bzw. ein Kandidat in der zweiten Wiederholung einer Klausur die Note „nicht ausreichend“ (5,0) und wurde diese Note nicht aufgrund 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. Der Termin für die mündliche Ergänzungsprüfung wird im Termin zur Klausureinsicht festgelegt und findet spätestens innerhalb der nächsten vier Wochen ab Klausureinsicht statt. 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 Master-Arbeit muss spätestens drei Semester nach dem Fehlversuch der ersten Arbeit angemeldet werden. Die Inanspruchnahme von Schutzbestimmungen entsprechend den §§ 3, 4, 6 und 8 des Mutterschutzgesetzes und entsprechend den Fristen des Bundeserziehungsgeldgesetzes über die Elternzeit sowie die Berücksichtigung von Ausfallzeiten durch die Pflege von Personen im Sinne von § 48 Abs. 5 S. 2 Nr. 5 HG werden auf diese Frist nicht angerechnet. 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 oder 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 Master-Prüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn zum Bestehen eines Moduls not-

wendige Leistungen nicht mehr wiederholt werden können oder wenn die zweite Master-Arbeit 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 von Prüfungen abmelden.
- (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.
- (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.
- (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 Aufsichtführung 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 kann 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. Master-Prüfung und Master-Arbeit

### § 15

#### Art und Umfang der Master-Prüfung

- (1) Die Master-Prüfung besteht aus
  1. den Prüfungen und sonstigen Leistungen zu den in Anlage 1 aufgeführten Modulen sowie
  2. der schriftlichen Master-Arbeit und dem Master-Vortragsskolloquium
- (2) Die Reihenfolge der Lehrveranstaltungen sowie der Prüfungen und Leistungsnachweise sollte sich am Studienverlaufsplan orientieren. Prüfungen und Leistungsnachweise werden studienbegleitend abgelegt. Das Thema der Master-Arbeit kann erst ausgegeben werden, wenn 92 CP erreicht sind.
- (3) Die Gegenstände der Prüfungen und Leistungsnachweise werden durch die Inhalte der zugehörigen Lehrveranstaltungen gemäß Modulkatalog bestimmt.

### § 16

#### Master-Arbeit

- (1) Die Master-Arbeit 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) Das Thema der Master-Arbeit muss aus dem Fachgebiet der computergestützten Methoden im Maschinenwesen gewählt werden. Es 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. Das Thema der Master-Arbeit kann ferner von jeder bzw. jedem an der RWTH Aachen im Master-Studiengang Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering (CAME) in Forschung und Lehre tätigen Professorin bzw. Professor, sowie aufgrund entsprechender Regelung des zuständigen Prüfungsausschusses durch habilitierte Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter, außerplanmäßige Professorinnen bzw. Professoren, Junior-Professorinnen bzw. Professoren, Honorarprofessorinnen bzw. Professoren und Gastprofessorinnen bzw. Professoren ausgegeben und betreut werden. Darüber hinaus kann der jeweils zuständige Prüfungsausschuss Personen mit selbständiger Lehrbefugnis mit der Ausgabe und Betreuung beauftragen. Lehrbeauftragte und wissenschaftliche Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter können bei der Betreuung mitwirken. Externe Betreuer können nach Maßgabe des § 65 Abs. 1 HG NRW durch den jeweils zuständigen Prüfungsausschuss zu Zweitprüfern bestellt werden.
- (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 Master-Arbeit erhält. Der Kandidatin bzw. dem Kandidaten ist Gelegenheit zu geben, für das Thema Vorschläge zu machen.
- (4) Die Master-Arbeit 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 Master-Arbeit beträgt in der Regel vier Monate. Der Umfang der schriftlichen Ausarbeitung sollte ohne Anlagen 80 Seiten nicht überschreiten. Thema und Aufgabenstellung müssen so beschaffen sein, dass eine Fertigstellung innerhalb der vorgegebenen Frist mit einem äquivalenten Arbeitsaufwand von vier Monaten 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 acht Monaten stattfinden. Dies ist beim Prüfungsausschuss zu beantragen und muss von diesem genehmigt werden. Das Thema kann nur einmal und nur innerhalb des ersten Monats 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 Master-Arbeit präsentiert die Kandidatin bzw. der Kandidat im Rahmen eines Master-Vortragskolloquiums. Hinsichtlich der Durchführung gilt § 7 Abs. 14 entsprechend.

## **§ 17**

### **Annahme und Bewertung der Master-Arbeit**

- (1) Die Master-Arbeit ist fristgemäß in zweifacher Ausfertigung beim zentralen Prüfungsamt abzuliefern. Der Abgabezeitpunkt ist aktenkundig zu machen. Wird die Master-Arbeit 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. 8 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 Master-Arbeit bestimmt, die bzw. der die Note im Rahmen der Vornoten innerhalb von vier Wochen abschließend festlegt.
- (3) Die Bekanntgabe der Note soll – mit Ausnahme des 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 Masterarbeit, inklusive des Kolloquiums werden 20 Credit Points vergeben.
- (5) Die Ergebnisse der Master-Arbeit präsentiert die Kandidatin bzw. der Kandidat im Rahmen eines Master-Vortragskolloquiums. Hinsichtlich der Durchführung gilt § 7 Abs. 14 entsprechend.

## **§ 18 Bestehen der Master-Prüfung**

Die Master-Prüfung ist bestanden, wenn alle erforderlichen Module bestanden sind und die Note der Master- Arbeit einschließlich Masterkolloquium mindestens „ausreichend“ (4,0) lautet. Mit Bestehen der Master-Prüfung ist das Master-Studium beendet.

### **III. Schlussbestimmungen**

## **§ 19 Zeugnis, Urkunde und Bescheinigungen**

- (1) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat die Master-Prüfung 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 Master-Arbeit mit den jeweiligen Noten und CP sowie die Gesamtnote. In das Zeugnis werden auch das Thema der Master-Arbeit 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 Master-Prüfung 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 Master-Prüfung, 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, 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 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, in der Fassung der dritten Ordnung zur Änderung der Prüfungsordnung, wird in den Amtlichen Bekanntmachungen der RWTH veröffentlicht, tritt am Tage nach der Veröffentlichung in Kraft und findet auf alle in den Master-Studiengang Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering eingeschriebenen Studierenden Anwendung.
- (2) Studierende, die durch diese Änderungsordnung geänderte Module vor dem Wintersemester (WS) 2014/2015 begonnen haben, können diese nach den bisherigen Bedingungen bis zum Ende des Sommersemesters 2015 beenden. Auf Antrag an den Prüfungsausschuss können die neuen Module gewählt werden.
- (3) Studierende, die sich im Bezug auf Module, die im Wege dieser Änderungsordnung ab dem WS 2014/2015 nicht mehr angeboten werden, im schwebenden Prüfungsverfahren befinden, können diese Module bis zum Ende des WS 2016/2017 beenden.

- (4) Ab dem WS 2014/15 wird das Modul „Finite Element Methods in Lightweight Design“ für beide Studienrichtungen vom Pflichtbereich in den Wahlpflichtbereich verschoben. Für Studierende, die das Modul vor dem WS 2014/15 angemeldet haben, bleibt das Modul Bestandteil des Pflichtbereichs.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrates der Fakultät für Maschinenwesen vom 08.07.2014.

Der Rektor  
der Rheinisch-Westfälischen  
Technischen Hochschule Aachen

Aachen, den 16.10.2014

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

## Anlage 1: Modulkatalog für den Masterstudiengang Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering

### Appendix 1: Module Catalogue for the Master's Course Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering

---

#### 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 <http://www.academy.rwth-aachen.de/de/masters> bekannt gegeben.

#### Appendix 1 - Module Catalogue

This module catalogue provides the current status on the day the decision on the examination regulations was made; any changes that do not concern the examination forms will be announced online under: Link <http://www.academy.rwth-aachen.de/de/masters>

#### Inhaltsverzeichnis

<b>Compulsory courses (Pflichtkurse für beide Vertiefungsrichtungen)</b> .....	<b>24</b>
Module: Continuum Mechanics.....	24
Module: Computational Fluid Dynamics I & II .....	26
Module: Advanced Software Engineering .....	28
Module: Simulation of Discrete Event Systems .....	29
Module: Numerical Methods in Mechanical Engineering .....	30
Module: Multibody Dynamics .....	32
Module: Finite Element Methods for Engineers .....	34
<b>Compulsory courses conception of machines (Pflichtbereich Conception of Machines)</b> .....	<b>36</b>
Module: Nonlinear Structural Mechanics .....	36
Module: Failure of Structures and Structural Elements .....	38
Module: Machine Design Process and Practical Applications of Computer- Aided Engineering Tools.....	40
<b>Compulsory courses production (Pflichtbereich Production)</b> .....	<b>42</b>
Module: Simulation Techniques (Modelling and Simulation) in Manufacturing Technology.....	42
Module: Quality Management .....	44
Module: Production Management A.....	46
<b>Electives courses (Wahlbereich für beide Vertiefungsrichtungen)</b> .....	<b>47</b>
Module: Practical Introduction to FEM-Software I.....	47
Module: Practical Introduction to FEM-Software II.....	49
Module: Finite Element Methods in Lightweight Design .....	50
Module: Micro- and Macrosimulation of Casting Processes .....	52
Module: Welding and Joining Technologies .....	54
Module: Modelling, Model Reduction and Simulation in Laser Processing I.....	55
Module: Mechatronics and Control Techniques for Production Plants .....	57

<b>Electives courses conception (Wahlbereich Conception of Machines) .....</b>	<b>59</b>
Module: Fundamentals of Light Weight Design .....	59
Module: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students I.....	61
Module: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students II.....	63
<b>Electives courses production (Wahlbereich Production) .....</b>	<b>65</b>
Module: Machine Tools .....	65
Module: Manufacturing Technology I.....	67
Modul: Manufacturing Technology II.....	68
Module: Production Metrology .....	69
Module: Industrial Engineering .....	71
Module: Control Engineering .....	73
<b>Compulsory non-technical (Zusatzbereich beider Vertiefungsrichtungen).....</b>	<b>74</b>
Modul: German Language Course.....	74
Modul: Industrial Internship.....	76
Modul: Mini Thesis .....	77
Modul: Master Thesis.....	78
<b>Anlage 2: Studienverlaufspläne .....</b>	<b>79</b>
Study branch: Conception of Machines Studienrichtung:	
Conception of Machines .....	79
Study branch: Production Studienrichtung: Production.....	79
<b>Anhang 3: Glossar .....</b>	<b>81</b>

**Compulsory courses (Pflichtkurse für beide Vertiefungsrichtungen)**

**Module: Continuum Mechanics**

<b>MODULE TITLE: Continuum Mechanics</b>						
<b>MODUL TITEL: Continuum Mechanics</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
2	1	5	4	Every Winter Semester	WS 2014/1015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Continuum Mechanics</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material bodies, configuration, coordinates</li> <li>• Rigid body motion</li> <li>• Deformation gradient</li> <li>• Deformation of surface and volume elements</li> <li>• Strain, stretch and shear</li> <li>• Spectral decomposition of strain tensors</li> <li>• Strain invariants</li> <li>• Polar decomposition of the deformation gradient, stretch tensors</li> <li>• Strain measures</li> <li>• Velocity gradient</li> <li>• Cauchy stress tensor</li> <li>• Linear momentum balance</li> <li>• Scalar form of the linear momentum balance</li> <li>• Rotational momentum balance</li> <li>• Balance of mechanical energy</li> <li>• Work-conjugate stress-strain pairs</li> <li>• General principles of the constitutive theory, Noll axioms</li> <li>• Change of frame, objectivity</li> <li>• General constitutive relation, simple materials</li> <li>• Elastic materials</li> <li>• Material symmetry, isotropic materials</li> <li>• Hyperelastic materials</li> <li>• Project work: inflation of a rubber balloon, experimental study and theoretical modeling</li> <li>• Mock-Examination</li> </ul>			<p><b>Continuum Mechanics</b></p> <p>During the course students will obtain knowledge of the principles of continuum mechanics and exercise the subject matter by considering realistic problems. After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Description of the state of strain and stress in a material body that undergoes large elastic deformations</li> <li>b) Calculation of strain and stress tensors</li> <li>c) Understanding and applying the principle of virtual work and balance equations of mechanics</li> <li>d) Understanding the principles of the constitutive theory</li> </ol> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Applying material laws</li> <li>b) Utilization of read scientific literature on continuum mechanics.</li> </ol> <p>Throughout the course, the students will use and practice the modern absolute notation for tensors. Furthermore, examples based on Cartesian and curvilinear coordinates will be considered.</p>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
-none-			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			

<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination</b> (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)	<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS
Exam (Prüfung) Continuum Mechanics	180	5	0
Lecture (Vorlesung) Continuum Mechanics	0	0	2
Exercise (Übung) Continuum Mechanics	0	0	2

**Module: Computational Fluid Dynamics I & II**

<b>MODULE TITLE: Computational Fluid Dynamics I &amp; II</b>						
<b>MODUL TITEL: Computational Fluid Dynamics I &amp; II</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
2	2	7	5	Every Summer Semester	SS 2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Fluid Dynamics I &amp; II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the solution of initial value problems</li> <li>• Heat conduction equation</li> <li>• Program example</li> <li>• Numerical solution of the boundary-layer equations</li> <li>• Linearization of the implicit solution scheme</li> <li>• Program example</li> <li>• Introduction to the solution of linear hyperbolic equations</li> <li>• Numerical solution of the potential flow equation</li> <li>• Program example</li> <li>• Upwind and central discretization</li> <li>• Transport properties of discretizations</li> <li>• Dissipative and dispersive truncation errors</li> <li>• Introduction to the solution of the Euler equations</li> <li>• Integral, differential, conservative, non-conservative, and characteristic forms</li> <li>• Discontinuous solutions of the Euler equations</li> <li>• Rankine-Hugoniot relations</li> <li>• Introduction to upwind discretizations for the Euler equations</li> <li>• Derivation of the Flux-Difference Splitting scheme</li> <li>• Flux-Vector Splitting schemes</li> <li>• High-order schemes</li> <li>• Explicit solution schemes for the Euler equations</li> <li>• MacCormack, Runge-Kutta methods etc.</li> <li>• Convergence acceleration methods</li> <li>• FAS Multigrid method, local time stepping etc.</li> <li>• Implicit solution schemes for the Euler equations</li> <li>• Linearization of the non-linear equations</li> <li>• Dual time stepping schemes</li> <li>• Discretization of the Euler equations on unstructured meshes</li> <li>• Formulation of upwind schemes</li> <li>• Numerical solution of the Euler equations for the shock tube problem</li> <li>• Program example</li> </ul>			<p><b>Fluid Dynamics I &amp; II</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Knowledge of the partial differential equations (PDE'S) of fluid mechanics</li> <li>Foundations of the discretization of PDE's</li> <li>Formulation of numerical methods for the solution of PDE's</li> <li>Understand stability and consistency of solution schemes</li> <li>Foundations of the numerical solution of Boundary Layer, Euler and Navier-Stokes equations for compressible flows</li> <li>Properties and different forms of Euler and Navier-Stokes equations</li> <li>Understand central and upwind discretization schemes for Euler and Navier-Stokes equations</li> <li>Formulation of efficient explicit and implicit solution schemes for Euler and Navier-Stokes equations</li> </ol> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ability to determine und understand the properties of truncation errors of numerical solution schemes</li> <li>Solution of boundary value problems with iterative solution schemes</li> <li>Implementation of solution schemes on different computer architectures</li> <li>Discussion of several examples of numerical flow simulation to understand different theoretical aspects in practical applications</li> <li>Discretization on different mesh types</li> </ol> <p>Several program examples will show how the theory is applied in the numerical simulation of different flow problems</p>			

Requirements Voraussetzungen	Grading / Form of Examination Benotung / Prüfungsform		
-none-	The module grading is weighted according to the CP-allocation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
TEACHING METHODS / COURSES & EXAMINATIONS LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN			
Title Titel	Duration of Examination (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)	Credit Points CP	Contact Hours SWS
Exam (Prüfung) Computational Fluid Dynamics I	120	4	0
Lecture (Vorlesung) Computational Fluid Dynamics I	0	0	2
Exercise (Übung) Computational Fluid Dynamics I	0	0	1
Exam (Prüfung) Computational Fluid Dynamics II	90	3	0
Lecture (Vorlesung) Computational Fluid Dynamics II	0	0	1
Exercise (Übung) Computational Fluid Dynamics II	0	0	1

**Module: Advanced Software Engineering**

<b>MODULE TITLE: Advanced Software Engineering</b>						
<b>MODUL TITEL: Advanced Software Engineering</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
1	1	5	4	Every Winter Semester	WS 2014/15	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Advanced Software Engineering</b></p> <p>The aim of the course is to explain students for what purposes, under which conditions and with which consequences computer systems are used for the solution of problems related to Mechanical Engineering.</p> <p>Within the first part of the course the steps from problem description to the final software solution are illustrated. This covers the topics modelling, problem elicitation and analysis, program design and an introduction to UML (Unified Modeling Language). Then the course goes on with a closer examination of the various aspects which comprise software development, concerning topics like design patterns, agile software processes and project management. Parallel to the lecture the students are given the chance to employ the theoretical input from the course in small software projects. After an introduction to Java and object-oriented programming, the students stepwise pass through the particular stages of a software development process. Moreover, a part of the exercise is implemented by using physical robots.</p>			<p><b>Advanced Software Engineering</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Students comprehend for what purposes, under which conditions and with which consequences computer systems are used for the solution of problems related to Mechanical Engineering.</li> <li>b) Students gain solid knowledge in the Software Development Life Cycle and also the main activities and core concepts in different software development phases.</li> </ul> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) They have the ability to transfer the acquired knowledge in object oriented design to different engineering problems and understand the general structure and the functionality of software.</li> </ul>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
-none-			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>						
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination</b> (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)		<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS		
Exam (Prüfung) Advanced Software Engineering	120		5	0		
Lecture (Vorlesung) Advanced oftware Engineering	0		0	2		
Exercise (Übung) Advanced Software Engineering	0		0	2		

**Module: Simulation of Discrete Event Systems**

<b>MODULE TITLE: Simulation of Discrete Event Systems</b>						
<b>MODUL TITEL: Simulation of Discrete Event Systems</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
3	1	5	4	Every Winter Semester	WS 2015/16	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Simulation of Discrete Event Systems</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition of Discrete Event Systems and fundamentals of simulation, modelling and application</li> <li>• Deterministic approaches                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Languages, various kinds of automata, automata-generated languages</li> <li>○ Properties and relations of state charts</li> <li>○ Petri nets and coverability trees</li> <li>○ Timed models</li> </ul> </li> <li>• Stochastic approaches                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Stochastic timed models</li> <li>○ Markov Chains and Variable Length</li> <li>○ Queuing models</li> <li>○ Bayesian Networks and Dynamic Bayesian Networks</li> <li>○ Event scheduling schemes and output analysis with terminating and non-terminating simulations</li> </ul> </li> </ul>			<p><b>Simulation of Discrete Event Systems</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Students know important theories and techniques for modelling discrete event systems;</li> <li>b) understand the principles of simulation based on advance approaches.</li> </ul> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Students are able to analyse real systems and build quantitative models of these systems</li> <li>b) using the proposed methods for analysis and simulation;</li> <li>c) are able to predict future states and properties of the modelled systems.</li> </ul> <p><u>Competencies:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Students have learned to describe, analyse and evaluate event systems, apply their knowledge and skills to real-life engineering systems and come to well-founded conclusions;</li> <li>b) understand how to model robust, effective and efficient systems which improve the satisfaction and the safety of the persons involved.</li> </ul>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
-none-			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>						
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination</b> (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)		<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS		
Exam (Prüfung) Simulation of Discrete Event Systems	120		5	0		
Lecture (Vorlesung) Simulation of Discrete Event Systems	0		0	2		
Exercise (Übung) Simulation of Discrete Event Systems	0		0	2		

**Module: Numerical Methods in Mechanical Engineering**

<b>MODULE TITLE: Numerical Methods in Mechanical Engineering</b>						
<b>MODUL TITEL: Numerical Methods in Mechanical Engineering</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
1	1	7	5	Every Winter Semester	WS2014/15	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Numerical Methods in Mechanical Engineering</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>From intuitional perception to the mathematical formulation of engineering problems; examples. Choice of assumptions and mathematical tools to formulate problems.</li> <li>Classes of solution methods (overview): Analytical solutions, approximate solutions, direct approximation, approximate solution after transformation of the problem.</li> <li>Classes of physical problems: discrete systems, continuous systems. Equilibrium, eigenvalue, and propagation problems.</li> <li>Integral forms.</li> <li>Weak formulation of problems.</li> <li>The Method of Weighted Residuals (WRM).</li> <li>Introduction to variational calculus.</li> <li>Functionals and Functionals associated with an integral form.</li> <li>The stationarity principle and stationarity conditions.</li> <li>Examples from mechanics.</li> <li>The method of Lagrange multipliers. Mixed and complementary formulations. Catalogue of functionals used in continuum mechanics and their specific features.</li> <li>Discretisation of integral forms. Collocation by points. Collocation by subdomains.</li> <li>Galerkin's method. Least Squares Method. Examples:</li> <li>Ritz' method. Examples.</li> <li>Numerical integration. Newton-Cotes method.</li> <li>Gauss method. Examples.</li> <li>The Finite Element Method. Shape functions, construction of finite elements.</li> <li>Matrix representation in the FEM. Stiffness matrix. Boundary conditions.</li> <li>Examples from structural engineering. Software packages in engineering.</li> </ul>			<p><b>Numerical Methods in Mechanical Engineering</b></p> <p>This course presents the theoretical background of the numerical methods commonly used in mechanical engineering. In particular, the path from the physical formulation of a problem to its mathematical formulation which is appropriate for large-scale numerical approximation methods is shown.</p> <p>After successfully completing this course, the students will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Knowledge of theoretical foundations of current numerical methods in engineering.</li> <li>Knowledge to bridge between the physical formulation of a problem and a mathematical formulation suited to numerical approximation methods.</li> <li>Comprehending the individual steps and specific transformations required for approximate numerical solution.</li> <li>Choosing an appropriate approximation technique and analyzing the results obtained by various approximation methods.</li> <li>Applying acquired knowledge to develop new approximation methods.</li> <li>Critical reflection on the consistency and correctness of numerical methods.</li> </ol> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Applying variational methods to obtain equivalent formulations of a problem of differential equations.</li> <li>Constructing basis functions compatible with the boundary conditions.</li> <li>Constructing and applying a variety of approximation methods based on the WRM (collocation by points, collocation by subdomains, Galerkin's method, least squares method, Ritz method)</li> <li>Solving constrained optimization problems by using the Lagrange Multipliers Method.</li> <li>Constructing the associated energy potential and applying the stationarity principle for a conservative mechanical problem.</li> <li>Applying tools of numerical integration.</li> </ol>			

Requirements Voraussetzungen	Grading / Form of Examination Benotung / Prüfungsform		
-none-	The module grading is weighted according to the CP-allocation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
TEACHING METHODS / COURSES & EXAMINATIONS LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN			
Title Titel	Duration of Examination (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)	Credit Points CP	Contact Hours SWS
Exam (Prüfung) Numerical Methods in Mechanical Engineering	150	7	0
Lecture (Vorlesung) Numerical Methods in Mechanical Engineering	0	0	3
Practical Session (Praktikum) Numerical Methods in Mechanical Engineering	0	0	2

**Module: Multibody Dynamics**

<b>MODULE TITLE: Multibody Dynamics</b>						
<b>MODUL TITEL: Multibody Dynamics</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
2	1	5	4	Every Summer Semester	SS 2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Multibody Dynamics</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Fundamentals</li> <li>• Fields of application</li> <li>• Model Building</li> <li>• Methods of Approach for Equivalent Models</li> <li>• Multi-body Systems</li> <li>• Determination of the Model Parameters</li> <li>• General mathematical description</li> <li>• Kinematics of Multi Body Systems</li> <li>• Position and Orientation of Bodies</li> <li>• Translational Kinematics</li> <li>• Rotational Kinematics</li> <li>• Equations of Motion</li> <li>• Lagrangian Equations of 2nd Kind</li> <li>• Newton-Euler equations</li> <li>• Linearisation</li> <li>• Eigen Value Approach</li> <li>• Undamped non-gyroscopic systems</li> <li>• Damped gyroscopic systems</li> <li>• Eigen Value Stability Criteria</li> </ul> <p>Linear Systems with Harmonic Excitation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Real Frequency Matrix</li> <li>• Complex Frequency Matrix</li> <li>• State Equation</li> <li>• System Matrix</li> <li>• Eigen Value Approach</li> <li>• Fundamental Matrix</li> <li>• Modal Matrix</li> <li>• Theorem of Cayley-Hamilton</li> <li>• Analytical Solution</li> <li>• Numerical Solution</li> <li>• Step Excitation</li> <li>• Harmonic Excitation</li> <li>• Periodical Excitation</li> </ul> <p>Introduction of Multi Body Simulation Software</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ADAMS</li> <li>• SIMPACK</li> <li>• SimMechanics</li> </ul>			<p><b>Multibody Dynamics</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>The students have a profound knowledge of theory of vibrations.</li> <li>The students are capable of comprehending, describing and analyzing vibratory systems.</li> <li>The students are familiar with the most important matrix based procedures for the calculation of eigenmotions and the behavior of linear systems under forced excitations.</li> <li>For the calculation of nonlinear system the students can select suitable program systems and carry out proper simulations.</li> </ol> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>The students have the ability of describing mathematically any mechanical system with its inherent physical effects like elasticity, damping and friction.</li> <li>The students are able to properly interpret simulation results especially under consideration of simplifications within the model compared to the real system.</li> </ol> <p><u>Competencies:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>The students are able to derive from their knowledge the necessary methods and proceedings for the analysis and synthesis of the systems in regard. Thus they are capable to solve - accessing their acquired theoretical knowledge - complex problems concerning the choice and design of industrial vibratory systems.</li> </ol>			

Hands-On-Laboratory for Multi Body Simulation Software <ul style="list-style-type: none"> <li>• ADAMS</li> <li>• SIMPACK</li> <li>• SimMechanics</li> </ul> Example <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelling</li> <li>• Determination of Parameters</li> <li>• Calculation</li> <li>• Evaluation</li> </ul>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen		<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform	
-none-		The module grading is weighted according to the CP-allocation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>	
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)	<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS
Exam (Prüfung) Multibody Dynamics	120	5	0
Lecture (Vorlesung) Multibody Dynamics	0	0	2
Exercise (Übung) Multibody Dynamics	0	0	2

**Module: Finite Element Methods for Engineers**

<b>MODULE TITLE: Finite Element Methods for Engineers</b>						
MODUL TITEL: Finite Element Methods for Engineers						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
ALLGEMEINE ANGABEN						
Term Fachsemester	Duration Dauer	Credit Points Kreditpunkte	Contact Hour SWS	Frequency Häufigkeit	Start Turnus Start	Language Sprache
1	1	5	4	Every Winter Semester	WS 2010/2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
INHALTLICHE ANGABEN						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Finite Element Methods for Engineers</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• General introduction, concept of the finite element method</li> <li>• Symbolic assembly procedure</li> <li>• Assembly procedure</li> <li>• Global and local coordinates</li> <li>• Stiffness matrix for trusses / coordinate transformation</li> <li>• Variational techniques</li> <li>• Solution of truss structures.</li> <li>• Variational techniques, Euler-Lagrange equation</li> <li>• Natural and forced boundary conditions</li> <li>• Multiple integrals, Gauss-Theorem</li> <li>• Variations of elementary algebraic functions</li> <li>• Variational principle for linear self-adjoint diff. operators</li> <li>• Solution of some classical variational problems</li> <li>• Principle of virtual work as a weak form of the momentum balance, variational principles of mechanics (Lagrange, Hu-Washizu)</li> <li>• Differential equation of a linear elastic bar, analytic solution for various load cases</li> <li>• Rayleigh-Ritz method, weighted residual approximations, Point or subdomain collocation</li> <li>• Galerkin method, least-squares method, linear elastic bar approximated by a continuous shape function</li> <li>• Displacement formulation</li> <li>• Three-field (mixed) formulation</li> <li>• Examples to weighted residual approximations</li> <li>• Requirements to shape functions</li> <li>• Continuous shape functions, piecewise defined shape functions, approximation by piecewise defined shape functions.</li> <li>• Two-dimensional problems of elasticity, triangular element, plain strain and plane stress problems</li> <li>• Torsion of a prismatic bar</li> <li>• Examples for plain strain and plane stress problems discretized by linear triangular elements</li> <li>• Axisymmetric stress analysis, 3-D stress analysis</li> <li>• Revision course</li> </ul>			<p><b>Finite Element Methods for Engineers</b></p> <p>The aim of the course is to impart the elementary knowledge about finite element methods and their application to solid and structural mechanics.</p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes.</p> <p>The students will</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>understand why the FE-Method and the other numerical methods behind are important for engineering practice</li> <li>understand the concept of FEM</li> <li>be able to find solutions for truss systems under various boundary conditions</li> <li>understand the concepts of variational calculus</li> <li>be able to find solutions for mechanical problems by using weighted residual methods</li> <li>be able to use finite element method for plane strain, plane stress and torsion problems</li> </ol>			

Requirements Voraussetzungen	Grading / Form of Examination Benotung / Prüfungsform		
-none-	The module grading is weighted according to the CP-allocation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
TEACHING METHODS / COURSES & EXAMINATIONS LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN			
Title Titel	Duration of Examination (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)	Credit Points CP	Contact Hours SWS
Exam (Prüfung) Finite Element Methods for Engineers	120	5	0
Lecture (Vorlesung) Finite Element Methods for Engineers	0	0	2
Exercise (Übung) Finite Element Methods for Engineers	0	0	2

**Compulsory courses conception of machines  
(Pflichtbereich Conception of Machines)**

**Module: Nonlinear Structural Mechanics**

<b>MODULE TITLE: Nonlinear Structural Mechanics</b>						
<b>MODUL TITEL: Nonlinear Structural Mechanics</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
2	1	5	4	Every Summer Semester	SS 2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Nonlinear Structural Mechanics</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction and motivation:</li> <li>• Brief review of FE discretisation (solid vs. shell elements)</li> <li>• Brief review of linear statics and dynamics of structures</li> <li>• Structural nonlinearity: stress stiffening/softening, buckling, effect on nonlinear vibrations</li> <li>• Review of classical kinematical hypotheses (Bernoulli / Kirchhoff-Love), shortcomings, necessity of refined hypotheses</li> <li>• Index notation, Einstein summation convention</li> <li>• Kronecker symbol and associated rules</li> <li>• Scalar and vector product, matrix multiplication in index notation</li> <li>• Convected coordinates, parameter lines for a 3-D body</li> <li>• Co- and contravariant base vectors</li> <li>• Examples: cylindrical and spherical geometry</li> <li>• Co- and contravariant metric tensor components</li> <li>• Co- and contravariant vector and tensor components</li> <li>• Vector product of base vectors, permutation tensor, metric tensor determinant</li> <li>• Surface parameter lines</li> <li>• Co- and contravariant surface base vectors, normal vector</li> <li>• Surface metric and permutation tensor</li> <li>• Equations of Gauss and Weingarten</li> <li>• Christoffel symbols</li> <li>• Curvature tensor of a surface</li> <li>• Geometrical considerations (length, area and volume elements) in the shell space, at the reference surface, at the bounding surfaces, and at the lateral boundary</li> <li>• Deformed configuration</li> <li>• Base vectors of the deformed configuration</li> <li>• Covariant derivative</li> <li>• Shifter tensor, mean and Gaussian curvature</li> <li>• Principle of virtual displacements</li> <li>• Internal and external virtual work</li> </ul>			<p><b>Nonlinear Structural Mechanics</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) The students know the important steps and features of consistent modeling of 2-D and 1-D structures for linear and nonlinear static and dynamic analysis.</li> <li>b) They know the criteria how to assess structural theories (e.g. in commercial FE-codes, in scientific publications etc.), to classify them, and to estimate the consequences of underlying hypotheses for the quality of obtainable simulation results.</li> </ul> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) The students are able to analyse static and dynamic simulation results with respect to the quality of the adopted structural model.</li> <li>b) The students can transfer theoretical models to actual engineering problems of statically or dynamically loaded beam, plate and shell structures (e.g. arbitrary geometries, arbitrary boundary conditions, arbitrary material and ply lay-up).</li> </ul> <p><u>Competencies:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) The students are able to critically assess the applicability, consistency and correctness of structural models.</li> <li>b) The students are able to use their obtained knowledge in order to develop new theoretical models in the sense of a generalization.</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition of stresses and strains</li> <li>• Strain tensor for von Kármán-type nonlinearity</li> <li>• Strain-displacement relations for tangential, transverse shear and transverse normal strains</li> <li>• First-order shear deformation hypothesis</li> <li>• Interpretation of the kinematical variables, rotations at the reference surface</li> <li>• Outlook: Refined hypotheses</li> <li>• Nonlinear strain-displacement relations for first-order shear deformation (Reissner-Mindlin) plate and shell theory</li> <li>• Transition to Kirchhoff-Love plate and shell theory / Bernoulli beam theory</li> <li>• Internal virtual work</li> <li>• Internal stress resultants</li> <li>• Theorem of Gauss</li> <li>• External virtual work (surface tractions, body forces, inertia forces)</li> <li>• Surface load couples, boundary load couples</li> <li>• Body couples, inertia couples</li> <li>• Nonlinear equilibrium equations</li> <li>• Static boundary conditions</li> </ul>			
<p><b>Requirements</b> Voraussetzungen</p>	<p><b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform</p>		
<p>-none-</p>	<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
<p><b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b></p>			
<p><b>Title</b> Titel</p>	<p><b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)</p>	<p><b>Credit Points</b> CP</p>	<p><b>Contact Hours</b> SWS</p>
<p>Exam (Prüfung) Nonlinear Structural Mechanics</p>	<p>120</p>	<p>5</p>	<p>0</p>
<p>Lecture (Vorlesung) Nonlinear Structural Mechanics</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>
<p>Exercise (Übung) Nonlinear Structural Mechanics</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>

**Module: Failure of Structures and Structural Elements**

<b>MODULE TITLE: Failure of Structures and Structural Elements</b>						
MODUL TITEL: Failure of Structures and Structural Elements						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
ALLGEMEINE ANGABEN						
Term Fachsemester	Duration Dauer	Credit Points Kreditpunkte	Contact Hour SWS	Frequency Häufigkeit	Start Turnus Start	Language Sprache
2	1	5	3	Every Summer Semester	SS 2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
INHALTLICHE ANGABEN						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Failure of Structures and Structural Elements</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recall of fundamentals in continuum mechanics</li> <li>Notion of "failure" in mechanical engineering.</li> <li>Geometry and deformation: strain tensors</li> <li>Mechanical and thermal loading: stress tensors</li> <li>Conservation laws</li> <li>Material behaviour: elasticity, elasto-plasticity, hardening, damage</li> <li>Anisotropy</li> <li>Yield-conditions and flow rules in plasticity and visco-plasticity</li> <li>Direct methods: Lower and upper bound theorems of limit analysis</li> <li>Examples of application of the theorems of limit analysis</li> <li>Direct methods: Lower and upper bound theorems of shakedown analysis</li> <li>Examples of application of shakedown theory</li> <li>Notion and concepts of fracture mechanics</li> <li>Linear elastic fracture mechanics</li> <li>Elastic-plastic fracture mechanics</li> <li>J-integral and other path-independent integrals</li> <li>Kinematic criteria</li> <li>Examples of application of fracture mechanics</li> <li>Use of finite element methods</li> <li>Software features, examples</li> </ul>			<p><b>Failure of Structures and Structural Elements</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Knowledge about the physical effects leading to failure of structures and mechanical systems:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>excessive elastic deformations,</li> <li>buckling of load carrying elements,</li> <li>permanent plastic deformations,</li> <li>material damage,</li> <li>initiation and propagation of cracks.</li> </ul> </li> <li>Predictions by means of limit and shakedown theories, failure of structures and mechanical systems under monotonic and cyclic loads and determination of corresponding load-carrying capacities.</li> <li>Modelling the phenomenon of fracture and determination of critical loads for crack propagation</li> <li>Knowledge about the most important types of failure and description of their occurrence with respect to functional requirements of mechanical elements.</li> </ol> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determination of limit loads for structures</li> <li>Modelling the phenomenon of fracture and determine critical loads for crack propagation</li> <li>Transfer theoretical and mathematical models to actual engineering problems and implementation into design codes</li> <li>State-of-the-art numerical methods for the use of failure criteria in applied mechanical engineering.</li> </ol> <p>Exercises are integrated in the lecture so that students work individually or in groups on practical examples.</p>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
-none-			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			

<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination</b> (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)	<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS
Exam (Prüfung) Failure of Structures and Structural Elements	120	5	0
Lecture (Vorlesung) Failure of Structures and Structural Elements	0	0	2
Exercise (Übung) Failure of Structures and Structural Elements	0	0	1

**Module: Machine Design Process and Practical Applications of Computer- Aided Engineering Tools**

<p><b>MODULE TITLE: Machine Design Process and Practical Applications of Computer- Aided Engineering Tools</b>  <b>MODUL TITEL: Machine Design Process and Practical Applications of Computer- Aided Engineering Tools</b></p>						
<p><b>GENERAL INFORMATION</b>  <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b></p>						
Term Fachsemester	Duration Dauer	Credit Points Kreditpunkte	Contact Hour SWS	Frequency Häufigkeit	Start Turnus Start	Language Sprache
3	1	7	5	Every Winter Semester	WS 2015/16	English
<p><b>CONTENT DETAILS</b>  <b>INHALTLICHE ANGABEN</b></p>						
<p><b>Content</b> Inhalt</p>			<p><b>Educational Objectives</b> Lernziele</p>			
<p><b>Machine Design Process and Practical Applications of Computer- Aided Engineering Tools</b></p> <p>Topic: Introduction</p> <p>Topic: Drawing Standards I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projection drawing and axonometric views</li> <li>• Elements of technical drawings</li> <li>• Dimensioning</li> </ul> <p>Topic: Drawing Standards II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Section views</li> <li>• Broken views</li> </ul> <p>Topic: Joins and Connections</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Connection types</li> <li>• Bolted connections</li> <li>• Shaft and hub connections</li> </ul> <p>Topic: Geometrical Irregularities and Tolerances</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimension tolerances</li> <li>• Form and position tolerances</li> <li>• Technical surfaces</li> </ul> <p>Topic: Bearing of Shafts</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bearing principles</li> <li>• Bearing arrangements</li> <li>• Seals</li> </ul> <p>Topic: Power Transmission</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitions and principles</li> <li>• Technical representation</li> <li>• Examples</li> </ul> <p>Topic: Engineering Design Process, Requirements List</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to design methodology</li> <li>• General process of engineering design</li> <li>• Requirements list</li> </ul>			<p><b>Machine Design Process and Practical Applications of Computer- Aided Engineering Tools</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u>                  Students</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>know the most common machine elements and applicable design rules, standards and understand production drawings including dimensions and tolerances.</li> <li>know structured problem solving strategies, esp. the engineering design process acc. to VDI 2221.</li> <li>know the structure and some examples of the body of design rules</li> <li>know the functionality of parametric 3D CAD software as well as the common modelling techniques and the workflow to produce part and assembly models and drawings.</li> </ol> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Students are able to operate commercial 3D CAD software and apply the common modelling techniques to produce part and assembly models and drawings.</li> </ol> <p><u>Competencies:</u>                  Students</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>are able to analyse and design mechanical systems using common machine elements through the ability to read and understand as well as draft assembly drawings according to ISO drawing standards and define the production specifications on machined parts through the ability of drafting production drawings according to ISO drawing standards.</li> <li>are able to identify possible restrictions on a design task and to develop and select applicable concept solutions with a systematic approach.</li> <li>are able to assess the applicability of design rules depending on effective design restrictions. Rules of embodiment design, design principles and guidelines are applied to draw up technical drafts.</li> </ol>			

<p>Topic: Conceptual Design I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Function structures and principle solutions</li> <li>• Design catalogues</li> <li>• Heuristic and analogy methods</li> </ul> <p>Topic: Conceptual Design II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematic variation, classification schemes</li> <li>• Overall solutions: morphological matrix</li> </ul> <p>Topic: Design Rules I - Essential Rules</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to design rules</li> <li>• Essential rules 'simple' and 'clear'</li> <li>• Essential rules 'safe'</li> </ul> <p>Topic: Design Rules II - Principles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principles of fault-free design, force transmission, stability and bi-stability, self-help, division of tasks</li> <li>• Topic: Design Rules III - Guidelines / DFX</li> <li>• Selected examples: design for assembly and production...</li> </ul> <p>Topic: Parametric 3D CAD</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Part Modelling</li> <li>• Assembly modelling</li> <li>• Drafting</li> </ul>			
<p><b>Requirements</b> Voraussetzungen</p>	<p><b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform</p>		
<p>-none-</p>	<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
<p><b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b></p>			
<p><b>Title</b> Titel</p>	<p><b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)</p>	<p><b>Credit Points</b> CP</p>	<p><b>Contact Hours</b> SWS</p>
<p>Exam (Prüfung) Machine Design Process and Practical Applications of Computer- Aided Engineering Tools</p>	<p>150</p>	<p>7</p>	<p>0</p>
<p>Lecture (Vorlesung) Machine Design Process and Practical Applications of Computer- Aided Engineering Tools</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>
<p>Exercise (Übung) Machine Design Process and Practical Applications of Computer- Aided Engineering Tools</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>
<p>Practical Session (Praktikum) Machine Design Process and Practical Applications of Computer- Aided Engineering Tools</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>1</p>

**Compulsory courses production (Pflichtbereich Production)**

**Module: Simulation Techniques (Modelling and Simulation) in Manufacturing Technology**

<p><b>MODULE TITLE: Simulation Techniques (Modelling and Simulation) in Manufacturing Technology</b>  <b>MODUL TITEL: Simulation Techniques (Modelling and Simulation) in Manufacturing Technology</b></p>						
<p><b>GENERAL INFORMATION</b>  <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b></p>						
Term Fachsemester	Duration Dauer	Credit Points Kreditpunkte	Contact Hour SWS	Frequency Häufigkeit	Start Turnus Start	Language Sprache
3	1	5	3	Every Winter Semester	WS 2015/16	English
<p><b>CONTENT DETAILS</b>  <b>INHALTLICHE ANGABEN</b></p>						
<p><b>Content</b>                  Inhalt</p>			<p><b>Educational Objectives</b>                  Lernziele</p>			
<p><b>Simulation Techniques (Modelling and Simulation) in Manufacturing Technology</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In the first lecture an introduction into the subject simulation techniques in manufacturing technology is given.</li> <li>The contents of the second lecture are the fundamental aspects and processes in metal forming, particular bulk forming.</li> <li>After the student have learned the fundamental aspect of metal forming, in this lecture the focus are the actual simulation techniques in metal forming.</li> <li>The forth lecture deals about the fundamental aspects and the simulation of sheet metal forming.</li> <li>In lecture no. 5 an introduction to the fundamentals and the simulation techniques in blanking and fine blanking processes is given.</li> <li>The contents of the sixth lecture are the principles of cutting processes.</li> <li>The lecture no. 7 gives a general overview about the different cutting processes.</li> <li>One method in modelling cutting processes is the usage of Finite Element Modelling (FEM). This lecture shows different current examples for the FE simulation of cutting processes.</li> <li>Lecture gives an introduction to cutting with undefined cutting edges.</li> <li>The focus of lecture no. 10 is the presentation of actual modelling methods in grinding.</li> <li>Special emphasis in lecture no. 11 will be placed on Rapid Prototyping, Rapid Tooling and Virtual Reality.</li> <li>The content of the last lecture deals about the design of process chains and technology planning.</li> </ul>			<p><b>Simulation Techniques (Modelling and Simulation) in Manufacturing Technology</b></p> <p>In the last years, the simulation of manufacturing processes has developed to an essential tool for planning and improving processes. In almost every kind of manufacturing process (e.g. forming, cutting, grinding etc.) the simulation assists the engineer in designing, optimising and controlling processes as well as designing of equipment or just to understand and predict fundamental mechanisms.</p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u>                  Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) the basic methods in modelling and simulation of selective manufacturing processes.</li> <li>b) overview of the main applicability's of simulation techniques in the following manufacturing and planning processes:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forming processes</li> <li>• Fine blanking</li> <li>• Sheet metal forming</li> <li>• Cutting processes</li> <li>• Grinding</li> <li>• Process chains</li> <li>• Virtual Reality</li> <li>• Rapid Prototyping.</li> </ul> </li> <li>c) the understanding of manufacturing processes is a basic requirement in setting up models. Therefore the lecture provides the basics of manufacturing technologies, subsequent the modelling of these processes is an objective of this lecture.</li> </ul>			

	<p><u>Abilities / Skills:</u></p> <p>d) to use commercial software like DEFORM2D and DEFORM3D. In small groups the participants work with this software supported by students who already gained experience in handling this software.</p>		
<p><b>Requirements</b> Voraussetzungen</p>	<p><b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform</p>		
-none-	<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
<p><b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</p>			
<p><b>Title</b> Titel</p>	<p><b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)</p>	<p><b>Credit Points</b> CP</p>	<p><b>Contact Hours</b> SWS</p>
Exam (Prüfung) Modelling and Simulation in Manufacturing Technology	120	5	0
Lecture (Vorlesung) Modelling and Simulation in Manufacturing Technology	0	0	2
Exercise (Übung) Modelling and Simulation in Manufacturing Technology	0	0	1

**Module: Quality Management**

<b>MODULE TITLE: QUALITY MANAGEMENT</b>						
<b>MODUL TITEL: QUALITY MANAGEMENT</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
3	1	5	4	Every Winter Semester	WS 2015/2016	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Quality Management</b></p> <p><b>01 Introduction:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The concept of quality, Quality Management structures, poor quality and defects, Deming-Chain, quality improvement and failure prevention</li> </ul> <p><b>02 Normative QM Systems:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Total Quality Management (TQM), normative quality management standards, implementation of quality management systems, auditing and certification concepts</li> </ul> <p><b>03 Strategic Quality Programs:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Strategic Quality Programs, EFQM, RADAR, Six Sigma, Sigma Levels, ACQMM (Aachener QM Modell) , Quality Stream (Statistics in the exercise)</li> </ul> <p><b>04 Quality and Economics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Quality controlling, quality cost accounting, cost-related process performance, cost-related quality performance indicators, balanced scorecard, target costing</li> </ul> <p><b>05 QM in Field Data Evaluation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Field Data analysis, Weibull-Analysis, Isochron-Diagram, MIS-Diagram</li> </ul> <p><b>06 QM in Manufacturing:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Statistical Process Control, 5S, Value Stream Mapping</li> </ul> <p><b>07 QM in the Early Phases - Focus Product:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kano-Model, Quality Function Deployment (QFD), House of Quality, TRIZ</li> </ul> <p><b>08 QM in the Early Phases - Focus Process:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Process Optimization , Design of Experiments (DoE), Factorial Designs, Shainin Methodology</li> </ul> <p><b>09 QM in the Early Phases - Deviation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Design Review, Quality Assessment, Fault Tree Analysis, FMEA, DRBFM, Rapid Quality Deployment</li> </ul> <p><b>10 QM in the Procurement:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Procurement Strategies, supplier selection, incoming inspection, accepted quality level</li> </ul> <p><b>11 Quality and Information:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Quality control loops, quality data basis, Computer Aided Quality Management (CAQ), computer-aided test planning, implementation of CAQ systems</li> </ul> <p><b>12 QM in Service Industries:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Service Engineering, Service Level Agreement, Service Blueprinting, ServQual, Vignette Techniques, Service FMEA, Conjoint Analyses</li> </ul>			<p><b>Quality Management</b> Due to the growing importance of quality assurance in industrial production and economy, the lecture "Quality Management" was initiated at the Faculty of Production Engineering.</p> <p>Quality issues of industrial applications and necessary underlying theories are emphasized during the course of this lecture. It is the main aim of this lecture to present the students with the abstract concept of <i>quality</i>, its importance and social relevance, possible organizational forms of quality systems and relating quality management methods and tools.</p> <p>During the turn, a broader perspective can also be given via discussions about more advanced and detailed topics such as strategic quality planning, balancing quality costs and quality related legal questions.</p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding: The students...</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>understand the abstract concept of quality;</li> <li>know the standards (norms);</li> <li>understand main quality issues of industrial applications;</li> <li>know necessary underlying management theories;</li> <li>understand essential quality tools, their function, the benefit and their interdependence;</li> <li>know the organization of management systems;</li> <li>know the organization of quality systems</li> </ol> <p><u>Abilities / Skills: The students...</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>have deepened their statistic knowledge;</li> <li>have improved their computer skills;</li> <li>have improved their economic thinking;</li> <li>analyse problematic quality issues;</li> <li>apply tools to contexts</li> </ol> <p><u>Competencies: The students...</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>critically assess topics such as quality planning, quality costs and quality legal questions via discussions;</li> <li>critically reflect approaches, methods and guiding principles while communicating their opinions</li> </ol>			

<b>Requirements</b> Voraussetzungen	<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform		
-none-	The module grading is weighted according to the CP-allocation • Written Exam (schriftliche Prüfung)		
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)	<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS
Exam (Prüfung) Quality Management	120	5	0
Lecture (Vorlesung) Quality Management	0	0	2
Exercise (Übung) Quality Management	0	0	2

**Module: Production Management A**

<b>MODULE TITLE: PRODUCTION MANAGEMENT A</b>						
<b>MODUL TITEL: PRODUCTION MANAGEMENT A</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
3	1	5	4	Every Winter Semester	WS 2015/2016	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Production Management A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• From Taylorism To Virtual Factory</li> <li>• Production Strategies</li> <li>• Business and Process Modelling</li> <li>• Product Planning &amp; Engineering</li> <li>• Variant Management</li> <li>• Structured Innovation Process</li> <li>• Process Planning</li> <li>• Planning for Manufacture &amp; Assembly</li> <li>• Operations Management</li> <li>• Materials Management</li> <li>• Lean Production - Production Systems</li> <li>• Technology Management I</li> <li>• Technology Management II</li> </ul>			<p><b>Production Management A</b></p> <p>Markets and manufacturing conditions are frequently changing. This imposes the necessity of long-range and intensive planning in enterprises of the manufacturing industry, as only early accommodation of actual conditions guarantees competitiveness. Students will gain knowledge which topics have to be considered in this context and how the gained knowledge can be transferred to daily business of a company. For the purposes of manufacturing engineering, Students know the following tasks that have to be carried out. After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <p>a) know and follow the problems of producing companies;</p> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <p>a) apply this knowledge to elaborate possibilities for rationalization and automation issues;</p> <p>b) able to analyze problems in all enterprise domains which are involved in the manufacturing process</p> <p><u>Competencies:</u></p> <p>a) have the ability to elaborate rationalization methods and tools</p> <p>b) find solutions best suited for the investigated subject in concerning the manufacturing domains design, operations planning and scheduling, production and assembly as well as the superior domains cost accounting, E.D.P., overall organization</p>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
None			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>						
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)		<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS		
Exam (Prüfung) Production Management A	90		5	0		
Lecture (Vorlesung) Production Management A	0		0	2		
Exercise (Übung) Production Management A	0		0	2		

**Electives courses (Wahlbereich für beide Vertiefungsrichtungen)**

**Module: Practical Introduction to FEM-Software I**

<b>MODULE TITLE: Practical Introduction to FEM-Software I</b>						
<b>MODUL TITEL: Practical Introduction to FEM-Software I</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
1	1	3	3	Every Winter Semester	WS 2014/15	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Practical Introduction to FEM-Software I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• General introduction, structure of the FEM program</li> <li>• ANSYS (GUI)</li> <li>• Modeling and calculation of truss structures with ANSYS.</li> <li>• Modeling beam structures</li> <li>• ANSYS commands, working with input files</li> <li>• Post processing for beam elements</li> <li>• General introduction to the FEM program CALCULIX</li> <li>• Modeling and calculating beam structures with CALCULIX</li> <li>• Data exchange between ANSYS &lt;-&gt; CALCULIX.</li> <li>• Introduction to 2D solid modeling in ANSYS (part 1)</li> <li>• Types of plane elements, free mesh, boundary conditions, mesh size, post processing</li> <li>• Commands for 2D Problems in CALCULIX</li> <li>• Data exchange between ANSYS &lt;-&gt; CALCULIX</li> <li>• Boundary conditions, mesh size, post processing</li> <li>• Introduction to 2D solid modeling in ANSYS (part 2)</li> <li>• Mapped mesh, bottom up / top down approach</li> <li>• ANSYS commands, heat transfer problems</li> <li>• APDL, element types, boundary conditions, h- and p-method.</li> <li>• Post processing, error estimation.</li> <li>• ANSYS 3D modeling (part 1), creating the geometry, selecting and grouping commands.</li> <li>• 3D modeling (part 2), ANSYS and CALCULIX commands, 3D element types.</li> <li>• 3D modeling (part 3), ANSYS and CALCULIX commands, extrusion of 2D Models.</li> <li>• Project work, modeling</li> <li>• Project work, modeling, solving, post processing</li> <li>• Project work, documentation, report</li> <li>• Revision course</li> </ul>			<p><b>Practical Introduction to FEM-Software I</b></p> <p>The aim of the course is to give an overview of the possibilities and an introduction to the use of FEM software.</p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p>The students will</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>have sufficient knowledge of ANSYS and CALCULIX</li> <li>obtain a practical feeling how to deal with FE programs</li> <li>understand the concept of solid modeling and automatic meshing</li> <li>understand the commands to create input-files</li> <li>know how to define boundary conditions and loads</li> </ol> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>be able to create 2D/3D FE models</li> <li>be able to solve typical linear structural and heat transfer problems</li> <li>be able to validate FE models and analyze errors</li> <li>to write a project report</li> </ol>			

Requirements Voraussetzungen	Grading / Form of Examination Benotung / Prüfungsform		
-none-	The module grading is weighted according to the CP-allocation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
TEACHING METHODS / COURSES & EXAMINATIONS LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN			
Title Titel	Duration of Examination (Minutes) Prüfungsdauer (Mi- nuten)	Credit Points CP	Contact Hours SWS
Exam (Prüfung) Practical Introduction to FEM-Software I	120	3	0
Lecture (Vorlesung) Practical Introduction to FEM-Software I	0	0	1
Practical Session (Praktikum) Practical Introduction to FEM-Software I	0	0	2

## Module: Practical Introduction to FEM-Software II

<b>MODULE TITLE: Practical Introduction to FEM-Software II</b>						
<b>MODUL TITEL: Practical Introduction to FEM-Software II</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
Term Fachsemester	Duration Dauer	Credit Points Kreditpunkte	Contact Hour SWS	Frequency Häufigkeit	Start Turnus Start	Language Sprache
2	1	3	3	Every Summer Semester	SS 2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Practical Introduction to FEM-Software II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Time depending Problems, multi load steps, sub modeling.</li> <li>• Sub modeling</li> <li>• Non-linear Material, Plasticity</li> <li>• Non-linear Material, rubber-like materials, viscoelastic</li> <li>• Composite materials.</li> <li>• Solver for non-linear problems.</li> <li>• Contact problems part 1, coupling and constraint equations.</li> <li>• Contact problems part 2, CAD-Import.</li> <li>• Harmonic response</li> <li>• Modal analysis</li> <li>• Death and birth option, harmonic response.</li> <li>• Multiphysics problems 1, heat transfer, voltage.</li> <li>• Multiphysics problems 2, heat radiation.</li> <li>• Revision course</li> </ul>			<p><b>Practical Introduction to FEM-Software II</b></p> <p>In part II of the course the considered examples are extended to nonlinear problems and applications.</p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p>The students will</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) obtain an overview about various kinds of FE calculations.</li> <li>b) get understanding of the difficulties concerned with nonlinear calculations.</li> </ul> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) be able to calculate nonlinear problems with ANSYS and CALCULIX.</li> </ul>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
Recommended: Practical Introduction to FEM-Software I			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>						
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
Title Titel	Duration of Examination (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)	Credit Points CP	Contact Hours SWS			
Exam (Prüfung) Practical Introduction to FEM-Software II	120	3	0			
Lecture (Vorlesung) Practical Introduction to FEM-Software II	0	0	1			
Practical Session (Praktikum) Practical Introduction to FEM-Software II	0	0	2			

## Module: Finite Element Methods in Lightweight Design

<b>MODULE TITLE: Finite Element Methods in Lightweight Design</b>						
<b>MODUL TITEL: Finite Element Methods in Lightweight Design</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
2	1	5	3	Every Summer Semester	SS 2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Finite Element Methods in Lightweight Design</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recapitulation of the principles of the Finite Elements Method</li> <li>Limitation of elements</li> <li>Selection criteria</li> <li>Pre/Postprocessing</li> <li>meshing, incompatible meshes</li> <li>Isoparametric element family</li> <li>Numerical integration schemes</li> <li>Numerical Integrating schemes</li> <li>Element locking</li> <li>Reduced integration to avoid locking</li> <li>Dynamic problems</li> <li>Introduction and fundamental equations</li> <li>Finite element formulation</li> <li>Eigenvalue problems</li> <li>Integration in the time domain (implicit and explicit)</li> <li>Modal superposition</li> <li>Condensation techniques</li> <li>substructure</li> <li>static condensation</li> <li>dynamic condensation</li> <li>Introduction to nonlinear analysis</li> <li>Geometric nonlinearities</li> <li>Material nonlinearities</li> <li>Iteration procedures</li> <li>Stability behaviour of structures</li> <li>Fundamental equations</li> <li>Linear stability analysis</li> <li>Introduction to contact problems</li> <li>Finite Elements procedures</li> <li>Introduction to crash and impact</li> <li>Integration schemes</li> <li>Hourglass oscillation</li> <li>Energy balance</li> <li>Element deletion techniques</li> <li>Strain-rate dependent material behavior</li> </ul>			<p><b>Finite Element Methods in Lightweight Design</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge and Understanding:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) know the mechanical and mathematical relations used in the Finite Element Method.</li> <li>b) understand the structural problems to be solved and the underlying fundamentals of the solution methods that are provided by commercial codes.</li> </ul> <p><u>Abilities / Skills:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) are able to apply the Finite Element Method properly in order to achieve reliable numerical results for linear structural problems.</li> <li>b) are able to analyse the Finite Element models according to the desired field of application, taking the assumptions of solution methods into account.</li> </ul> <p><u>Competencies:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) have learned to work with commercial codes and to find those solutions from the software handbook that are suited best for the investigated structural problem.</li> <li>b) are able to interpret the achieved numerical results and evaluate their correctness.</li> </ul>			

Requirements Voraussetzungen	Grading / Form of Examination Benotung / Prüfungsform		
-none-	The module grading is weighted according to the CP-allocation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
TEACHING METHODS / COURSES & EXAMINATIONS LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN			
Title Titel	Duration of Examination (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)	Credit Points CP	Contact Hours SWS
Exam (Prüfung) Finite Element Methods in Lightweight Design	120	5	0
Lecture (Vorlesung) Finite Element Methods in Lightweight Design	0	0	2
Exercise (Übung) Finite Element Methods in Lightweight Design	0	0	1

## Module: Micro- and Macrosimulation of Casting Processes

<b>MODULE TITLE: Micro- and Macrosimulation of Casting Processes</b>						
<b>MODUL TITEL: Micro- and Macrosimulation of Casting Processes</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
Term Fachsemester	Duration Dauer	Credit Points Kreditpunkte	Contact Hour SWS	Frequency Häufigkeit	Start Turnus Start	Language Sprache
1	1	4	3	Every Winter Semester	WS 2014/15	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Micro- and Macrosimulation of Casting Processes</b></p> <p>General overview</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• transport phenomena in solidification processes</li> <li>• conservation equations for a solid-liquid mixture</li> <li>• discretization of the transport phenomena</li> <li>• FV and FE methods, hybrid FE-CV method, upwind schemes</li> <li>• Transient thermal simulation of casting processes</li> <li>• Modelling of phase changes</li> <li>• 3-D net radiation method</li> <li>• industrial applications</li> <li>• Process optimization and calibration</li> <li>• definition of an optimization problem: objective function, constraints</li> <li>• application: optimization of the Bridgman investment casting process of turbine blades</li> <li>• calibration of the mould/cast heat transfer coefficient</li> <li>• Thermomechanical analysis (I)</li> <li>• nonlinear material models (elastoplasticity, viscoplasticity)</li> <li>• finite element discretization</li> <li>• modelling of the coherent mushy zone</li> <li>• Thermomechanical analysis(II)</li> <li>• heat transfer model function of gap or contact</li> <li>• master/slave contact algorithm</li> <li>• industrial applications</li> <li>• Mould filling simulation</li> <li>• Equations and fluid flow properties</li> <li>• surface capturing/tracking methods (e.g. VOF)</li> <li>• industrial applications</li> <li>• Introduction to microsimulation</li> <li>• phenomena of microstructure evolution</li> <li>• thermodynamic calculation of phase diagrams</li> <li>• kinetics of nucleation</li> <li>• cellular automaton versus phase field method</li> <li>• Phase field theory (I)</li> <li>• thermodynamical background</li> <li>• motion driven by mean curvature</li> <li>• Phase field theory (II): thermal dendrites</li> <li>• moving free boundary problem</li> <li>• dendritic growth modes (Ivantsov solution)</li> <li>• coupling to temperature</li> <li>• industrial applications</li> </ul>			<p><b>Micro- and Macrosimulation of Casting Processes</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Thermal and thermomechanical simulation of casting processes,</li> <li>Casting processes (investment, chill, high pressure die, gravity, ...)</li> <li>Numerical methods for latent heat release during solidification, for radiation exchange</li> <li>Phase field approach to predict microstructure formation</li> <li>Free surface in mold filling</li> <li>High temperature behavior of materials, mainly the unknown mushy state</li> </ol> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>to select an appropriate numerical scheme for the simulation of solidification processes (thermal, thermomechanical and mould filling analysis)</li> <li>to specify the correct boundary conditions for a thermal and/or mechanical analysis of a casting process, e. g. to choose the appropriate radiation B.C: either with free surface radiation or with view factors</li> <li>to analyse the results (cooling curve, stress-strain evolution) of the macro-simulation of the considered casting process</li> <li>to set-up a transient nonlinear thermomechanical analysis with mould/metal interaction</li> <li>to understand the evolution of different microstructures during cooling processes</li> </ol> <p><u>Competencies:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>For a specific casting process, identification of the most relevant transport phenomena to be modelled</li> <li>Modification of a thermal and/or thermo-mechanical analysis model for another casting process.</li> <li>Knowledge about different dendritic growth morphologies occurring during solidification and modelled via the phase-field approach.</li> </ol>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phase field theory (III)</li> <li>• coupling to solute diffusion</li> <li>• coupling to fluid flow</li> <li>• multicomponent phase field model</li> <li>• Macrosimulation tutorial with CASTS</li> <li>• sand casting of steel lever</li> <li>• Bridgman casting of a cluster of three single-crystal turbine blades</li> <li>• Microsimulation tutorial with MICRESS</li> <li>• eutectic solidification</li> <li>• equiaxed dendritic solidification</li> </ul>			
<p><b>Requirements</b> Voraussetzungen</p>	<p><b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge in numerical methods (e.g. finite element method)</li> <li>• Basic knowledge in materials science and continuum mechanics</li> <li>• Conservation equations</li> <li>• Numerical methods to solve systems of PDEs</li> <li>• Notion of thermodynamics (e.g. phase diagrams)</li> </ul>	<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
<p><b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</p>			
<p><b>Title</b> Titel</p>	<p><b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)</p>	<p><b>Credit Points</b> CP</p>	<p><b>Contact Hours</b> SWS</p>
<p>Exam (Prüfung) Micro- and Macrosimulation of Casting Processes</p>	<p>120</p>	<p>4</p>	<p>0</p>
<p>Lecture (Vorlesung) Micro- and Macrosimulation of Casting Processes</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>
<p>Exercise (Übung) Micro- and Macrosimulation of Casting Processes</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>1</p>

**Module: Welding and Joining Technologies**

<b>MODULE TITLE: WELDING AND JOINING TECHNOLOGIES</b>						
<b>MODUL TITEL: WELDING AND JOINING TECHNOLOGIES</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
2	1	5	4	Every Summer Semester	SS2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Welding and Joining Technologies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction</li> <li>- Welding of steel</li> <li>- Gas Fusion Welding</li> <li>- Manual Metal Arc Welding</li> <li>- Submerged Arc Welding</li> <li>- TIG Welding</li> <li>- Plasma Welding</li> <li>- MIG Welding</li> <li>- Electro Gas Welding</li> <li>- Electro Slag Welding</li> <li>- Pressure Welding</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistance Welding</li> <li>- Electron Beam Welding</li> <li>- Laser Beam Welding</li> <li>- Special Processes</li> <li>- Mechanisation / Automation</li> <li>- Sensor Technology</li> <li>- Brazing</li> <li>- Mechanical Joining / Adhesive Bonding</li> <li>- Essentials in Design and Calculation</li> </ul>			
<p><b>Welding and Joining Technologies</b></p> <p>Welding is an interdisciplinary technology. All fields of industrial manufacturing require the joining of individual parts to functional groups. Many welding and cutting technologies are applicable for this purpose. After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <p>a) know and understand the main welding technologies</p> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <p>b) capable to select the suitable welding technologies for a welding task and to substantiate the selection by specifying the advantages and the disadvantages of the individual methods</p>						
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
None			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>						
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)		<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS		
Exam (Prüfung) Welding and Joining Technologies	120		5	0		
Lecture (Vorlesung) Welding and Joining Technologies			0	2		
Exercise (Übung) Welding and Joining Technologies			0	2		

## Module: Modelling, Model Reduction and Simulation in Laser Processing I

<b>MODULE TITLE: Modeling, Model Reduction and Simulation in Laser Processing I</b>						
<b>MODUL TITEL: Modeling, Model Reduction and Simulation in Laser Processing I</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
Term Fachsemester	Duration Dauer	Credit Points Kreditpunkte	Contact Hour SWS	Frequency Häufigkeit	Start Turnus Start	Language Sprache
2	1	5	4	Every Summer Semester	SS 2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Modeling, Model Reduction and Simulation in Laser Processing I</b></p> <p>Overview of contents, definition of the 10 learning targets</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>the contribution of the engineer to the interactive co-operation of scientific disciplines</li> <li>main features of the theory of cognition (Karl Popper)</li> <li>laser radiation, Helmholtz equation, reduced model: SVE-approximation</li> <li>Learning target 1: gaussian beam, beam guiding and forming</li> <li>reflection, transmission and absorption of light</li> <li>Learning target 2: reduced model of the Fresnel Formulae for the limiting case of small displacement current, optical parameters</li> <li>technical task and examples: cutting with laser radiation</li> <li>Learning target 3: quality features of the high quality cut</li> <li>physical task of cutting and identification of quality defined processing domains</li> <li>Learning target 4: relation of physical phenomena to the built up of quality degradations</li> <li>technical task and examples: drilling with laser radiation</li> <li>physical task and 5 dominant phenomena</li> <li>Learning target 5: quality features of the drilled hole</li> <li>mathematical modelling Ia: time scales</li> <li>degrees of freedom in phase space of dependent variables</li> <li>separation of time scales in simple dynamical systems</li> <li>Learning target 6a: separation of time scales</li> <li>mathematical modelling Ib: length scales</li> <li>thermal boundary layer in heat conduction with moving boundaries</li> <li>Learning target 6b: separation of length scales</li> <li>mathematical modelling IIa: Free Boundary Problems (FBP) for the solid phase</li> <li>reduced model for the FBP : motion of the melting front, integral methods, variational formulation</li> <li>Learning target 7: heating and melting phase of ablation</li> </ul>			<p><b>Modeling, Model Reduction and Simulation in Laser Processing I</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Free Boundary Problems and integral methods of solution</li> <li>Non-linear stability analysis using spectral methods</li> <li>Analysis of the structural stability of model equations</li> <li>Knowledge about at least 3 types of laser systems, temporal and spatial distribution of laser radiation, Fresnel-number, invariant quantity of light propagation</li> <li>Understanding the structure of solution for the Helmholtz-equation, diffraction, 5 parameter pairs of optical material equations, transmission, reflection, absorption, Fresnel Formulae, polarisation of matter and radiation</li> <li>Knowing and understanding the 5 different, dominant phenomena of drilling, welding and cutting with laser radiation</li> <li>Knowledge about the physical meaning of the terms contained in the Navier-Stokes equations for mass, momentum, and energy balance</li> <li>Knowledge about the main properties of the solution in the asymptotic case of thin film flow (boundary layer)</li> <li>Knowledge about the effect of dissipation in distributed dynamical systems (inertial manifold) and about examples for the application of methods for the reduction of the dimension in dissipative systems</li> <li>Understanding and performing the separation of length and time scales in simple systems</li> <li>Understand the interactive cooperation of scientists from engineering, physics and mathematics for application of model based methods for diagnosis in laser processing</li> </ol>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>mathematical modelling IIb: FBP for the liquid phase</li> <li>Navier-Stokes equations, material equations and boundary values</li> <li>mathematical model reduction: melt flow</li> <li>reduced model for thin film flow</li> <li>Learning target 8: boundary character, integral and spectral methods</li> <li>model reduction and solution with controlled error: melt flow at low Reynolds-number</li> <li>structural stability of the reduced model: lubrication approximation, fingering and droplet formation</li> <li>Learning target 9: creeping flow and expansion with respect to the Reynolds-number, exact solution of a model problem for arbitrary Reynolds-number</li> <li>global properties of the solution of balance equations for mass, momentum and thermal energy</li> <li>Learning target 10: scales for the choice of processing parameters in cutting and drilling</li> <li>concluding discussion of the learning targets</li> <li>actual research and development of laser processing</li> </ul>	<p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Application of model based methods for solving practical tasks from discussion of project examples</li> <li>b) Application of the relation between dynamical properties of the solution and quality features of the product as well as productivity of the process for drilling and cutting</li> </ul>		
<p><b>Requirements</b> Voraussetzungen</p>	<p><b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform</p>		
<p>-none-</p>	<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
<p><b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b></p>			
<p><b>Title</b> Titel</p>	<p><b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)</p>	<p><b>Credit Points</b> CP</p>	<p><b>Contact Hours</b> SWS</p>
<p>Exam (Prüfung) Modeling, Model Reduction and Simulation in Laser Processing I</p>	<p>120</p>	<p>5</p>	<p>0</p>
<p>Lecture (Vorlesung) Modeling, Model Reduction and Simulation in Laser Processing I</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>
<p>Exercise (Übung) Modeling, Model Reduction and Simulation in Laser Processing I</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>

**Module: Mechatronics and Control Techniques for Production Plants**

<b>MODULE TITLE: MECHATRONICS AND CONTROL TECHNIQUES FOR PRODUCTION PLANTS</b>						
<b>MODUL TITEL: MECHATRONICS AND CONTROL TECHNIQUES FOR PRODUCTION PLANTS</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
1	1	5	4	Every Winter Semester	WS 2014/2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Mechatronics and Control Techniques for Production Plants</b></p> <p>Introduction to Mechatronics and control for production</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of mechatronic systems</li> <li>- Construction of feed drives</li> </ul> <p>Information processing in mechatronic systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Theory and examples of embedded systems</li> <li>- Programmable logic circuits</li> </ul> <p>Measurement systems and sensors</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Position and angle measuring systems</li> <li>- Acceleration and vibration measurement</li> </ul> <p>Mechanical control</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Single and multi-spindle turning machines</li> <li>- Further developments</li> </ul> <p>Gripping technology</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gripping principles</li> <li>- Sensor technology and applications</li> </ul> <p>Position control of feed drives</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control concept of a machine axis</li> <li>- Accuracy and synchronous control of multi-axis</li> </ul> <p>Numerical Control 1: structure, programming, CAM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construction of NC controls</li> <li>- NC programming process</li> </ul> <p>Numerical Control 2: Interpolation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kinematic transformations and compensations</li> <li>- Interpolation</li> </ul> <p>Industrial robots and handling systems, robot control</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure and kinematic transformations</li> <li>- RC programming</li> </ul> <p>Programmable Logic Control (PLC) and motion control (MC)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentals of information Processing</li> <li>- Programmable Controllers</li> </ul> <p>Signal processing, process and condition monitoring</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tasks of process and condition monitoring</li> <li>- Use of sensors and signal processing</li> </ul>			<p><b>Mechatronics and Control Techniques for Production Plants</b></p> <p>Students get familiar with the structure, the design and the engineering process of mechatronic systems.</p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) understand the characteristics of the behavior and control of feed axes in machine tools;</li> <li>b) know different types of sensors and their application within machine tools</li> </ol> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) apply this knowledge to create control programs in different programming tools</li> <li>b) get to know the essential features and applications of logical, numerical and motion controls of machines</li> </ol>			

Mechatronic Engineering, Simulation environments for virtual commissioning <ul style="list-style-type: none"> <li>- Essentials of modeling of mechatronic systems</li> <li>- Behavior modeling and data management</li> <li>- Introduction: complexity of software and systems</li> </ul>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen		<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform	
Recommended: Machine Tools		The module grading is weighted according to the CP-allocation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung)</li> </ul>	
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)	<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS
Exam (Prüfung) Mechatronics and Control Techniques For Production Plants	120	5	0
Lecture (Vorlesung) Mechatronics and Control Techniques For Production Plants	0	0	2
Exercise (Übung) Mechatronics and Control Techniques For Production Plants	0	0	2

**Electives courses conception (Wahlbereich Conception of Machines)**

**Module: Fundamentals of Light Weight Design**

<b>MODULE TITLE: Fundamentals of Lightweight Design</b>						
<b>MODUL TITEL: Fundamentals of Lightweight Design</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
1	1	4	3	Every Winter Semester	WS 2014/15	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Fundamentals of Lightweight Design</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Lightweight Design</li> <li>• Motivation, definitions, concepts</li> <li>• Special aspects of light structures</li> <li>• Materials used in Lightweight Design</li> <li>• Equations of continuum mechanics</li> <li>• Idealization of structures</li> <li>• Equilibrium conditions                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Statically determined support of 2-dim and 3-dim structures</li> <li>○ Determination of external and internal forces</li> </ul> </li> <li>• 2-dim and 3-dim truss type structures                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ General equations</li> <li>○ Design concepts</li> </ul> </li> <li>• Beams loaded in bending and shear                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ General equations</li> </ul> </li> <li>• Differential equation of shear rigid beams</li> <li>• Matrix formulations: transfer matrix, stiffness matrix</li> <li>• Shear flexible beam</li> <li>• Shear deformation</li> <li>• Shear flow in thin walled beams                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Open cross section</li> <li>○ Closed cross section</li> <li>○ Shear center</li> </ul> </li> <li>• Plastic bending                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Combined normal and bending load</li> </ul> </li> <li>• Torsion of beams (St. Venants Torsion)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Solid sections</li> <li>○ Closed thin walled sections</li> <li>○ Open thin walled sections</li> <li>○ Bending Torsion</li> </ul> </li> <li>• Introduction to shear web theory</li> <li>• Open and closed section beams</li> <li>• 2-dim shear web structures</li> <li>• rectangular, parallelogram, trapezoidal and general 4node webs</li> <li>• 3-dim shear web structures</li> </ul>			<p><b>Fundamentals of Lightweight Design</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge and Understanding:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) know methods to pre-design lightweight structures for various loading and boundary conditions.</li> <li>b) understand the conception of structure idealisation and analytical calculation tools in lightweight structural design.</li> </ul> <p><u>Abilities / Skills:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) are able to calculate stresses and deformations of thin-walled lightweight structures and to design them properly, taking into account the appropriate idealisation as well as the assumptions of the theory.</li> <li>b) are able to analyse lightweight structures according to their desired field of application.</li> </ul> <p><u>Competencies:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) have learned to solve structural problems by application of engineering approaches.</li> <li>b) are able to assess the validity of results of numerical simulation software.</li> <li>c) are able to evaluate existing structural concepts, develop ideas for improvements and communicate their results.</li> </ul>			

Requirements Voraussetzungen	Grading / Form of Examination Benotung / Prüfungsform		
-none-	The module grading is weighted according to the CP-allocation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
TEACHING METHODS / COURSES & EXAMINATIONS LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN			
Title Titel	Duration of Examination (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)	Credit Points CP	Contact Hours SWS
Exam (Prüfung) Fundamentals of Lightweight Design	120	4	0
Lecture (Vorlesung) Fundamentals of Lightweight Design	0	0	2
Exercise (Übung) Fundamentals of Lightweight Design	0	0	1

**Module: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students I**

<b>MODULE TITLE: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students I</b>						
<b>MODUL TITEL: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students I</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
1	1	5	4	Every Winter Semester	WS 2014/15	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notion of the vector space</li> <li>• Geometrical illustration of vectors</li> <li>• Examples of vector spaces</li> <li>• Basis and dimension of the vector space</li> <li>• Components of a vector, summation convention</li> <li>• Scalar product of vectors, Euclidean space</li> <li>• Orthonormal basis</li> <li>• Dual basis</li> <li>• Second-order tensor as a linear mapping</li> <li>• Right and left mapping</li> <li>• Tensor product</li> <li>• Representation of a tensor with respect to a basis</li> <li>• Change of the basis, transformation rules</li> <li>• Special operations with second-order tensors</li> <li>• Tensor functions, exponential tensor function</li> <li>• Transposition, symmetric and skew-symmetric tensors</li> <li>• Inversion</li> <li>• Scalar product of tensors</li> <li>• Decomposition of second-order tensors</li> <li>• Vector and tensor valued functions, differential calculus</li> <li>• Coordinates in Euclidean space, tangent vectors</li> <li>• Coordinate transformation, covariant and contravariant components</li> <li>• Gradient, covariant derivative</li> <li>• Christoffel symbols, representation of the covariant derivative</li> <li>• Mock-Examination</li> </ul>			<p><b>Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students I</b></p> <p>Tensor algebra is the language of modern continuum mechanics and material theory.</p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p>The students will</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>be able to read and understand modern scientific literature in this area, formulate and interpret tensor identities in absolute as well as index notation.</li> <li>understand principles of differential geometry and field theory</li> </ol> <p>The students will</p> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>be able to apply field operators</li> </ol>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
-none-			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			

<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination</b> (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)	<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS
Exam (Prüfung) Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I	120	5	0
Lecture (Vorlesung) Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I	0	0	2
Exercise (Übung) Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I	0	0	2

**Module: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students II**

<b>MODULE TITLE: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students II</b>						
<b>MODUL TITEL: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students II</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
2	1	5	4	Every Summer Semester	SS 2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Three-dimensional vector fields</li> <li>• Divergence and curl</li> <li>• Eigenvalue problem for second-order tensors</li> <li>• Eigenvalues and eigenvectors</li> <li>• Characteristic polynomial</li> <li>• Principal invariants of a second-order tensor</li> <li>• Relationships between principal invariants, principal traces and eigenvalues</li> <li>• Spectral representation and eigenprojections</li> <li>• Spectral decomposition of symmetric tensors</li> <li>• Cayley-Hamilton theorem</li> <li>• Scalar-valued isotropic tensor functions</li> <li>• Representations of isotropic tensor functions</li> <li>• Scalar-valued anisotropic tensor functions</li> <li>• Rychlewski's theorem</li> <li>• Material symmetry</li> <li>• Isotropic, transversely isotropic and orthotropic materials</li> <li>• Derivatives of scalar-valued tensor functions</li> <li>• Tensor differentiation rules</li> <li>• Derivatives of principal invariants, principal traces and eigenvalues of a second-order tensor</li> <li>• Constitutive relations for hyperelastic materials</li> <li>• Tensor-valued isotropic tensor functions</li> <li>• Representation theorem</li> <li>• Example: constitutive relations for isotropic and anisotropic elastic materials</li> <li>• Mock-Examination</li> </ul>			<p><b>Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students II</b></p> <p>Additionally to the results of the first part of the course, the students obtain the following learning outcomes:</p> <p>The students will</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <p>a) acquire knowledge of material symmetry.</p> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <p>a) be able to formulate constitutive relations for isotropic and anisotropic materials like fiber-reinforced composites or soft biological tissues</p> <p>b) be able to formulate various balance equations for solids and fluids in absolute and index notation on the basis of the field theory and differential calculus</p>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
Recommended: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			

<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination</b> (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)	<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS
Exam (Prüfung) Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II	120	5	0
Lecture (Vorlesung) Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II	0	0	2
Exercise (Übung) Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II	0	0	2

**Electives courses production (Wahlbereich Production)**

**Module: Machine Tools**

<b>MODULE TITLE: MACHINE TOOLS</b>						
<b>MODUL TITEL: MACHINE TOOLS</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
1	1	5	4	Every Winter Semester	WS 2014/2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Machine Tools</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L1: An introduction to the machine tool design and machine tools for forming</li> <li>• E1: Metal-forming machines</li> <li>• L2: Metal-cutting machines with geometrically defined and undefined cutting edges</li> <li>• E2: Tour around the shop floor of WZL and IPT</li> <li>• L3: Design of mounts and mount components with respect to the static behavior</li> <li>• E3: Design of structural components and software tools for the design of machine tools</li> <li>• L4: Finite-Element-Analysis, Multi- Body- Simulation, Machine Foundations</li> <li>• E4: Finite-Element-Analysis</li> <li>• L5: Hydrodynamic, hydrostatic and aerostatic bearings and guidance systems</li> <li>• E5: Calculation of hydrostatic sildeways</li> <li>• L6: Linear guidance systems, ball screws, bearings, spindle bearing systems, seals and covers</li> <li>• E6: Guideways, Bearings, Spindle Bearing Systems, Ball Screws, Seals</li> <li>• L7: Measuring instruments, geometric and kinematic behavior of machine tools</li> <li>• E7: Geometrical, static and thermal characteristics of machine tools</li> <li>• L8: Metrological investigation of the static and dynamic behavior of machine tools,acoustic behavior of machine tools</li> <li>• E8: Principles of Noise Measurement and Rating</li> <li>• L9: Metrological analysis of the dynamic behavior of machine tools</li> <li>• E9: Metrological analysis of the dynamic behavior of machine tools</li> <li>• L10: Drives and inverters</li> <li>• E10: Drives</li> <li>• L11: Structure of Feed Drives, Mechanical Components of Feed Drives, Position Measuring Systems and Control Systems</li> <li>• E11: Layout of the mechanical components of feed drives</li> <li>• L12: Programmable logic controllers, numerical controls, NC programming</li> <li>• E12: Manual programming of machine tools</li> </ul>			<p><b>Machine Tools</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) know the most important types of production machinery, and understand their properties and their most relevant parameters as well as the general context</li> </ul> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) able to determine and calculate the corresponding mechanical and electrical properties;</li> <li>b) apply this knowledge and able to transfer calculation procedures to related topics</li> </ul>			

<b>Requirements</b> Voraussetzungen	<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform		
None	The module grading is weighted according to the CP-allocation • Written Exam (schriftliche Prüfung)		
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN			
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)	<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS
Exam (Prüfung) Machine Tools	120	5	0
Lecture (Vorlesung) Machine Tools	0	0	2
Exercise (Übung) Machine Tools	0	0	2

**Module: Manufacturing Technology I**

<b>MODULE TITLE: Manufacturing Technology I</b>						
<b>MODUL TITEL: Manufacturing Technology I</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
1	1	5	4	Every Winter Semester	WS 2014/2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Manufacturing Technology I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to manufacturing technology</li> <li>• Measuring and testing in manufacturing technology</li> <li>• Principles of machining with geometrically defined cutting edges</li> <li>• Cutting criteria</li> <li>• Cutting materials, tools and lubricants</li> <li>• Applications of processes with defined cutting edge</li> <li>• Principles of cutting with undefined cutting edges</li> <li>• Grinding tools and grinding wheel preparation</li> <li>• Applications of processes with undefined cutting edge</li> <li>• Material removal manufacturing processes (EDM, ECM)</li> <li>• Laser and high pressure water jet machining</li> <li>• Additive manufacturing (RP, RT)</li> </ul>			<p><b>Manufacturing Technology I</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) get an overview on manufacturing technologies. They know and understand the principles of cutting, forming, material removal and additive manufacturing.</li> <li>b) know and understand process parameters, cutting and forming criteria, tool and workpiece characteristics.</li> </ul> <p><u>Abilities / Skills:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) apply this knowledge and are able to choose the right manufacturing processes with regard to geometrical and functional workpiece properties.</li> <li>b) are able to estimate the effects of process parameter variations on forces, tool life, wear mechanisms and rim zone characteristics.</li> </ul> <p><u>Competences:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) critically analyse company decisions with technological background and communicate the assessments to non-specialist audiences.</li> <li>b) optimize manufacturing processes and assess possible consequences on part functionality.</li> </ul>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
None			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>						
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)		<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS		
Exam (Prüfung) Manufacturing Technology I	90		5	0		
Lecture (Vorlesung) Manufacturing Technology I	0		0	2		
Exercise (Übung) Manufacturing Technology I	0		0	2		

**Modul: Manufacturing Technology II**

<b>MODULE TITLE: Manufacturing Technology II</b>						
<b>MODUL TITEL: Manufacturing Technology II</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
2	1	5	4	Every Summer Semester	WS 2014/2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Manufacturing Technology II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metal-based Materials</li> <li>• Tool Materials</li> <li>• Powder Metallurgy</li> <li>• Tribology</li> <li>• Near Surface Damages and Functional Surfaces</li> <li>• High-Speed Machining</li> <li>• Bulk and Sheet Metal Forming</li> <li>• Computer-aided Technology Planning</li> <li>• Hybrid Manufacturing Methods</li> <li>• Productivity and Profitability</li> <li>• Manufacturing of Optical Components</li> <li>• Manufacturing of Components for Mobility</li> <li>• Manufacturing Methods for Toolmaking</li> </ul>			<p><b>Manufacturing Technology II</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>c) get a deeper understanding in technologically comprehensive topics like material science and tribology.</li> <li>d) know and understand the mechanisms to improve the performance of powder metallurgical, cutting, forming and hybrid processes.</li> </ul> <p><u>Abilities / Skills:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>c) apply this knowledge and are able to assess manufacturing processes with regard to near surface damages and functional surfaces.</li> <li>d) are able to evaluate processes by calculation of key figures for productivity, profitability and reliability.</li> </ul> <p><u>Competences:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>c) critically analyze company decisions with technological background and communicate the assessments to non-specialist audiences.</li> <li>d) are familiar with the latest trends in seminal branches like optical components, mobility and toolmaking.</li> </ul>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
Recommended: Manufacturing Technology I			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>						
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)	<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS			
Exam (Prüfung) Manufacturing Technology II	90	5	0			
Lecture (Vorlesung) Manufacturing Technology II	0	0	2			
Exercise (Übung) Manufacturing Technology II	0	0	2			

**Module: Production Metrology**

<b>MODULE TITLE: Production Metrology</b>						
<b>MODUL TITEL: Production Metrology</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
2	1	5	4	Every Summer Semester	SS 2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Production Metrology</b></p> <p><u>Introduction</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Relevance of metrology for quality assurance and its integration in production processes.</li> </ul> <p><u>Metrological principles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Metrological concepts and definitions (Calibration, Uncertainty etc.)</li> </ul> <p><u>Tolerancing</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Form and positional tolerances, tolerancing principles and fundamentals</li> </ul> <p><u>Inspection Planning</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tasks and workflow of inspection planning, Procedure for creation of inspection plans</li> </ul> <p><u>Shop floor measuring devices/ Measuring sensors</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Commonly used manual inspection devices for the shop floor, Function and application of inductive, capacitive and pneumatical sensors</li> </ul> <p><u>Optoelectronic inspection devices</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Optical inspection systems for geometry testing and applications</li> </ul> <p><u>Form and surface inspection devices</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tactile and optical system for the characterisation of forms and surfaces, surfaces parameters</li> </ul> <p><u>Coordinate measurement technology</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Principles, types and applications of coordinate measuring machines</li> </ul> <p><u>Gauging inspection</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Form and positional gauging, Gauging Procedures</li> </ul> <p><u>Statistical fundamentals</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Statistical parameters for the description of production and</li> <li>measuring processes, tests on normal distribution</li> </ul>			<p><b>Production Metrology</b></p> <p>The aim of this lecture is to create the awareness, that "measuring" comprehends a lot more than plain data acquisition and that metrology is a vital part of modern production processes.</p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u> Students</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>know the function and the responsibility of metrology for production</li> <li>know the theoretical essentials which have to be taken into consideration while the measuring process is planned, controlled, analysed, are discussed</li> <li>know current measuring principles and devices in the field of industrial production</li> <li>know statistical essentials being necessary for analysis of the measured values</li> </ol> <p><u>Abilities / Skills:</u> Students</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>are able to define measuring task on the basis of given features</li> <li>are able to select adequate measuring devices for measuring tasks</li> <li>are able to interpret measuring results</li> </ol> <p><u>Competencies:</u> Students</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>can make their decision (having arguments) on using metrology within production</li> <li>have learned to make decisions concerning measurement on the base of different parameters</li> </ol>			

<p><u>SPC. Process Capability</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Statistical analysis and control of processes, Process capability indices</li> </ul> <p><u>Inspection device management</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tasks and procedures of inspection device management, Calculation of measuring device capability, Calibration chain</li> </ul>			
<p><b>Requirements</b> Voraussetzungen</p>	<p><b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform</p>		
<p>-none-</p>	<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
<p><b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b></p>			
<p><b>Title</b> Titel</p>	<p><b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)</p>	<p><b>Credit Points</b> CP</p>	<p><b>Contact Hours</b> SWS</p>
<p>Exam (Prüfung) Production Metrology</p>	<p>120</p>	<p>5</p>	<p>0</p>
<p>Lecture (Vorlesung) Production Metrology</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>
<p>Exercise (Übung) Production Metrology</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>

**Module: Industrial Engineering**

<b>MODULE TITLE: INDUSTRIAL ENGINEERING</b>						
<b>MODUL TITEL: INDUSTRIAL ENGINEERING</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
1	1	5	4	Every Winter Semester	WS 2014/2015	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Industrial Engineering</b></p> <p>Work as a Scientific Field of Research</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of industrial engineering</li> <li>• Trends and challenges in the field of industrial engineering</li> </ul> <p>Industrial Organization and Work Organization</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classification of industrial organization and work organization in modern industries</li> <li>• Modelling options of structure organization and process organization</li> <li>• Principles of function and object oriented order processing</li> <li>• Traditional industrial organizations and trends</li> <li>• Methods of activity planning and scheduling</li> </ul> <p>Work Organization within Direct and Indirect Departments</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The phenomenon "organization"</li> <li>• Characteristics of direct and indirect departments</li> <li>• Types of work organization in direct and indirect departments</li> </ul> <p>Work and Time Study I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The operational purpose of time data</li> <li>• REFA types of activities and REFA types of times</li> <li>• Methods for the determination of time data</li> <li>• The REFA Stop Watch Time Study method and the work sampling method</li> </ul> <p>Work and Time Study II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The principles of the sequence-analytic time modelling (predetermined motion-time systems)</li> <li>• Application of MTM („Methods Time Measurement")</li> </ul> <p>Ergonomic Design and Usability Engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Design criteria and requirements of ergonomic design</li> <li>• Anthropometric design</li> <li>• Methods for the analysis of movement-, sight- and reaching-areas</li> <li>• Computer aided design and evaluation aids Computer and Office Work</li> <li>• Conventional and modern components of a computer workstation</li> <li>• Overview of display technologies</li> <li>• Aspects of work psychology</li> <li>• Risk assessment for computer work stations</li> <li>• Office concepts</li> </ul>			<p><b>Industrial Engineering</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <p>a) know and understand the essentials of work science covering technical, organizational and personnel aspects.</p> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <p>a) able to interpret respective work situations, predict consequences and future work system states</p> <p><u>Competencies:</u></p> <p>a) able to independently scrutinize and discuss the proposed methods and theories and also judge their applicability.</p> <p>b) by using the methods students are able to analyze work systems according to various practical problems.</p> <p>c) able to apply the theoretical models, methodologies and practical techniques to problem solution and work system design in modern enterprises</p>			

<p>Ergonomic Work Place Design in Production Areas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Different types of physical and muscular work</li> <li>• Factors influencing spine damage</li> <li>• Methods for assessing the danger of spine damage at work places</li> <li>• Physiological principles of work place design</li> </ul> <p>Occupational Risk Prevention (ORP)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Effects of occupational safety for the company and national economy</li> <li>• Terms of safety science</li> <li>• Technical, organizational and personal measures of occupational risk prevention</li> </ul> <p>Work Ecology - Noise and Hazardous Substances</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physical and psychological measurement categories of sound</li> <li>• Noise induced hearing damages</li> <li>• Organizational and personal noise control</li> <li>• Taxonomy and effects of hazardous substances</li> </ul> <p>Work Ecology II - Illumination</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physical and physiological essentials of illumination</li> <li>• Effects of lighting on work performance and health</li> <li>• Measurement of light</li> <li>• Relevance of illumination for workplace design</li> </ul> <p>Remuneration and Motivation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forms of remuneration</li> <li>• Relationship between remuneration and motivation</li> <li>• Approaches to job evaluation</li> </ul> <p>Interorganizational Cooperation and Suitable Information</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technological (IT) Support</li> <li>• Terms of network technology</li> <li>• Software tools for the support of coordination, cooperation and communication</li> <li>• Effects of the technology on enterprises and employees</li> <li>• Forms of organizations and conditions suitable for the use of network technology</li> </ul>			
<p><b>Requirements</b> Voraussetzungen</p>	<p><b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform</p>		
<p>None</p>	<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>		
<p><b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b></p>			
<p><b>Title</b> Titel</p>	<p><b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)</p>	<p><b>Credit Points</b> CP</p>	<p><b>Contact Hours</b> SWS</p>
<p>Exam (Prüfung) Industrial Engineering</p>	<p>120</p>	<p>5</p>	<p>0</p>
<p>Lecture (Vorlesung) Vorlesung Industrial Engineering</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>
<p>Exercise (Übung) Übung Industrial Engineering</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>

**Module: Control Engineering**

<b>MODULE TITLE: Control Engineering</b>						
<b>MODUL TITEL: Control Engineering</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
1	1	2	2	Every Winter Semester	WS 2014/15	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Control Engineering</b></p> <p>Significance of control theory, examples of biological and biomedical control loops, functional diagrams, linearization, set up and solving of differential equations, stability, features in time domain of dynamical systems, Laplace transform, transfer function, frequency response, functional diagram algebra, features in frequency domain of dynamical systems, bode diagram, Nyquist plot, Linear control loop elements, principle and goals of controller design, algebraic stability criteria, steady state analysis and transient performance of a control loop, controller setting rules, Nyquist stability criterion, phase margin, gain margin, controller design in bode diagram.</p>			<p><b>Control Engineering</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) know, recognize and classify the most common linear control loop elements</li> <li>b) the effects of feedback and apply different methods to set up feedback elements (controllers) such that predefined control goals are met</li> </ul> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) to analyze dynamical, biological and biomedical systems and identify the relevant causalities</li> <li>b) to employ different mathematical descriptions of dynamical systems</li> <li>c) to solve differential equations by means of Laplace transform</li> <li>d) to assess of the stability of dynamical systems by using different methods</li> <li>e) to obtain, interpret and employ the frequency response of dynamical systems</li> </ul>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
Basic knowledge in mathematics as defined in the examination regulations.			The module grading is weighted according to the CP-allocation • Written Exam (schriftliche Prüfung)			
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>						
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)		<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS		
Exam (Prüfung) Control Engineering	120		2	0		
Lecture (Vorlesung) Control Engineering	0		0	1		
Exercise (Übung) Control Engineering	0		0	1		

**Compulsory non-technical (Zusatzbereich beider Vertiefungsrichtungen)**

**Modul: German Language Course**

<b>MODULE TITLE: German Language Course</b>						
<b>MODUL TITEL: Deutschkurs</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
1	1	6	4	Every Winter Semester	WS 2014/15	German
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>German Language Course</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Getting to know someone</li> <li>• Introducing oneself</li> <li>• City explorations</li> <li>• Orientation in the city</li> <li>• Techniques: learning and remembering words</li> <li>• Buying groceries</li> <li>• Communication on the phone</li> <li>• Techniques: learning grammar systematically</li> <li>• Calendar, festivities</li> <li>• Holidays</li> <li>• Learning and forgetting</li> <li>• Learning psychology</li> <li>• German newspapers</li> <li>• Reading habits</li> <li>• When in Rome, do as the Romans do</li> <li>• Intercultural experience</li> <li>• Media</li> <li>• Geographic German studies</li> <li>• Inventions and progress</li> <li>• Between cultures</li> <li>• Environmental protection/problems</li> <li>• Project Europe</li> <li>• Job market Germany</li> <li>• Applications</li> <li>• CVs</li> </ul>			<p><b>German Language Course</b></p> <p>After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Knowledge on German Culture and Cultural Studies;</li> <li>b) Qualification to accomplish everyday communication within university surroundings (dormitory, cafeteria etc.)</li> <li>c) Understanding cultural situations at German universities</li> </ul> <p><u>Abilities / Skills:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Prerequisites for culturally adequate application documents for internships (CV, letter of motivation);</li> </ul>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
-none-			<p>The module grading is weighted according to the CP-allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written Exam (schriftliche Prüfung) or</li> <li>• Oral Exam (mündliche Prüfung)</li> </ul>			

<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>			
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination</b> (Minutes) Prüfungsdauer (Minuten)	<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS
Exam (Prüfung) German Language Course	200	6	0
Lecture (Vorlesung)	0	0	2
Exercise (Übung) German Language Course	0	0	2

**Modul: Industrial Internship**

<b>MODULE TITLE: Industrial Internship</b>						
<b>MODUL TITEL: Industrial Internship</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
4	9 weeks	9	-	Every Summer Semester	SS 2016	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
See Guidelines for Practical Work Experience			See Guidelines for Practical Work Experience			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading / Form of Examination</b> Benotung / Prüfungsform			
-none-			-none-			
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>						
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)		<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS		
Report (Bericht), Colloquium	-		9	0		

**Modul: Mini Thesis**

<b>MODULE TITLE: Mini Thesis</b> <b>MODUL TITEL: Mini Thesis</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b> <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
3	260 h	9	-	Every Winter Semester	WS 2015/2016	English
<b>CONTENT DETAILS</b> <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<b>Mini Thesis</b>  Completed academic paper, which is written under supervision. The students work out an outline with their tutors, determine partial tasks and aids and also appoint the required amount of time necessary for fulfilling the task.			<b>Mini Thesis</b>  The students learn the approach and processing of academic themes, their documentation and written interpretation under intensive supervision. They acquire the methodology of systematic academic research.			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading</b> Benotung			
-none-			The module grading is weighted according to the CP-allocation <ul style="list-style-type: none"> <li>Mini-Thesis (written paper, 40-70 pages)</li> </ul>			
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b> <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)		<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS		
Mini Thesis	260h		9	0		

**Modul: Master Thesis**

<b>MODULE TITLE: MASTER THESIS - RWTH</b>						
<b>MODUL TITEL: MASTERARBEIT</b>						
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Term</b> Fachsemester	<b>Duration</b> Dauer	<b>Credit Points</b> Kreditpunkte	<b>Contact Hour</b> SWS	<b>Frequency</b> Häufigkeit	<b>Start</b> Turnus Start	<b>Language</b> Sprache
4	4 months	20	-	Every Summer Semester	SS 2016	English
<b>CONTENT DETAILS</b>						
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Content</b> Inhalt			<b>Educational Objectives</b> Lernziele			
<p><b>Master Thesis</b></p> <p>Completed academic paper which shall show that the students are capable of independently processing a problem related to their subject according to academic methods within a set deadline.</p>			<p><b>Master Thesis</b></p> <p>The students learn the independent approach and processing of academic themes, their documentation and written interpretation within a set deadline. They acquire systematic academic research.</p>			
<b>Requirements</b> Voraussetzungen			<b>Grading</b> Benotung			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Industrial internship</li> <li>- Mini Thesis</li> <li>- Minimum 92 ECTS</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• The grade will be formed from the arithmetical average according to § 9 (1) of the examination regulations.</li> </ul>			
<b>TEACHING METHODS / COURSES &amp; EXAMINATIONS</b>						
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Title</b> Titel	<b>Duration of Examination (Minutes)</b> Prüfungsdauer (Minuten)		<b>Credit Points</b> CP	<b>Contact Hours</b> SWS		
Master Thesis (Masterarbeit)	80 Pages		20	0		
Master Thesis Colloquium (Masterarbeitskolloquium)	30 Min.			0		

## Anlage 2: Studienverlaufspläne

**Study branch: Conception of Machines**  
**Studienrichtung: Conception of Machines**

Module	CP	WS			SS			WS			SS			SWS
		L	E	P	L	E	P	L	E	P	L	E	P	
<b>Compulsory Courses</b>														
Numerical Methods in Mechanical Engineering	7	3		2										5
Finite Element Methods for Engineers	5	2	2											4
Advanced Software Engineering	5	2	2											4
Continuum Mechanics	5				2	2								4
Multibody Dynamics	5				2	2								4
Computational Fluid Dynamics I & II*	7				2	1		1	1					5
Simulation of Discrete Event Systems	5							2	2					4
Nonlinear Structural Mechanics	5				2	2								4
Failure of Structures and Structural Elements	5				2	1								3
Machine Design Process and Practical Applications of Computer-Aided Engineering Tools	7							2	2	1				5
<b>Total Compulsory Courses</b>	<b>56</b>	<b>17</b>			<b>24</b>			<b>15</b>						
<b>Elective Courses - 20 CP to be taken **</b>														
Micro- and Macrosimulation of Casting Processes	4	2	1											3
Practical Introduction to FEM-Software I	3	1		2										3
Mechatronics and Control Techniques for Production Plants	5	2	2											4
Fundamentals of Light Weight Design	4	2	1											3
Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students I	5	2	2											4
Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineering Students II	5				2	2								4
Finite Element Methods in Lightweight Design	5				2	1								3
Welding and Joining Technologies	5				2	2								4
Modelling, Model Reduction and Simulation in Lasers Processing I	5				2	2								4
Practical Introduction to FEM-Software II	3				1		2							3
<b>Total Elective Courses</b>	<b>20</b>													
German Language Course	6	2	2											4
Industrial Internship	9										9 weeks			
Mini Thesis	9							260 h						
Master Thesis	20										4 months			
<b>Total</b>	<b>120</b>													

**Orange highlighted: Specialisation courses for the track: Conception of Machines**

CP = Credit Points

SS = Summer Semester

WS = Winter Semester

L = Lecture

E = Excercise

P = Practical Session

SWS = Weekly Semester Hours (Semesterwochenstunden)

**Study branch: Production**  
**Studienrichtung: Production**

Module	CP	WS			SS			WS			SS			SWS
		L	E	P	L	E	P	L	E	P	L	E	P	
<b>Compulsory Courses</b>														
Finite Element Methods for Engineers	5	2	2											4
Numerical Methods in Mechanical Engineering	7	3		2										5
Advanced Software Engineering	5	2	2											4
Continuum Mechanics	5				2	2								4
Multibody Dynamics	5				2	2								4
Computational Fluid Dynamics I & II*	7				2	1		1	1					5
Simulation of Discrete Event Systems	5							2	2					4
Quality Management	5							2	2					4
Modelling and Simulation in Manufacturing Technology	5							2	1					3
Production Management A	5							2	2					4
<b>Total Compulsory Courses</b>	<b>54</b>		<b>17</b>			<b>14</b>			<b>23</b>					
<b>Elective Courses - 22 CP are to be taken</b>														
Mechatronics and Control Techniques for Production Plants	5	2	2											4
Micro- and Macrosimulation of Casting Processes	4	2	1											3
Practical Introduction to FEM-Software I	3	1		2										3
Control Engineering	2	1	1											2
Machine Tools	5	2	2											4
Manufacturing Technology I	5	2	2											4
Industrial Engineering	5	2	2											4
Manufacturing Technology II	5				2	2								4
Production Metrology	5				2	2								4
Welding and Joining Technologies	5				2	2								4
Finite Element Methods in Lightweight Design	5				2	1								3
Practical Introduction to FEM-Software II	3				1		2							3
Modelling, Model Reduction and Simulation in Lasers Processing I	5				2	2								4
<b>Total Elective Courses</b>	<b>22</b>													
German Language Course	6	2	2											4
Industrial Internship	9											9 weeks		
Mini Thesis	9							260 h						
Master Thesis	20											4 months		
<b>Total</b>	<b>120</b>													

- CP = Credit Points
- SS = Summer Semester
- WS = Winter Semester
- L = Lecture
- E = Excercise
- P = Practical Session
- SWS = Weekly Semester Hours (Semesterwochenstunden)

**Blue highlighted: Specialisation courses for the track: Production of Machines**

- \*The credits are divided into 4CP+3CP
- \*\*Recommendation for elective courses (22 CP total):
- 1. Sem. max. 7 CP
- 2. Sem. max. 15 CP

## Anhang

## 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 Master-Studiums 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 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 Master-Studiengang 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 Master-Studiengang 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.

**Zusatzmodul**

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