

## Amtliche Bekanntmachungen

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

Nr. 2011/058	27.06.2011	Redaktion: Sylvia Glaser
S. 1 - 67		Telefon: 80-99087

**Prüfungsordnung**  
**für den Master-Studiengang**  
**Biomedical Engineering**  
**der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen**

**vom 21.06.2011**

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

## Inhaltsübersicht

### I. Allgemeines

- § 1 Geltungsbereich und akademischer Grad
- § 2 Ziel des Studiums und Sprachenregelung
- § 3 Zugangsvoraussetzungen
- § 4 Regelstudienzeit, Studienumfang und Leistungspunkte
- § 5 Anmeldung und Zugang zu Lehrveranstaltungen
- § 6 Prüfungen und Prüfungsfristen
- § 7 Formen der Prüfungen
- § 8 Zusätzliche Module
- § 9 Bewertung der Prüfungsleistungen und Bildung der Noten
- § 10 Prüfungsausschuss
- § 11 Prüfende und Beisitzende
- § 12 Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen und Einstufung in höhere Fachsemester
- § 13 Wiederholung von Prüfungen, der 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
3. Richtlinien für die berufspraktische Tätigkeit (Anmerkung: Muss fachspezifisch erstellt werden)

Anhang: Glossar

## I. Allgemeines

### § 1

#### Geltungsbereich und akademischer Grad

- (1) Diese Prüfungsordnung gilt für den Master-Studiengang Biomedical Engineering.
- (2) Bei erfolgreichem Abschluss des Master-Studiums verleiht die Medizinische Fakultät den akademischen Grad eines Master of Science RWTH Aachen University (M. Sc. RWTH).

### § 2

#### Ziel des Studiums und Sprachenregelung

- (1) Im Master-Studiengang Biomedical Engineering werden die im jeweiligen Bachelor-Studiengang erworbenen Kenntnisse auf biomedizinische Aspekte verbreitert und vertieft, so dass die Absolventin bzw. der Absolvent zur Behandlung komplexer Fragestellungen und insbesondere zur selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit im Fachgebiet Biomedical Engineering befähigt werden.
- (2) Bei dem Master-Studiengang handelt es sich um einen konsekutiven Master-Studiengang.
- (3) Das Studium findet in englischer Sprache statt.
- (4) Die Master-Arbeit wird in englischer Sprache abgefasst.

### § 3

#### Zugangsvoraussetzungen

- (1) Zugangsvoraussetzung ist ein anerkannter erster Hochschulabschluss in einem der Fächer Maschinenbau, Mechatronik, Automatisierungstechnik, Chemieingenieur, Elektrotechnik, Computer Sciences, Informationstechnik, Mathematik, Medizin, Zahnmedizin, Biologie, Biotechnologie, Chemie, Biochemie, Physik und Biophysik durch den die fachliche Vorbildung für den Masterstudiengang nachgewiesen wird. Anerkannt sind Hochschulabschlüsse, die durch eine zuständige staatliche Stelle des Staates, in dem die Hochschule ihren Sitz hat, genehmigt oder in einem staatlich anerkannten Verfahren akkreditiert worden sind.
- (2) Für die fachliche Vorbildung im Sinne des Absatzes 1 ist es erforderlich, dass die Studienbewerberin bzw. der Studienbewerber in den nachfolgend aufgeführten Bereichen über die für ein erfolgreiches Studium im Masterstudiengang Biomedical Engineering erforderlichen Kenntnisse verfügt:
  - Mathematics: percent calculations, rule of proportion, functions and equations, inequalities, differentiation, integration, systems of linear equations, basic knowledge of algebra, trigonometric and logarithmic functions, differential equation, 1. and 2. order, partial fraction decomposition, calculating with complex numbers and polynomials of n-th degree.
  - Physics: sufficient knowledge of mechanics, electromagnetism, geometric optics and nuclear physics (atomic structure etc.)
  - Chemistry/Biochemistry: Atomic bonding, electronegativity of the main group elements, polarity of covalent bonds, nucleophiles and electrophiles.
  - Organic chemistry: Nomenclature, Identification and reactivity of the most important functional groups, basic reaction mechanisms (radical, electrophilic substitution, nucleophilic substitution, elimination), aromaticity.

Die drei Fächerbereiche müssen inhaltlich alle im Rahmen von insgesamt 60 SWS im unter Absatz 1 genannten Studium abgedeckt werden.

Zusätzlich wird von den Bewerbern der erfolgreiche Nachweis des Graduate Record Examination (GRE) General Test verlangt. Bildungsinländerinnen bzw. Bildungsinländer und Studienbewerberinnen und -bewerber, die die Staatsangehörigkeit eines Mitgliedsstaates der Europäischen Union oder des Europäischen Wirtschaftsraumes (EWR) besitzen und die Hochschulzugangsberechtigung in einem EU- oder EWR-Staat erworben haben (EU-Angehörige), sind von dieser Regelung ausgenommen.

- (3) Für den Studiengang ist die ausreichende Beherrschung der englischen Sprache von den Studienbewerbern nachzuweisen. Ist Englisch die Muttersprache der Studienbewerberin bzw. des Studienbewerbers, entfällt die Erbringung des Sprachnachweises. In Zweifelsfällen entscheidet der Prüfungsausschuss über das Vorliegen hinreichender Kenntnisse.

Es werden folgende Nachweise anerkannt:

- a) Test of English as Foreign Language (TOEFL) "Internet-based" Test (IBT) mit einem Ergebnis von mindestens 80 Punkten
  - b) TOEFL "Paper-based" Test (PBT) mit einem Ergebnis von mindestens 550 Punkten
  - c) IELTS-Test mit einem Ergebnis von mindestens 6.0
  - d) Cambridge Test – Certificate in Advanced English level C (CAE)
- (4) 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 Studienabschlusses absolvierten Studieninhalte festgelegt, dies geschieht in Absprache mit der Studienkoordinatorin bzw. dem Studienkoordinator bzw. der Fachstudienberaterin bzw. dem Fachstudienberater.
- (5) 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.
- (6) Es gilt die Richtlinie für die Zulassung ausländischer Bewerberinnen und Bewerber zum Studium an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (Ausländerrichtlinien) in der jeweiligen Fassung.
- (7) Studienbewerberinnen und Studienbewerber, die schon einen Masterstudiengang an der RWTH oder an anderen Hochschulen studiert haben, müssen vor der Einschreibung bzw. bei der Umschreibung in diesen Studiengang beim hiesigen Prüfungsausschuss die Anrechnung bisher erbrachter positiver und negativer Prüfungsleistungen beantragen, um eingeschrieben bzw. umgeschrieben werden zu können.

#### **§ 4**

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

- (1) Die Regelstudienzeit beträgt einschließlich der Anfertigung der Master-Arbeit vier Semester (zwei Jahre). Das Studium kann nur im Winter-Semester aufgenommen werden.

- (2) Das Studium ist modular aufgebaut. Die einzelnen Module beinhalten die Vermittlung bzw. Erarbeitung eines Stoffgebietes und der entsprechenden Kompetenzen. Eine Beurteilung der Studienergebnisse durch eine Prüfung oder eine andere Form der Bewertung muss vorgesehen werden. Das Studium enthält einschließlich des Moduls Master-Arbeit insgesamt 28 Module. Alle Module sind im Modulkatalog definiert (s. Anlage 2).
- (3) Kandidatinnen und Kandidaten mit einem Abschluß in Medizin oder Zahnmedizin werden anstelle der Module „Anatomy“ und „Physiology“ die beiden Module „Mathematics“ und „Physics“ belegen. Kandidaten mit einem Abschluß in Biologie oder Biotechnologie werden anstelle der Module „Biology/Molecular Biology“ und „Chemistry/Biochemistry“ die beiden Module „Mathematics“ und „Physics“ belegen. Kandidaten mit einem Abschluß in Maschinenbau oder Mechatronik werden anstelle der beiden Module „Mechanic/Bio-mechanic“ und „Fluid Mechanic“ die Module „Experimental Medicine“ und „Methodical Design“ belegen. Kandidaten mit einem Abschluß in Elektrotechnik oder Automatisierungstechnik werden anstelle der beiden Module „Control Engineering“ and „Electrical Engineering“ die Module „Experimental Medicine“ und „Biomedical Sensors and Microsystems“ belegen. In begründeten Ausnahmefällen kann der Prüfungsausschuß auch eine andere Fächerwahl definieren. Die Feststellung erfolgt durch den Prüfungsausschuss, der die Studienbewerberinnen und Studienbewerber sowie das Zentrale Prüfungsamt entsprechend informiert. Auf begründeten Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten prüft der Prüfungsausschuss, ob auch andere Fächer ersetzt werden können.
- (4) Die in den einzelnen Modulen erbrachten Prüfungsleistungen werden gemäß § 9 bewertet und gehen mit Leistungspunkten (Credit Points (CP)) gewichtet in die Gesamtnote ein. CP werden nicht nur nach dem Umfang der Lehrveranstaltung vergeben, sondern umfassen den durch ein Modul verursachten Zeitaufwand der Studierenden für Vorbereitung, Nacharbeit und Prüfungen (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.
- (5) Der Studienumfang beläuft sich zuzüglich der Master-Arbeit auf 57 Semesterwochestunden (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 Creditanzahl ein.
- (6) Die RWTH stellt durch ihr Lehrangebot sicher, dass die Regelstudienzeit eingehalten werden kann, dass insbesondere die für einen Studienabschluss erforderlichen Module und die zugehörigen Prüfungen sowie die Master-Arbeit im vorgesehenen Umfang und innerhalb der vorgesehenen Fristen absolviert werden können.

## § 5

### Anmeldung und Zugang zu Lehrveranstaltungen

- (1) Die Lehrveranstaltungen des Master-Studiengangs Biomedical Engineering stehen den für diesen Studiengang eingeschriebenen oder als Zweithörerin bzw. Zweithörer zugelassenen Studierenden sowie grundsätzlich Studierenden anderer Studiengänge und Gasthörerinnen und Gasthörern der RWTH zur Teilnahme offen. Für jede Lehrveranstaltung ist eine Anmeldung über ein modulares Anmeldeverfahren erforderlich. Anmeldefrist und Anmeldeverfahren werden per Aushang oder im CAMPUS-Informationssystem rechtzeitig bekannt gegeben. Alternativ kann eine Anmeldung von den Studierenden direkt beim Dozenten erfolgen. Eine Orientierungsabmeldung von einer Lehrveranstaltung, die über ein Semester

läuft, ist bis zum letzten Freitag im Mai bzw. November möglich (Orientierungsphase). Im Falle einer Orientierungsabmeldung bei semesterfixierten Pflichtveranstaltungen erfolgt eine Wiederanmeldung zur nächsten turnusmäßigen Lehrveranstaltung und es ist keine erneute Abmeldung von der Veranstaltung möglich. Abweichend davon ist bei Blockveranstaltungen eine Abmeldung bis einen Tag vor dem ersten Veranstaltungstag möglich.

- (2) Machen es der angestrebte Studienerfolg, die für eine Lehrveranstaltung vorgesehene Vermittlungsform, Forschungsbelange oder die verfügbare Kapazität an Lehr- und Betreuungspersonal erforderlich, die Teilnehmerzahl einer Lehrveranstaltung zu begrenzen, so erfolgt dies nach Maßgabe des § 59 Abs. 2 HG. Dabei sind Studierende, die im Rahmen ihres Studiengangs auf den Besuch einer Lehrveranstaltung angewiesen sind vorrangig zu berücksichtigen (semesterfixierte Pflichtleistung bzw. Wahlpflichtleistung). Als weitere Kriterien werden in der nachfolgenden Reihenfolge gesetzt: die semestervariable Pflichtleistung bzw. Wahlpflichtleistung, die Wahlleistung. (§ 6 Abs. 1) und die freiwillige Zusatzleistung (gemäß § 8 Abs. 1) und der freie Zugang (Absatz 1).

## § 6

### Prüfungen und Prüfungsfristen

- (1) Die Gesamtheit der Master-Prüfung besteht aus den Prüfungsleistungen zu den einzelnen Modulen sowie der Master-Arbeit. Die Fachprüfungen und die Masterarbeit werden in englischer Sprache durchgeführt bzw. verfasst. 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.
- (2) Für den Besuch von Lehrveranstaltungen ist eine modulare Anmeldung erforderlich. Mit der Anmeldung zur Lehrveranstaltung in Pflichtmodulen und Wahl- und Zusatzmodulen 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 vorgesehenem Zeitpunkt besuchen. Die genauen An- und Abmeldeverfahren werden per Aushang, Mail oder im CAMPUS- Informationssystem bekannt gegeben. Die Meldung zu einer Prüfung ist zugleich eine bedingte Meldung zu den Wiederholungsprüfungen. § 5 Abs. 1 bleibt hiervon unberührt.
- (4) Der Prüfungsausschuss sorgt dafür, dass in jedem Prüfungszeitraum zu den zur Master-Prüfung gehörenden Fächern des jeweiligen Semesters Prüfungen erbracht werden können.
- (5) Die gesetzlichen Mutterschutzfristen, die Fristen der Elternzeit und die Ausfallzeiten aufgrund der Pflege und Erziehung von Kindern im Sinne des § 25 Abs. 5 Bundesausbildungsförderungsgesetz sowie aufgrund der Pflege der Ehegattin bzw. des Ehegatten, der eingetragenen Lebenspartnerin bzw. des eingetragenen Lebenspartners oder einen in gerader Linie Verwandten oder ersten Grades Verschwägerten sind zu berücksichtigen.

- (6) Macht die Kandidatin bzw. der Kandidat durch ein ärztliches Zeugnis glaubhaft, dass sie bzw. er wegen länger andauernder oder ständiger körperlicher Behinderung oder chronischer Krankheit nicht in der Lage ist, eine Prüfung ganz oder teilweise in der vorgesehenen Form abzulegen, hat die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin bzw. dem Kandidaten zu gestatten, gleichwertige Prüfungsleistungen in einer anderen Form zu erbringen. Bei der Festlegung von Pflichtpraktika bzw. verpflichtenden Auslandsaufenthalten sind Ersatzleistungen zu gestatten, wenn diese aufgrund der Beeinträchtigung auch mit Unterstützung durch die Hochschule nicht nachgewiesen werden können.
- (7) Beurlaubte Studierende sind nicht berechtigt, an der RWTH Leistungsnachweise zu erwerben oder Prüfungen abzulegen. Dies gilt nicht für die Wiederholung von nicht bestandenen Prüfungen und für Leistungsnachweise (Erfahrungsberichte) für das Auslands- oder Praxissemester selbst. Außerdem gilt dies nicht, wenn die Beurlaubung aufgrund der Pflege und Erziehung von Kindern im Sinne des § 25 Abs. 5 Bundesausbildungsförderungsgesetz sowie aufgrund der Pflege der Ehegattin bzw. des Ehegatten, der eingetragenen Lebenspartnerin bzw. des eingetragenen Lebenspartners oder eines in gerader Linie Verwandten oder im ersten Grad Verschwägerten erfolgt.

## § 7 Formen der Prüfungen

- (1) Eine Prüfung ist im Regelfall eine Klausurarbeit oder eine mündliche Prüfung. Prüfungen können aber auch in Form eines Referates oder einer Hausarbeit 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. Die Fachprüfungen werden studienbegleitend abgelegt.
- (2) Die endgültige Form der Prüfung auch im Fall von alternativen Möglichkeiten und die zugelassenen Hilfsmittel werden in der Regel zu Beginn der Lehrveranstaltung, spätestens bis vier Wochen vor dem Prüfungstermin durch den Prüfenden bekannt gegeben. § 13 Abs. 5 bleibt davon unberührt. Der Prüfungstermin und der Name der oder des Prüfenden müssen spätestens bis Mitte Mai bzw. Mitte November per Aushang, Mail oder im Campus-Informationssystem bekannt gegeben werden. Ebenso ist mitzuteilen, wie die Einzelbewertung der Prüfungen in die Gesamtbewertung der Prüfung zu der Lehrveranstaltung einfließen.
- (3) Der Besuch von Vorlesungen wird empfohlen. Übungen, Praktika und Seminare sind anwesenheitspflichtig.
- (4) 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 Einzelprüfung beträgt pro Kandidatin bzw. Kandidat mindestens 15 Minuten und höchstens 45 Minuten. Die Dauer einer mündlichen Gruppenprüfung wird entsprechend der Personenzahl angepasst. Pro Person wird in der Gruppenprüfung mindestens 30 Minuten berechnet. 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.

- (5) 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.
- (6) In den **Klausurarbeiten** soll die Kandidatin bzw. der Kandidat nachweisen, dass sie bzw. er in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln ein Problem mit den geläufigen Methoden des Faches erkennen und Wege zu einer Lösung finden kann. Die Dauer einer Klausur beträgt 4 Credits bis zu 90 Minuten, bei 5 Credits bis zu 120 Minuten und bei 7 Credits bis zu 180 Minuten.
- (7) Im Rahmen von Klausuren können auch Multiple Choice Aufgaben gestellt werden. Einzelheiten der Bewertung sind § 9 Abs. 2 bis 3 zu entnehmen.
- (8) Jede Klausurarbeit ist von der bzw. dem Prüfenden zu stellen und 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.
- (9) Ein **Referat** ist ein Vortrag von mindestens 15 und höchstens 30 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.
- (10) Im Rahmen einer **schriftlichen Hausarbeit** wird eine eng umrissene, wissenschaftliche Aufgabenstellung aus dem Bereich der Lehrveranstaltung ggf. unter Heranziehung der einschlägigen Literatur und weiterer geeigneter Hilfsmittel sachgemäß und selbständig bearbeitet und geeigneten Lösungen zugeführt. Die Hilfsmittel werden zusammen mit der Aufgabenstellung bekannt gegeben. § 7 Abs.7 Satz 2 gilt entsprechend. Die Bearbeitungszeit für die schriftliche Hausarbeit richtet sich nach den dafür vergebenen Leistungspunkten, wobei je Leistungspunkt von einer Bearbeitungszeit von 30 Stunden ausgegangen wird. Die schriftliche Hausarbeit kann von jeder bzw. jedem im Master-Studiengang selbstständig Lehrenden ausgegeben und betreut werden. Wissenschaftliche Mitarbeiter(innen) können an der Betreuung mitwirken.
- (11) 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 wird das Fachwissen der Studierenden, das experimentelle Geschick und die Qualität der wissenschaftlichen Ausarbeitung (Praktikumsprotokoll) bewertet. Werden die Praktika in Kleingruppen durchgeführt, wird die Leistung der bzw. des Studierenden bewertet.



- (12) Klausuren können auch in Form von e-Tests abgelegt werden. E-Tests sind multimedial gestützte Prüfungsleistungen, die in der Regel von zwei Prüfenden erarbeitet werden. Sie bestehen zum Beispiel in der Bearbeitung von Freitextaufgaben, Lückentexten und Zuordnungsaufgaben. Vor der Durchführung multimedial gestützter Prüfungsaufgaben ist sicherzustellen, dass die elektronischen Daten eindeutig identifiziert sowie unverwechselbar und dauerhaft den Studierenden zugeordnet werden können. Die Prüfung ist in Anwesenheit einer fachlich sachkundigen Person (Protokollführend bzw. Protokollführender) im Sinne von § 11 durchzuführen. Über den Prüfungsverlauf ist ein Protokoll anzufertigen, das die Namen der bzw. des Protokollführenden sowie der teilnehmenden Studierenden, Beginn und Ende der Prüfung sowie eventuell besondere Vorkommnisse enthält. Den Studierenden ist gemäß § 21 Einsicht in die multimediale Prüfung zu gewähren.

## **§ 8**

### **Zusätzliche Module**

- (1) Die Kandidatin bzw. der Kandidat kann aus dem Block freiwilliger Fächer sich in weiteren, frei wählbaren Fächern einer Prüfung unterziehen.
- (2) Das Ergebnis der Prüfung in diesen Fächern 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
- a) 60 % der gestellten Fragen zutreffend beantwortet sind oder
  - b) die Zahl der zutreffend beantworteten Fragen um nicht mehr als 22 % die durchschnittliche Prüfungsleistung der Kandidatinnen und Kandidaten unterschreitet, die erstmals an der Prüfung teilgenommen haben.

- (3) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat gemäß Absatz 2 die Mindestzahl der Aufgaben richtig beantwortet und damit die Prüfung bestanden, so lautet die Note wie folgt:
- sehr gut, falls sie bzw. er mindestens 75%
  - gut, falls sie bzw. er mindestens 50% aber weniger als 75%
  - befriedigend, falls sie bzw. er mindestens 25% aber weniger als 50%
  - ausreichend, falls sie bzw. er keine oder weniger als 25%
- der darüber hinausgehenden Aufgaben zutreffend beantwortet hat.
- (4) Besteht eine Klausur sowohl aus Multiple Choice als auch aus anderen Aufgaben, so werden die Multiple Choice Aufgaben nach den Absätzen 2 und 3 bewertet. Die übrigen Aufgaben werden nach dem für sie üblichen Verfahren beurteilt. Die Note wird aus den gewichteten Ergebnissen beider Aufgabenteile errechnet. Die Gewichtung erfolgt nach dem Anteil der Aufgabenarten an der Klausur.
- (5) Eine Bewertung der Prüfung erfolgt nur, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zum Zeitpunkt der Prüfung bzw. bei der Abgabe einer zu bewertenden Leistung im Studiengang eingeschrieben ist. Die Bewertung für die Prüfungen ist nach spätestens sechs Wochen mitzuteilen, dabei muss sichergestellt werden, dass die Bewertung spätestens zehn Tage vor einer möglichen Wiederholungsprüfung vorliegt. Eine Benachrichtigung der Studierenden zur Benotung erfolgt vom Prüfer automatisiert über das CAMPUS-Informationssystem an die RWTH-E-Mail-Kontaktadresse sowie über Aushang oder Mail. Datenschutzgesichtspunkte sind zu berücksichtigen. 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 7 entsprechend.
- (7) Ein Modul ist bestanden, wenn alle zugehörigen Prüfungen mit einer Note von mindestens „ausreichend“ (4,0) bestanden sind, und alle weiteren zugehörigen CP (z.B. Teilnahme- und Leistungsnachweise) erbracht sind. Für jedes Modul werden die CP gemäß Anlage (Modulkatalog) angerechnet.
- (8) Die Gesamtnote wird aus den Noten der Module und der Note der Master-Arbeit gebildet. 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 jeweils schlechteste der gewichteten Modulnote aus den Modulbereichen Chemie/Biochemie, Biologie oder Control Engineering bleibt auf Antrag des Studierenden an den Prüfungsausschuss und dessen Genehmigung unberücksichtigt, sofern alle Modulprüfungen innerhalb der Regelstudienzeit bestanden wurden.
- (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 bilden die Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften (Fakultät 1), die Fakultät für Maschinenwesen (Fakultät 4), die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (Fakultät 6) und die Medizinische Fakultät (Fakultät 10) paritätisch einen gemeinsamen Prüfungsausschuss. Der Prüfungsausschuss besteht aus der bzw. dem Vorsitzenden, deren bzw. dessen Stellvertretung und vier weiteren stimmberechtigten Mitgliedern. Die Medizinische Fakultät ist federführend und stellt die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden aus der Gruppe der stimmberechtigten Professorinnen und Professoren. Aus der Gruppe der stimmberechtigten Professorinnen und Professoren der Fakultäten 1, 4 und 6 wird die bzw. der stellvertretende Vorsitzende durch den Prüfungsausschuss gewählt.

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 ein Mitglied wird 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 des studentischen Mitgliedes 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. Das studentische Mitglied des Prüfungsausschusses wirkt 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).

## **§ 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. Mitte November bekannt gegeben werden. Die Bekanntmachung durch Aushang, Mail oder im CAMPUS-Informationssystem ist ausreichend.

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

- (1) Bestandene und nicht bestandene Leistungen, die an einer anderen Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes in einem gleichen Studiengang erbracht worden sind, werden von Amts wegen angerechnet. Bestandene und nicht bestandene Leistungen in anderen Studiengängen oder an anderen Hochschulen sowie an staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademien im Geltungsbereich des Grundgesetzes sind bei Gleichwertigkeit anzurechnen; dies gilt auf Antrag auch für Leistungen an Hochschulen außerhalb des Geltungsbereichs des Grundgesetzes. Auf Antrag kann die Hochschule sonstige Kenntnisse und Qualifikationen auf der Grundlage der eingereichten Unterlagen anrechnen.
- (2) Gleichwertigkeit von Leistungen ist festzustellen, wenn Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen in Inhalt, Umfang und in den Anforderungen denjenigen im Master-Studiengang Biomedical Engineering im Wesentlichen entsprechen. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung und Gesamtbewertung vorzunehmen. Für die Gleichwertigkeit von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen, die außerhalb des Geltungsbereichs des Grundgesetzes erbracht wurden, sind die von der Kultusministerkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen der Hochschulpartnerschaft zu beachten. Im Übrigen kann bei Zweifeln an der Gleichwertigkeit die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden.
- (3) Zuständig für Anrechnungen nach den Absätzen 1 bis 2 ist der Prüfungsausschuss. Vor Feststellungen über die Gleichwertigkeit ist in der Regel eine Fachvertreterin bzw. ein Fachvertreter zu hören.

- (4) Werden Studien- und Prüfungsleistungen angerechnet, sind die Noten - soweit die Notensysteme vergleichbar sind - zu übernehmen und in die Berechnung der Gesamtnote einzu beziehen. Bei unvergleichbaren Notensystemen wird der Vermerk "angerechnet" aufgenommen. Die Anrechnung wird im Zeugnis gekennzeichnet.
- (5) Bei Vorliegen der Voraussetzungen der Absätze 1 und 2 erfolgt die Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen, die im Geltungsbereich des Grundgesetzes erbracht wurden, von Amts wegen. Die bzw. der Studierende hat die für die Anrechnung erforderlichen Unterlagen vorzulegen.

### **§ 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 auf Grund eines Täuschungsversuchs, eines Versäumnisses oder eines Rücktritts ohne triftige Gründe gemäß § 14 Abs. 2 festgesetzt, so ist ihr bzw. ihm vor einer Festsetzung der Note „nicht ausreichend“ die Möglichkeit zu bieten, sich einer mündlichen Ergänzungsprüfung zu unterziehen. Für die Abnahme der mündlichen Ergänzungsprüfung gilt § 7 Abs. 3 entsprechend. Aufgrund der mündlichen Ergänzungsprüfung wird die Note „ausreichend“ (4,0) bzw. die Note „nicht ausreichend“ (5,0) festgesetzt.
- (3) Die wiederholte Master-Arbeit muss spätestens drei Semester nach dem Fehlversuch der ersten Arbeit angemeldet werden. Für die Frist gilt § 8 Abs.3 Studienbeitrags- und Hochschulabgabengesetz entsprechend. Wer diese Frist überschreitet, verliert ihren bzw. seinen Prüfungsanspruch, es sei denn, dass sie bzw. er das Versäumnis nicht zu vertreten hat.
- (4) Prüfungsleistungen in schriftlichen und mündlichen Prüfungen, mit denen ein Studiengang laut Studienverlaufsplan abgeschlossen wird, und in Wiederholungsprüfungen, bei deren endgültigem Nichtbestehen keine Ausgleichsmöglichkeit vorgesehen ist, sind von mindestens zwei Prüfenden zu bewerten. § 7 Abs. 7 bleibt davon unberührt.
- (5) Wiederholungsprüfungen können von den Prüfenden in schriftlicher oder mündlicher Form abgenommen werden. Die Studierenden werden spätestens zwei Wochen vor der Wiederholungsprüfung vom Prüfenden 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. Stehen Prüfungen in einem engen (zeitlichen) Zusammenhang oder handelt es sich um zwei Leistungen (z.B. Klausur und mündliche Prüfung) eines zusammenhängenden Prüfungsversuchs, so ist die gesamte Prüfung erneut abzulegen.
- (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 notwendige 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 einmal je Prüfungsleistung von Prüfungen schriftlich abmelden. Die Abmeldung von einer Prüfung ist zugleich eine Meldung zu der Prüfung zum nächsten Prüfungstermin.
- (2) Eine Prüfungsleistung gilt als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zu einem Prüfungstermin ohne triftige Gründe nicht erscheint oder wenn sie bzw. er nach Beginn der Prüfung ohne triftige Gründe von der Prüfung zurücktritt. Dasselbe gilt, wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht wird. In diesem Fall besteht kein Anrecht auf eine mündliche Ergänzungsprüfung. Absatz 1 letzter Satz findet Anwendung.
- (3) Die für den Rücktritt oder das Versäumnis geltend gemachten Gründe müssen dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der Kandidatin bzw. des Kandidaten ist die Vorlage eines ärztlichen Attestes erforderlich. Erkennt der Prüfungsausschuss die Gründe nicht an, wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten dies schriftlich mitgeteilt. Die bereits vorliegenden Prüfungsergebnisse sind anzurechnen. Absatz 1 letzter Satz findet Anwendung.
- (4) Die Kandidatin bzw. der Kandidat hat bei schriftlichen Prüfungen - mit Ausnahme von Klausuren unter Aufsicht - an Eides statt zu versichern, dass die Prüfungsleistung von ihr bzw. von ihm ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht worden ist.
- (5) Versucht die Kandidatin bzw. der Kandidat das Ergebnis einer Prüfungsleistung durch Täuschung, z.B. Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel, zu beeinflussen, gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. 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 die im Modulkatalog gemäß Anlage 2 aufgeführt sind sowie
  2. der Master-Arbeit.
- (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 die 4-wöchige berufspraktische Tätigkeit und die Sprachkurse erfolgreich bestanden wurden und insgesamt 90 CP erreicht sind. Der Prüfungsausschuss kann auf schriftlichen Antrag des Kandidaten hin Ausnahmen gewähren.

- (3) Die Gegenstände der Prüfungen und Leistungsnachweise werden durch die Inhalte der zugehörigen Lehrveranstaltungen gemäß Modulhandbuch bestimmt.

## **§ 16 Master-Arbeit**

- (1) Die Master-Arbeit kann von jeder bzw. jedem in diesem Masterstudiengang in Forschung und Lehre der RWTH Aachen tätigen Professorin bzw. Professor oder apl-Professorin bzw. apl-Professor in der Fakultät 1,4,6 und 10 ausgegeben und betreut werden. Lehrbeauftragte und wissenschaftliche Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter können bei der Betreuung mitwirken. In Ausnahmefällen kann die Master-Arbeit mit Zustimmung des Prüfungsausschusses außerhalb der Fakultät bzw. außerhalb der RWTH ausgeführt werden, wenn sie von einer der in Satz 1 genannten Personen betreut wird.
- (2) 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.
- (3) Die Master-Arbeit ist in englischer Sprache abzufassen.
- (4) Auf Veranlassung des Prüfungsvorsitzenden teilt das Zentrale Prüfungsamt der Kandidatin bzw. dem Kandidaten den Abgabetermin mit. Der Zeitpunkt der Ausgabe sowie die Themenstellung sind aktenkundig zu machen.
- (5) Die Bearbeitungszeit für die Master-Arbeit beträgt in der Regel sechs Monate. Der Umfang der schriftlichen Ausarbeitung sollte ohne Anlage 80 Seiten nicht überschreiten. Die Form der Masterarbeit regelt der betreuende Lehrstuhl. Thema und Aufgabenstellung müssen so beschaffen sein, dass eine Fertigstellung innerhalb der vorgegebenen Frist mit einem äquivalenten Arbeitsaufwand von sechs 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 12 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.

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

- (1) Die Master-Arbeit ist fristgemäß in zweifacher Ausfertigung beim ZPA 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 zu bewerten und schriftlich zu begründen. Die Note für die Arbeit wird aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen gemäß § 9 Abs. 1 gebildet, sofern die Differenz nicht mehr als 2,0 beträgt. Beträgt die Differenz mehr als 2,0 oder lautet eine Bewertung „nicht ausreichend“, die andere aber „ausreichend“ oder besser, wird von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses eine dritte Prüfende bzw. ein dritter Prüfender zur Bewertung der 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 Absatz 2 Satz 4 - spätestens acht Wochen nach dem jeweiligen Abgabetermin erfolgen. Erfolgt diese Bekanntgabe nicht fristgerecht, ist der Prüfungsausschuss berechtigt, andere Prüfende zu bestimmen.
- (4) Für die schriftliche Ausarbeitung der Master-Arbeit werden 30 CP vergeben.

### **§ 18**

#### **Bestehen der Master- Prüfung**

Die Master-Prüfung ist bestanden, wenn alle erforderlichen Module bestanden sind und die Note der Master- Arbeit 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 Leistungspunkten (CP) sowie die Gesamtnote. In das Zeugnis werden auch das Thema der Master-Arbeit sowie die zusätzlichen Module aufgenommen. Die Gesamtnote wird sowohl verbal und 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. Innerhalb von maximal vier Wochen nach Bekanntgabe der Ergebnisse soll die Einsicht gewährt werden. Zeit und Ort der Einsichtnahme sind während der Prüfung, spätestens mit Bekanntgabe der Note durch den Prüfer schriftlich mitzuteilen. Für die Einsichtnahme muss den Studierenden mindestens 20 Minuten Zeit gegeben werden.
- (2) Der Kandidatin bzw. dem Kandidaten ist die Möglichkeit zu geben Einsicht in seine Masterarbeit zu nehmen. Der Antrag ist binnen eines Monats nach Aushändigung des Prüfungszeugnisses bei der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen. Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme.

## **§ 22**

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

- (1) Diese Prüfungsordnung tritt am Tage nach der Veröffentlichung in Kraft und wird in den Amtlichen Bekanntmachungen der RWTH veröffentlicht.

- (2) Diese Prüfungsordnung findet auf alle Studierenden Anwendung, die sich ab Wintersemester (WS 2010/2011) erstmalig für den Master-Studiengang Biomedical Engineering an der RWTH Aachen eingeschrieben haben.
- (3) Studierende, die sich vor dem WS 2010/2011 eingeschrieben haben, können auf Antrag in diese Prüfungsordnung wechseln. Sie können längstens zwei Jahre nach Inkrafttreten dieser Ordnung nach der bisherigen Ordnung vom 09.10.2008 studieren. Nach Ablauf des Sommersemesters 2012 erfolgt ein Wechsel in diese Ordnung zwangsläufig.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrates der Fakultät für Medizin vom 19.07.2010.

Der Rektor  
der Rheinisch-Westfälischen  
Technischen Hochschule Aachen

Aachen, den 21.06.2011

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

## Anlage 1: Modulkatalog

Da es sich um einen internationalen Masterstudiengang handelt, ist der Modulkatalog in englischer Sprache verfasst.

Dieser Katalog gibt den aktuellen Stand gemäß dem Tag der Beschlussfassung der Prüfungsordnung wieder.

<b>MODUL Chemistry / Biochemistry (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
1	1	3	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p>Chemistry: Chemical Bonds, Isomerism, Chirality, Electrophilic Addition, Aromatic substitution, Elimination reactions, Alcohols, Ethers, Amines, Carbonyl Groups (Acids, Fats Lipids), Basics of Carbohydrates, Amino Acids, Peptides, Proteins</p> <p><u>Biochemistry:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nucleic acids: Nucleotides, DNA, RNA, Restriction analysis of DNA, PCR, Sequencing</li> <li>• From DNA to Protein: Transcription and Translation</li> <li>• Proteins: Amino acids and proteins, Basics on protein structure and folding, Protein localisation signals, Protein degradation, Posttranslational modifications, Protein-protein interactions, Protein domains</li> <li>• Antibodies: Basics, Antibodies as tools for biomedical research</li> <li>• Protein separation and analysis: Chromatography, Electrophoresis, Western Blot, Proteomics</li> <li>• Cellular signalling and examples of protein malfunction in disease: Mutations, Inhibition of protein function by drugs</li> </ul>			<p>Basic understanding and knowledge of organic chemistry: classes of compounds, important reactions and basic knowledge of biochemistry and molecular biology; Knowledge in practical behaviour in the lab, self assembly/gelation; acquirement of hands on experience in biochemical methods</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
<p>Basic knowledge in Chemistry / Biochemistry as it is defined in the examination regulations.</p>			<p>The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the practical courses. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the practical courses is compulsory.</p>		

Structure of the course element & examination					
Activity		SWS	Examination	CP	
Lecture: Organic chemistry		1	Written exam, duration 90min, 50% of points are necessary to pass	4	
Lecture: Biochemistry		1			
Practical course: Chemistry/Biochemistry		1			
Maximal number of students 30					

<b>MODUL Biology/ Molecular Biology (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
1	1	3	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p><u>Microbial part:</u> Overview, microbes in evolution; Building blocks (lipids, proteins, nucleic acids); Metabolism in aerobic and anaerobic organisms; Energy metabolism; Differences between pro- and eukaryotic microbes, secretory apparatus, viruses; Overview pathogenic microbes – detailed example <i>V. cholerae</i>, vaccines; Growth requirements, detection and identification methods; Taxonomy, phylogenetic tree</p> <p><u>Genetic part:</u> The structure of DNA, genes and genomes; Gene expression: transcription and translation; Replication: continuous and discontinuous replication; replication and cell division, mitosis, meiosis; Mutations and repair mechanisms; Genetic exchange in bacteria and recombination: transformation, conjugation, transduction, gene mapping, transposons; Recombinant DNA technology</p>			<p>Skills and basic knowledge of biological systems, especially in microbiology and genetics</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
None			<p>The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the practical courses. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the practical courses is compulsory.</p>		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>		<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	
Lecture: Biology		1	Written exam, duration 90min, 50% of points are necessary to pass		
Lecture: Molecular Biology		1			
Practical course: Biology/ Molecular Biology		1		4	
Maximal number of students	30				

<b>MODUL Anatomy (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
1	1	3	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p>Students will receive an introductory course to human anatomy which will allow them to acquire a fundamental understanding of the relationships between structure and function.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to general human anatomy.</li> <li>• Histology and medical terminology.</li> <li>• Skeletal system</li> <li>• Skeletal system – axial, apendicular.and joints.</li> <li>• Oro-maxillary and dentition.</li> <li>• Integumentary system</li> <li>• Nervous tissue and PNS</li> <li>• Spinal cord and nerves</li> <li>• Brain and cranial nerves</li> <li>• Autonomic nervous system.</li> <li>• Muscle types: skeletal, smooth, cardiac</li> <li>• Important skeletal muscle groups.</li> <li>• Cardiovascular system – blood</li> <li>• Cardiovascular system - heart</li> <li>• Cardiovascular system - vessels</li> <li>• Olfactory and gustatory systems</li> <li>• Auditory and vestibular systems</li> <li>• Visual system</li> <li>• Digestive system</li> <li>• Urinary systems</li> <li>• Respiratory system</li> <li>• Endocrine system</li> <li>• Reproductive system</li> </ul>			<p>Basic introduction to human anatomy. Students will develop a fundamental understanding of cell and tissue function as well as how the body's organs cooperate with each other in the formation of functional systems. Students will learn the medical terminology associated with the normal function of the bodily systems as well as terminology associated with disorder and disease. Medical instrumentation and technology for the study and treatment of particular body systems will also be introduced to the students.</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
None			<p>The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures and attendance at the practical course. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the practical course is compulsory.</p>		

<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lectures: Anatomy		2	Written exam, duration 90 min. Minimum requirement for a pass is 50%.		
Practical course: Anatomy		1		4	
Maximal number of students 30					

<b>MODUL Physiology (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
1+2	2	3	annually	WS/SS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p>The physiology is introduced by cell- and epithelial physiology followed by general features of the organization of nervous system and endocrinology, muscle, blood and other body fluids, heart, circulation, respiration, kidney, liver and digestive system.</p>			<p>The aim is to provide a fundamental understanding of the anatomy and physiology and normal function of the major systems of the human body. Patho-physiological aspects are concerned as well as application of engineering skills e.g. knowledge in fluid dynamic and mass transfer into the study of physiological functions of organs such as kidney, lung and vascular system. The students should be prepared optimally for the study of the major modules in the following year.</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Basic physics and chemistry			The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures and attendance at the practical course. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the practical course is compulsory.		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Physiology		2	Written exam, duration 90 minutes. Minimum requirement for a pass is 50%.		
Practical course: Physiology		1		4	
Maximal number of students 30					



<b>MODUL Control Engineering (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
1	1	3	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
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			Enable students to <ul style="list-style-type: none"> <li>analyze dynamical, biological and biomedical systems and identify the relevant causalities</li> <li>employ different mathematical descriptions of dynamical systems</li> <li>solve differential equations by means of Laplace transform</li> <li>obtain, interpret and employ the frequency response of dynamical systems</li> <li>know, recognize and classify the most common linear control loop elements</li> <li>assess of the stability of dynamical systems using different methods</li> <li>know about the effects of feedback and apply different methods to set up feedback elements (controllers) such that predefined control goals are met</li> </ul>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Basic knowledge in mathematics as defined in the examination regulations.			The mark is composed of the mark of the exam, attendance at the lectures and attendance at the exercises. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the exercises is compulsory.		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Control Engineering	1.5	Individual oral examination, duration 30 minutes		4	
Exercise: Control Engineering	1.5				
Maximal number of students 30					

<b>MODUL Ethics, Intellectual Property and Regulatory Affairs (5 CP)</b>						
<b>General Information</b>						
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>	
1	1	3	annually	WS	English	
<b>Information with regard to the contents</b>						
<b>Content</b>				<b>Aims</b>		
<p>In the last decades, research and manufacturing have increasingly become subject of regulation in order to meet ethical standards and legal requirements. Ethical standards with regard to human subject research are best understood with regard to strands of ethical thought such as deontology and consequentialism as well as the development of ethical codes concerning research with human subjects. Regulatory Affairs lecture elements comprise introduction into Good Manufacturing Practice (GMP) and drug regulations, validation of analytical procedures, Good Laboratory Practice (GLP), qualification of equipment, validation of pharmaceutical manufacturing processes, pharmaceutical quality risk management, and the validation of cellular substrates/cell banks. Intellectual Property lecture elements include Patent Law, Trademark and Copyright Law; novelty, inventive step and industrial applicability; understanding patent documents and search strategies; international filing systems; how to draft a patent claim; examples of patent infringement; patenting life science.</p>				<p>The students will provide an understanding of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- essentials in biomedical/engineering ethics,</li> <li>- the interface generated between biochemical engineering bio analytical techniques and pharmaceutical legislation,</li> <li>- the rational and specific function of Patents, Trademarks and other IP in practice, learning how to perform a patent database search.</li> </ul>		
<b>Starting requirements</b>				<b>Assessment</b>		
Basic knowledge in microbiology, biochemistry and/ or biochemical engineering				The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the practical courses. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the practical courses is compulsory.		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>						
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Ethics		1	Written exam, duration 90-120 minutes, 50% of points required to pass the examination		5	
Lecture: Intellectual Property and Regulatory Affairs		1				
Practical course: Intellectual Property and Regulatory Affairs		1				
Maximal number of students 30						

<b>MODUL: Practical Experience (5 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
1	min. 4 weeks		annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
The students work independently on a defined field in Biomedical Engineering.			<p>The students shall independently cope with a defined problem in Biomedical Engineering and be able to apply new and original ideas and methods.</p> <p>The students shall be able to present results of their work.</p> <p>The students shall be prepared for their future labour market and should have the ability to work and communicate effectively in international contexts.</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
All credits from the first semester.			A report of 10 pages should be written and an attendance letter of the supervisor should be added.		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Internship minimum 4 weeks			A report of 10 pages should be written and an attendance letter of the supervisor should be added.	5	

<b>MODUL Electrical Engineering (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
2	1	4	annually	SS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrical charge, electrical current, electrical potential</li> <li>• Resistor, current and voltage sources, electrical networks</li> <li>• Alternating current: introduction to complex numbers and application to electrical circuits</li> <li>• Transient Dynamics, Spectral analysis and Forcing functions</li> <li>• Introduction to semiconductors : diodes, bipolar junction transistors</li> <li>• Operational amplifiers, active filters</li> <li>• Discrete signals: A/D conversion and Nyquist-Theorem</li> <li>• Measurement chains: Applications in Biomedical Engineering</li> <li>• Switching logic and circuits</li> <li>• Electrical safety in biomedical applications</li> </ul>			<p>Provide the students with an understanding of elementary aspects of electrical engineering science, and enable them to apply electronic systems to a wide range of engineering solutions using their skills in circuit analyses, and knowledge of structures, characteristics, and application of different electronic components.</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Basic knowledge in mathematics as defined in the examination regulations.			The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures and attendance at the exercises. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the exercises is compulsory.		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Electr. Engineering		2	Written examination, duration 90 minutes; 50 % of points are necessary to pass	4	
Exercise: Electr. Engineering		2			
Maximal number of students 30					

<b>MODUL Material Sciences and Processing (7 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cylce</b>	<b>Language</b>
2	1	5	annually	SS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p><u>Materials Science and Processing</u>            Fiber based materials: Classification, properties            Biomaterials: Definition, properties            Production of Fibres and Yarns: Basics, processes, machines            Production of fabrics: Basics, processes, machines, properties            Finishing Basics, processes, properties            Tissue engineered textiles: Production, properties, applications.</p> <p><u>Biomaterials/Biocompatibility</u>            Immune system, allergy, inflammation, wound healing, complement, hematology, coagulation, cancer, toxicology, biomaterial testing</p> <p>Polymers as biomaterials, synthesis and applications, Surface sensitive methods            Plasmatechnology for surface modification, Functionalization of surfaces, Inactivation of biomaterial surfaces by grafting of hydrogel layers, Immobilization of biological active substances on polymer surfaces            CVD-treatment to functionalize metal surfaces and immobilization of biological substances</p> <p>Carbohydrates in Biomaterial Sciences, Basics of carbohydrate biochemistry Structures and functions of proteoglycans, Applications of proteoglycans in Biomaterial Sciences.</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Theoretical knowledge about the basic principles of fibre and yarn formation, production of textile structures and finishing.</li> <li>- Ability to select suitable fibre materials, yarns and textile structures dep. On the medical application</li> <li>-Basic knowledge about the production and the properties of tissue engineered implants.</li> <li>- Basic aspects of biocompatibility to implants, e.g. the mechanisms of relevant immune- and inflammatory processes. Selected knowledge of toxicology and principles of biomaterial testing.</li> <li>-Knowledge of polymers for defined applications as implants,</li> <li>- Knowledge of surface sensitive methods to characterize surface modifications,</li> <li>- Understanding of methods to improve the interfacial biocompatibility of polymer surfaces.</li> <li>- Theoretical basic knowledge of carbohydrates Knowledge of the most important polysaccharides and proteoglycans in Biomaterial Sciences, chemical modifications of proteoglycans and their applications.</li> </ul>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Basic knowledge in organic chemistry			The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the practical course. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the practical course is compulsory.		

<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Material Sciences and Processing		2	Written exam, duration: 120 minutes; 50 % of points are necessary to pass	7	
Exercise: Material Sciences and Processing		1			
Lecture: Biomaterials/Biocompatibility		2			
Maximal number of students 30					

<b>MODULE Mechanics/Biomechanics (4 CP)</b>					
<b>GENERAL INFORMATION</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
2	1	4	annually	SS	English
<b>INFORMATION OF CONTENTS</b>					
<b>Contents</b>			<b>Aims of study</b>		
<p>This course provides a broad and in depth theoretical and practical description of the fundamental concepts in understanding mechanics/ biomechanics.</p> <p>In this course the fundamentals of statics, strength of materials, and dynamics teaching skills will be taught.</p> <p>In addition, application examples are used from the biomechanics.</p>			<p>The aim is to bring together up-to-date knowledge of mechanical/bio-mechanical with basic applications. Extensive referencing for students is also provided.</p> <p>Students will be able to apply the principles of mechanics to the conception, design, development and analysis of equipment and systems in various engineering branches as well as biology and medicine. In biology and medicine, selected applications can be found such as movement analysis, gait analysis, footwear biomechanics, physical medicine and rehabilitation.</p>		
<b>Starting Requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Basics of Mathematics			The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the exercises. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the exercises is compulsory.		
<b>TEACHING FORM / EVENTS &amp; ASSOCIATED EXAMS</b>					
<b>Events</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Exams</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Mechanics/ Biomechanics		2	Written exam, duration 90 min, Minimum requirement for a pass is 50%	4	
Exercise: Mechanics/ Biomechanics		2			
Maximal number of students 30					

<b>MODUL Fluid Mechanics (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
2	1	3	annually	SS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p>Basics: hydrostatics, Bernoulli equation, momentum equation, friction, turbulent flows, similarity rules</p> <p>Introduction: transport processes in the human body, transport processes in medical technical systems, tasks of fluid mechanics in medicine</p> <p>Blood as a transport medium: tasks, composition, and distribution, red blood cells: erythrocytes (RBC), the rheology of the blood</p> <p>Blood damage</p> <p>The cardiovascular system: the heart</p> <p>Examples for biological flows</p>			<p>The students will learn the fundamental characteristics of medical and biological flows</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
none			<p>The mark is composed of the mark of the exam, attendance at the lectures, and attendance at the exercises. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the exercises is compulsory.</p>		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Fluid Mechanics		2	Oral Exam, duration 30 minutes	4	
Exercise: Fluid Mechanics		1			
Maximal number of students 30					



<b>MODUL Medical Imaging (5 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
2	1	4	annually	SS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p><u>Basic Physics of Medical Imaging</u> Section consisting of three parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic Physics of diagnostic Radiology include X-ray production, interaction of X-rays with matter, film/screen radiography, computed and digital radiography, image intensifier, flat panel detector, fluoroscopy, image quality and radiation protection. Technical components are presented as well as system aspects. Conventional X-ray systems for radiography and fluoroscopy, digital subtraction angiography (DSA) and computed tomography (CT) are introduced.</li> <li>• Nuclear Medicine with a focus on radioactivity and radionuclide production, radiation detection and measurement, principle of gamma camera and single photon emission tomography (SPECT), photon emission tomography (PET)</li> <li>• Magnetic Resonance Imaging (MRI) with a focus on nuclear magnetic resonance, spatial encoding and k-space concept, pulse sequences and MRI soft tissue contrast, basics of applications like functional MRI, diffusion MRI.</li> </ul> <p><u>Applied Medical Imaging</u> With reference to the physical background this section imparts application-oriented knowledge and organ-specific rating of imaging modalities (X-ray, CT, MRI, SPECT, PET, Ultrasound, Endoscopy) in the following fields of medical application:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiology</li> <li>• Cardiology</li> <li>• Nuclear Medicine</li> <li>• Gastroenterology</li> </ul>			<p><u>Basic Physics of Medical Imaging/ Applied Medical Imaging</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To impart understanding and knowledge of the basic physics of medical imaging</li> <li>• To impart relevant methods and medical imaging devices</li> <li>• To address future R&amp;D trends</li> <li>• To provide an estimation of current status, to train analysis and specification of further demand in engineering solutions</li> </ul> <p>To provide a first orientation in assessing the structures and functions of the human body by using imaging methods</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Basic knowledge of anatomy and physiology of the human body			The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the practical courses. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the practical courses is compulsory.		

<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Medical Imaging		2	Written exam, duration 90-120 min; 50% of points are necessary to pass	5	
Practical Course: Medical Imaging		2			
Maximal number of students 30					

<b>MODUL Image Processing and Management (5 CP)</b>					
<b>GENERAL INFORMATION</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
3	1	3	annually	WS	English
<b>INFORMATION WITH REGARD TO THE CONTENTS</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p>The students will learn image processing and management from a computer scientific point of view. The entire pipeline of biomedical image processing is covered. This course gives an overview of medical image formation, enhancement, analysis, visualization, and communication with many examples from medical applications. This includes a brief introduction to medical imaging modalities and acquisition systems. Basic approaches to display one-, two-, and three-dimensional (3D) biomedical data are introduced. As a focus, image enhancement techniques, segmentation, texture analysis and their application in diagnostic imaging will be discussed. To complete this overview, storage, retrieval, and communication of medical images are also reviewed. The subjects to be studied include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomedical imaging modalities</li> <li>• Image formation, linear system theory, point spread function</li> <li>• Fourier transform, sampling, central slice theorem</li> <li>• 2D-filtering in space and frequency domain</li> <li>• linear and non-linear image enhancement</li> <li>• Visualization of biomedical image data</li> <li>• Texture and shape analysis</li> <li>• Segmentation of medical images</li> <li>• Image data encoding, compression and management</li> <li>• Organisational systems in healthcare: overview</li> <li>• PACS, RIS, HIS and IHE (Picture Archiving and communication systems, Radiological Information System, Hospital Information System, Integrating the Healthcare Enterprise)</li> </ul>			<p>In the lectures, the students will earn competences and knowledge to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identify major processes involved in formation of medical images</li> <li>• classify the various medical image processing algorithms</li> <li>• describe fundamental methods of image enhancement</li> <li>• appraise efficacy and drawbacks of several techniques of image segmentation</li> <li>• get familiar with the fundamental concepts of texture analysis</li> <li>• - explain the basic principles of medical image communication</li> </ul> <p>In the practical exams, which are performed using ImageJ, an NIH developed Java program for medical image processing, the students will earn competences and skills to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• recognize the imaging modality from their visualization</li> <li>• enhance medical images using appropriate algorithms</li> <li>• visualize all types of medical image data</li> <li>• combine algorithms into a processing pipeline and process image datasets</li> </ul>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
None			The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the exercises. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the exercises is compulsory.		

<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Image Processing and Management		2	written exam, duration 90-120 min; 50% of points are necessary to pass	5	
Exercise: Image Processing and Management		1			
Maximal number of students: 30					

<b>MODUL Image Processing and Management (5 CP)</b>					
<b>GENERAL INFORMATION</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
3	1	3	annually	WS	English
<b>INFORMATION WITH REGARD TO THE CONTENTS</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p>The students will learn image processing and management from a computer scientific point of view. The entire pipeline of biomedical image processing is covered. This course gives an overview of medical image formation, enhancement, analysis, visualization, and communication with many examples from medical applications. This includes a brief introduction to medical imaging modalities and acquisition systems. Basic approaches to display one-, two-, and three-dimensional (3D) biomedical data are introduced. As a focus, image enhancement techniques, segmentation, texture analysis and their application in diagnostic imaging will be discussed. To complete this overview, storage, retrieval, and communication of medical images are also reviewed. The subjects to be studied include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomedical imaging modalities</li> <li>• Image formation, linear system theory, point spread function</li> <li>• Fourier transform, sampling, central slice theorem</li> <li>• 2D-filtering in space and frequency domain</li> <li>• linear and non-linear image enhancement</li> <li>• Visualization of biomedical image data</li> <li>• Texture and shape analysis</li> <li>• Segmentation of medical images</li> <li>• Image data encoding, compression and management</li> <li>• Organisational systems in healthcare: overview</li> <li>• PACS, RIS, HIS and IHE (Picture Archiving and communication systems, Radiological Information System, Hospital Information System, Integrating the Healthcare Enterprise)</li> </ul>			<p>In the lectures, the students will earn competences and knowledge to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identify major processes involved in formation of medical images</li> <li>• classify the various medical image processing algorithms</li> <li>• describe fundamental methods of image enhancement</li> <li>• appraise efficacy and drawbacks of several techniques of image segmentation</li> <li>• get familiar with the fundamental concepts of texture analysis</li> <li>• - explain the basic principles of medical image communication</li> </ul> <p>In the practical exams, which are performed using ImageJ, an NIH developed Java program for medical image processing, the students will earn competences and skills to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• recognize the imaging modality from their visualization</li> <li>• enhance medical images using appropriate algorithms</li> <li>• visualize all types of medical image data</li> <li>• combine algorithms into a processing pipeline and process image datasets</li> </ul>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
None			The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the exercises. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the exercises is compulsory.		

<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Image Processing and Management		2	written exam, duration 90-120 min; 50% of points are necessary to pass	5	
Exercise: Image Processing and Management		1			
Maximal number of students: 30					

<b>MODUL Artificial Organs I (5 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
3	1	3	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p>This module deals with application of artificial internal organs with some examples for other organs e.g. sensory organs, their pathophysiological backgrounds, and clinical indication. In this module, the students will learn the application of heart lung assist devices for short and long term therapies. They will learn the different types and functions of membrane lungs (oxygenators) and their membrane properties such as gas transfer capacity. Furthermore, the various types of blood pumps such as pulsatile and non-pulsatile flow systems for intra- and extracorporeal applications are included. In addition, they will learn the current and future technologies, designs, and the industrial realizations of the above mentioned devices, as well as for the heart valve repair or replacement.</p>			<p>The course should provide the students with a sufficient theoretical knowledge combined to the acquired practical skills necessary for a solid and competent background demanded for this specific field.</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Anatomy, Physiology, Physics and Chemistry			<p>The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the practical courses. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the practical courses is compulsory.</p>		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Art. Organs I: Heart and Lung		2	Written exam, duration 90 – 120 min; 50% of points are necessary to pass	5	
Practical course: Art. Organs I: Heart and Lung		1			
Maximal number of students 30					

<b>MODUL Art. Organs II (5 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
3	1	3	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p>Students will learn how to assess the kidney and liver functions in man. They will be introduced to clinical physiology of these organs, and their pathophysiological aspects and also the complex syndromes resulting from renal and liver failure. On the other hand, they will learn the extracorporeal techniques, membrane properties for mass transport operations based on diffusion, and on filtration including adsorption for detoxification. Such membranes are used in haemodialysis, haemofiltration, and haemodiafiltration. Students will be also introduced to the current devices of non-cell-based liver dialysis systems, as well as cell-based liver support therapeutic systems.</p>			<p>The students have to learn the technical aspects of membrane-technology and mass-transfer procedures involved in extracorporeal circulations.</p> <p>The course should provide the students with a sufficient theoretical knowledge combined to the acquired practical skills necessary for a solid and competent background demanded for this specific field.</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Anatomy, Physiology, Physics and Chemistry			The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the exercises. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the practical part is compulsory.		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Art. Organs II: Kidney and Liver support		2	Written exam, duration 90 – 120 min; 50% of points are necessary to pass	5	
Practical course: Art. Organs II: Kidney and Liver support		1			
Maximal number of students 30					



<b>MODUL Cell culture and Tissue Engineering (5 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
3	1	3	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p>An introduction to the strategies and fundamental bioengineering design criteria behind the development of cell-based tissue substitutes. Topics include (stem) cell biology and culture, biocompatibility, biological grafts, gene therapy-transfer, and bioreactors.</p>			<p>The origin of cells, their harvest, growth in culture and manipulation; Rational selection, processing, testing and performance of materials used in biomedical applications with special emphasis upon tissue engineering; The material selection and processing, mechanisms and kinetics of material degradation, cell-material interactions and interfaces; effect of construct architecture on tissue growth; transport through engineered tissues; Examples of engineering tissues for replacing cartilage, bone, tendons, ligaments, skin and liver will be presented. Prerequisites: A course in biomaterials and a basic understanding of cell biology and physiology.</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Biology, Biochemistry, Mathematics			<p>The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the practical courses. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the practical courses is compulsory.</p>		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Cell Culture and Tissue Engineering		2	written exam duration 90-120 minutes; 50% of total points are necessary to pass, student seminar presentation	5	
Practical Course: Cell Culture and Tissue Engineering		1			
Maximal number of students 30					

<b>MODUL Systems Biology (5 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
3	1	3	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
Computational Biology <ul style="list-style-type: none"> <li>- Data analysis and modelling for bio-marker identification</li> <li>- Models for signalling and metabolic reaction networks and simulation of their emergent properties</li>   <li>- Modelling of multi-cellular systems and virtual tissues</li> </ul>			Algorithmic aspects of bioinformatics: computational gene hunting, sequencing, DNA arrays, sequence comparison, pattern discovery in DNA, genome rearrangements, molecular evolution, computational proteomics  Classical kinetic theory, stochastic simulation methods and constraints-based models; methods to study scalable and integrate multiple cellular processes; computation examples of existing genome-scale models; genotype-phenotype relationship in an in silico model driven fashion.  Modelling of multicellular systems, modelling of tissues using population dynamics, modelling of organs with compartment models		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Biology, Biochemistry, Mathematics			The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures, and attendance at the practical courses. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the practical courses is compulsory.		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
b) Lecture: Systembiology		2	written exam, duration 90-120 minutes; 50% of total points to pass, oral presentation and written report of a student mini project in Systembiology	5	
b) Practical Course: Systembiology		1			
Maximal number of students	30				

<b>MODUL Mathematics (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
1	1	4	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p>Complete induction; Complex numbers; Vectors, scalar products, cross product, linear independence, vector space; (Systems of) linear equations, Gaussian elimination, matrix, determinant; Analytic geometry, straight lines and planes; limits, sequences, series; mappings and functions, continuity, extreme value theorem, derivative, L'Hopital's rule, monotonicity, maximum and minimum, curvature, inflection point, Taylor polynomial and Taylor series; Power series, exponential function and the logarithm, trigonometric functions; Fundamental theorem of calculus; techniques of integration, improper integrals;</p>			<p>To introduce the basic notions of linear algebra and analysis with the aim of providing a foundation for applications in areas such as physics and engineering. To enable the students to recognize problems in their field of activity as mathematical problems, to correctly formulate these problems, and to solve them using appropriate mathematical methods.</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
<p>Basic knowledge in Mathematics as it is defined in the examination regulations.</p>			<p>The mark is composed of the mark of the exam, attendance at the lectures and attendance at the exercises. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the exercises is compulsory</p>		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Mathematics		2	Written exam, duration 90 min; 50% of points are necessary to pass	4	
Exercise: Mathematics		2			
Maximal number of students 30					

MODUL Physics for Biomedical Engineering (4 CP)					
General Information					
Semester	Duration	SWS	Frequency	Cycle	Language
1	1	3	annually	WS	English
Information with regard to the contents					
Content			Aims		
<p><u>Mechanics</u>: units; displacement; velocity; acceleration; force; kinetic and potential energy; work; motion in 1D, 2D, rotational, spinning and 3D; Newton's laws; Hooke's law, energy and impulse conservation, centripetal acceleration and force; momentum; torque; momentum and torque conservation; collisions in 1D and 2D; gravitation; center of gravity; moment of inertia; simple, damped and forced harmonic motion; harmonic oscillation; resonance; longitudinal and transversal wave; wavelength; frequency; interference; sound; Doppler-effect.</p> <p><u>Electromagnetism</u>: electrostatics; Coulomb's law; electrostatic field, electrostatic potential; dipole; Gauss' law; charge; conductor; capacitance; electric current; resistance; resistivity; conductivity, DC and RC circuits; Kirchhoff's rules; magnetic field; Lorentz force; magnetic forces; Hall effect; Biot-Savart law; Ampère's law; force between currents; electromagnetic induction; motional induction; induced electric fields; Faraday's law; inductance.</p> <p><u>Optics</u>: Geometric optics; reflection; refraction; Huygen's and Fermat's principles; plane and spherical mirror; lenses; simple compound systems; superposition and interference; standing waves; Doppler effect; Fourier analysis; transverse and circular polarisation; Fresnel's equations; intensity reflectance; anti-reflection coatings; high reflectance mirrors, bandpass and narrow band interference filters; spectroscopy; fluorescence.</p> <p><u>Nuclear Physics</u>: Atomic and nuclear structure; atomic nuclei; matter; electromagnetic radiation; emission; absorption; nuclear forces; nuclear instability; particle physics; particle interaction.</p>			<p>This course aims at providing basic knowledge in physics in topics selected according to their relevance for biomedical engineering.</p> <p>An introduction to understanding the science of physics is given, including the tools physicists use, the laws of physics, physics equations, the scientific method, and the fields of physics. The course will cover mechanics, acoustics, electromagnetism, optics and some basics of atomic and nuclear physics.</p> <p><u>Blended learning approach</u> Combine face-to-face with computer-mediated instructions, different modes of delivery, models of teaching and styles of learning are effectively combined. Transparent communication amongst students and instructor is based on an e-learning platform that provides:</p> <p><u>Concept Simulation</u>: special computer programs are designed to visualize and explore the laws of physics, e.g., projectile motion.</p> <p><u>Whiteboard Video</u>: self study lecture units are provided particularly to help students with insufficient mathematical background, e.g., vector algebra.</p> <p><u>Demonstration Video</u>: physical experiments are demonstrated in a classroom. These films are rather short but help building physical understanding, e.g., free fall of feather and ball.</p> <p><u>Interactive Learning Ware</u>: problems are given, and depending on the answer given by the student, different branches are opened to guide the student to the correct solution. Providing up to 200 branches, these programs support effective and persistent learning according to individual need of the student. They are available for all topics of the course.</p>		

Starting requirements		Assessment			
Basic knowledge in Physics as it is defined in the examination regulations.		The mark is composed of the mark of the exam, attendance at the lectures and attendance at the exercises. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the exercises is compulsory. Exercises are individually performed by the students and monitored by the tutor using the e-learning platform.			
Structure of the course element & examination					
Activity	CP	SWS	Examination	CP	SWS
Lecture: Physics		2	Written exam, duration 90 min; 50% of points are necessary to pass	4	
Exercise: Physics		1			
Maximal number of students	30				

<b>MODUL Biomedical Sensors and Microsystems (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
1 or 3	1	3	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p>Optoelectrical sensors – fundamentals: What is light? Optical radiation, sun, earth and live; basics of tissue optics; optical spectroscopy, spectral range and optical window “through the skin”; photon interaction with biotissue – description, simulation, modelling strategies</p> <p>Optoelectrical sensors for blood volume monitoring: Basics of tissue optics; optoelectrical sensors and devices; spectral range and optical window „through the skin“; photon interaction with biotissue; arterial and venous evaluation tests; monitoring of arterial blood volume pulse and pulse oximetry; heart rate variability</p> <p>Ultrasound sensors and systems for blood flow monitoring: Fundamentals of ultrasound; DOPPLER principle; sensor concepts for transcutaneous blood flow monitoring; typical applications in vascular diagnostics; Laser Doppler measuring setup</p> <p>Sensor concepts for non-invasive blood pressure monitoring: Historical remarks and physiological fundamentals; (multi)sensor concepts for noninvasive assessment of arterial and venous blood pressure; rhythmical phenomena in human vascular system and their analysis in the time-, frequency and wavelet-domain</p> <p>Microsensors for invasive blood pressure monitoring: Basics of pressure monitoring; silicon micromachining for the fabrication of pressure sensors; piezoresistive and capacitive principles; concepts for sensor integration; invasive pressure monitoring; catheter tip sensors; applications</p> <p>System concepts for temperature and respiration monitoring: Fundamentals of temperature measurement; temperature sensing with resistors, diodes, NTCs, thermocouples; infrared microsensors; temperature sensing with infrared sensors; respiration monitoring by temperature sensing; temperature sensing for flow ve-</p>			<p>Basics of human hemodynamics – a gigantic transportation system; origin and classification of biosignals; description of sensors; biomedical signal analysis</p>		

<p>locity measurements, measurement of cardiac output</p> <p>Bioelectrical sensors ECG, EEG, EMG: The electrical potential, current and resistance; Fundamentals of bioelectrical sensors, principles of ECG, EEG, EMG, applications, trends in miniaturization by silicon micromachining, neural probes</p> <p>Biochemical sensors &amp; gene chip Microsystems: Principles of biochemical sensing; amperometry and voltammetry; measurement of electrolyte concentration; Clark cell for measurement of oxygen concentration; principles of gene chip; examples</p> <p>Practical laboratory examinations: Biomedical Optics, Spectroscopy, Photoplethysmography; Actual R &amp; D projects at IHF/RWTH, related to BME Visitation and measurements at the Optical Imaging Laboratory (Photoplethysmography Imaging) and the Laser Laboratory (with a demonstration of the system "Optical Coherence Tomography using tuneable lasers"); Human body temperature analysis; Actual R &amp; D projects at IWE/RWTH, related to BME Visit of the clean room facilities of IWE 1; visit of the measuring laboratory with a demonstration of the systems "Bladder pressure monitoring system" and "Retina implant system"</p>					
<b>Starting requirements</b>	<b>Assessment</b>				
Anatomy and Physiology	The mark is composed of the mark of the exam, attendance at the lectures and attendance at the exercises. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the exercises is compulsory.				
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Biomedical Sensors and Microsystems		2	exam, duration 90 min; 50% of points are necessary to pass	4	
Exercise: Biomedical Sensors and Microsystems		1			
Maximal number of students 30					

<b>MODUL Mechanics of living tissue (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
1 or 3	1	3	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<p><u>Continuum Mechanics:</u> Linear and non-linear material behaviour, isotropy and anisotropy of living tissues, 1-d and 3-d mechanics Concept of kinematics, stress and balance equations</p> <p><u>Biology:</u> basic structural elements: elastin, collagen, muscle alignment and macroscopic effects of micro-constituents</p> <p><u>Mathematics:</u> Material parameter estimation, optimisation</p> <p><u>Medical application:</u> clinical relevance of material parameters, development of strategies to estimate patient specific risk criteria</p>			<p>Basic understanding and knowledge of biological mechanics: non-linearity, anisotropy; Basic knowledge of material parameter estimation and its basic applications in medicine; Knowledge in practical behaviour in the lab, self guided coding of material parameter estimation of heart tissue; basic knowledge and skills in group work and presentation</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Anatomy and Physiology			The mark is composed of the mark of the exam, attendance of the lectures and attendance of the exercise part. Attendance of the lectures is voluntary but attendance of the exercises is compulsory.		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Mechanics of living tissue		2	Oral exam in a group, duration 60 min	4	
Exercise: Mechanics of living tissue		1			
Maximal number of students	30				



<b>MODUL Medical Statistics (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
1 or 3	1	2	annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Guidelines and study designs of clinical trials</li> <li>Bias in clinical trials</li> <li>Diagnostic tests</li> <li>Statistical tests, parameter estimation</li> <li>Analysis of variance (ANOVA), one- and two-factor models with and without interaction.</li> <li>Agreement of measurements</li> <li>Sample size and power calculation</li> </ul>			<p>The students will understand the organisation, design and performance of clinical trials as well as their problems. Furthermore the course imparts knowledge about various statistical methods. Background, requirements and procedure of statistical and diagnostic tests are discussed. The students are able to use their knowledge of this course to identify the appropriate statistical method for their own research and apply it on their own data. They will understand the procedure of clinical trials enabling them to interfere and encourage own suggestions</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
<p>Basic knowledge in elementary statistics is required. In particular data description as well as basics of probability theory and distribution of data (normal theory) should be acquainted.</p>			<p>50% of the points of the exercises are required to attend the exam. The grade is based solely on the exam. Attendance of the lectures is voluntary but attendance at the exercises is compulsory.</p>		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Medical Statistics		1	Written exam, duration 60-90 minutes 50% of points are necessary to pass	4	
Exercise: Medical Statistics		1			
Maximal number of students 30					

<b>MODUL Experimental Medicine (Biom. Diagnostics) (4 CP)</b>					
<b>General Information</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
2	1	3	annually	SS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
Basic experimental settings, studies in silico, in vitro in vivo, Medical product CE certification			The aim of the course is to give the student a basic understanding of in vivo research in laboratory animals. The course will give an overview of Laboratory animal science, husbandry and research models as well as regulatory affairs and CE certification test in animals for medical products. A lecture entitled "The right experimental setting for the question" is included in the course		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
Anatomy, Physiology, Biochemistry			The mark is composed of the mark of the written exam, attendance at the lectures and attendance at the exercises. Attendance at the lectures is voluntary but attendance at the exercises is compulsory.		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Experimental Medicine (Biom. Diagnostics)		2	Written exam, duration 90 – 120 minutes; 50% of points are necessary to pass	4	
Exercise: Experimental Medicine (Biom. Diagnostics)		1			
Maximal number of students 30					

<b>MODUL Methodical Design/ Project Management (4 CP)</b>						
<b>General Information</b>						
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>	
2	1	3	annually	SS	English	
<b>Information with regard to the contents</b>						
<b>Content</b>			<b>Aims</b>			
<p>Designing biomedical products requires a specific methodical design process, because of the diversity of the stakeholders, the different background of the project participants, the limitation of the amount of background information, and the complexity of the working environment. During this course tools are taught about:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the methodical design process,</li> <li>• teamwork,</li> <li>• communication methods for a good cooperation between medical and technical experts,</li> <li>• application of selection processes,</li> <li>• project management,</li> </ul>			<p>The general course objective is to teach students to apply a methodical way of designing a product. By using a methodical design process you will increase the quality of the resulting product: You have to focus on only a part of the complex designing process. Also archiving is facilitated by supplying a structure. By creating several possible solutions to a problem the chance that you will find the best solution is enlarged.</p> <p>All parts of the methodical design process will be practiced as group assignments. Since group work is very important theory of group working will also be taught and practiced. Finally all knowledge will be integrated by performing a design assignment in groups of about five students.</p>			
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>			
None			The mark is composed of the mark of the report and the oral presentation.			
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>						
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Lecture: Methodical design and Project management		1	Report 70% Presentation 30%		4	
Practical course: Work on assignment and Tutor meeting		2				
Maximal number of students 30						

MODUL: Language Courses (6 CP)					
General Information					
Semester	Duration	SWS	Frequency	Cycle	Language
1+2	2	8	annually	WS, SS	English
Information with regard to the contents					
Content			Aims		
<p>a) <u>Academic Communication</u> This course has been designed to meet the needs of students who intend to use English in academic contexts. Students will practise their speaking, writing and reading skills in presentations, plenary discussions, pair and group work. Another focus of this course lies on the acquisition of idiomatic expressions and academic vocabulary.</p> <p>b) <u>English for Engineers</u> This course will cover prevalent engineering topics such as materials and properties, design and innovation, technology and privacy as well as geoenvironment and nanotechnology. The focus of this course is on stimulating interactive communication and developing confident language usage through regular group work, discussions and individual presentations. Another focus will lie on the comprehension and analysis of complex texts dealing with technology and engineering. Students will also be introduced to the structured composition of technical texts.</p> <p>c) <u>German Course</u> -preparation for the DSM exam -conversations at more complex levels relating to personal topics -extension of basic grammar skills -understanding of more complex and authentic texts -writing of simple personal and official letters -acquisition of learning techniques</p>			<p>a) <u>Academic Communication</u> At the end of this course students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>coherently express their opinion on various academic topics in texts and presentations</li> <li>describe visuals such as graphs, charts and figures in presentations</li> <li>understand and analyse complex texts dealing with academic issues</li> <li>use a wide range of vocabulary from different academic fields.</li> </ul> <p>b) <u>English for Engineers</u> At the end of this course students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>coherently express their opinion on various technical topics in texts and presentations</li> <li>write a product proposal and present a product or service they have developed</li> <li>understand and analyse complex texts dealing with technical issues</li> <li>use a wide range of technical vocabulary.</li> </ul> <p>c) <u>German Course</u> Students are expected to acquire a knowledge of German equivalent to level B1 of the "Common European Framework of Reference". On completion of this level students can understand the main points of clear standard input on familiar matters regularly encountered in university, work, leisure etc. They can produce simple connected texts on topics which are familiar or of personal interest. They can give reasons and explanations for opinions and plans.</p>		
Starting requirements			Assessment		
<p>a, b) Starting requirements C1 level according to the CERF c) None</p>			<p>a, b) The final grade will be based on continuous assessment. Students have to do regular homework, hand in two written assignments, give a presentation, participate in class discussions and attend their course regularly. c) Tests</p>		

<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
a) Lecture: Academic Communication		2 + 2	a, b) The final grade is based on continuous assessment. There are no written or oral exams.	6	
b) Lecture: English for Engineers		2 + 2			
c) Lecture: German for foreign students		4 + 4	c) DSM Exam (the German Language Examination for Master Students)	6	
Maximal number of students: 30					

<b>MODUL: Master's Thesis (30 CP)</b>					
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
<b>Semester</b>	<b>Duration</b>	<b>SWS</b>	<b>Frequency</b>	<b>Cycle</b>	<b>Language</b>
4	Six months		annually	WS	English
<b>Information with regard to the contents</b>					
<b>Content</b>			<b>Aims</b>		
Students work on a defined thesis independently and summarize their results in a master thesis report.			<p>The students shall be able to work independently on a problem in the field of Biomedical Engineering within a given time frame and by using the theory and practical methods of their study. They are able to develop new ideas and methods. The students are able to document their results according to scientific standards and the standard of actual research. They deepened their competence in solving problems as well as transferring knowledge in theory and methods in the field of Biomedical Engineering.</p>		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
After receiving 90 credits the master's thesis can be registered.			A report of at least 40 pages should be written and a covering note of the supervisor should be added.		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Master Thesis	30		A report of at least 40 pages should be written and a covering note of the supervisor should be added.	30	

MODUL Additional Courses (SS)					
General Information					
Semester	Duration	SWS	Frequency	Cycle	Language
2	1		annually	SS	English
Information with regard to the contents					
Content			Aims		
<p>a) <u>Special aspects of Artificial Organs</u> The students will receive an overview about the history of artificial organs and the current applied devices for supporting internal organs. The selected topics of the extracorporeal circulations, such as: flow properties and haemoreology will be described, as well as monitoring systems of long-term support of lung for a critical surveillance as a typical example, in addition, various sensors e.g. blood gases, acid-base parameters, blood flow, and blood pressure. Furthermore, the typical biomaterials used for different components of extracorporeal circuit as well as the problems related to haemocompatibility, blood trauma, and anticoagulation are yet illustrated.</p> <p>b) <u>Intensive Care/ Monitoring</u> General aspects of patient monitoring Neurological, cardiac, hemodynamic and pulmonary monitoring in ICU/operating theatre</p> <p>c) <u>Seminar and Journal Club on Mol. Imaging</u> Molecular imaging – defined as the non invasive assessment of biological mechanisms at molecular and cellular level - will play a major role in future disease diagnosis and treatment planning. In this course the students will hear about current strategies of molecular imaging with PET, SPECT, MRI, optical methods and US. The students will learn how research is performed in this field. They will also get insight into the challenges in designing and applying diagnostic probes, engineering imaging hardware and study planning. The course is past by participating at the journal club with a paper discussion</p>			<p>a) <u>Special aspects of Artificial Organs</u> The students shall get an interdisciplinary overview about the applications of artificial organs, especially on the example of extracorporeal circulation systems, and also the techniques of different applied measuring sensors. Besides, the common biomaterials for development of artificial organs and their interaction with the sensitive fluid organ blood will be explicitly manifested.</p> <p>b) <u>Intensive Care/ Monitoring</u> Types of monitoring, specification of monitoring systems for medical purposes</p> <p>c) <u>Seminar and Journal Club on Mol. Imaging</u> In this seminar current research of the Department of Experimental Molecular Imaging as well as exciting recent research papers will be discussed. Aim</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to get insight into molecular imaging research</li> <li>• to learn how to perform imaging studies</li> <li>• to how to evaluate a paper</li> <li>• to get an update on recent literature</li> </ul>		
Starting requirements			Assessment		
Basic courses of the first semester			None, attendance is voluntary. If the student attend the lecture regularly this additional course can be added on the diploma, but the credits won't be considered to the final grade.		

<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
a) Lecture: Special aspects of Artificial Organs		1			
b) Lecture: Intensive care/ Monitoring		1			
c) Lecture: Seminar and Journal Club on Mol. Imaging		2			
Max. number of students: 30					



MODUL Elective Courses (WS)					
General Information					
Semester	Duration	SWS	Frequency	Cycle	Language
1,3	1		annually	WS	English
Information with regard to the contents					
Content			Aims		
<p>a) <u>Prep-course in Mathematics</u>  Basics of mathematics: Set-theory, number domains, percent calculations, rule of proportion;  Mathematical logic; Functions and equations;  Inequalities, absolute value inequalities, fractional inequalities; Differentiation; Integration;  Complex numbers; Systems of linear equations; Matrix calculus; Descriptive statistics</p> <p>b) <u>Neurosciences</u>  Transcranial Magnetic Stimulation ; Biomaterials for Nerve Repair; Functional Imaging in Neuropsychology;  Evoked potentials in Clinical Practice; Spinal Cord Injury</p> <p>c) <u>Immunology and Microbiology</u>  Innate and adaptive immunity, cells of the immune system; Haematopoiesis and lymphatic tissue; Antigen presenting molecules, processing and presentation; Molecules for antigen detection and generation of diversity; Complement; Infection and immunity;  Immunological disorders</p> <p>d) <u>Bioinformatics</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genome and Sequences (DNA sequences, Algorithms for sequence comparison, Sequence databases, Patterns and motifs, Phylogenetic trees)</li> <li>• Proteins and Structures (3D modelling, Protein databases, Protein structure analysis and prediction)</li> <li>• Protein Expression and Function (DNA chip technology, Gene expression analysis, Clustering, Proteomics)</li> <li>• Pathways and Systems (Metabolic networks, Pathway analysis, Cell simulation)</li> </ul> <p>e) <u>Hard Tissue Implants and Prostheses</u>  Students will receive fundamental knowledge about hard tissue implants and prostheses (dental implants joint arthroplasty, bone substitutes etc.).</p>			<p>a) <u>Prep-course in Mathematics</u>  The aim of the prep course is to impart basic mathematic knowledge to prepare for the compulsory math course as well as several science courses. Furthermore its purpose is to create equal requirements among the students. This is especially important due to different bachelor degrees as well as different countries of origin.</p> <p>b) <u>Neurosciences</u>  Selected introduction and overview of current activities in the clinical and pre-clinical fields of neuroscience research.</p> <p>c) <u>Immunology and Microbiology</u>  Introduction in general principals of immunology with a special focus on infectious diseases</p> <p>d) <u>Bioinformatics</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students will be introduced to interdisciplinary thinking.</li> <li>• Students will understand informatics solutions/contributions to biological approaches, in particular molecular biology (genomics, proteomics, expression analysis, network analysis).</li> <li>• Students will be able to set up simple models for natural phenomena as part of bioinformatics algorithms and understand probabilistic approaches</li> <li>• Students will be able to assess the relevance of algorithmic output and enhanced analytical and logical skills</li> </ul> <p>e) <u>Hard Tissue Implants and Prostheses</u>  Understanding what kind of hard tissue implants and prostheses are available, what the requirements are, how to manufacture them, how to estimate lifetime of such prostheses and</p>		

Specific contents are: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitions, properties, and requirements</li> <li>• Applications of implants for hard tissue replacement</li> <li>• Implants in dentistry, orthopedics, and trauma surgery</li> <li>• Visualization of hard tissue implants in vivo using CT, NMR, and US</li> <li>• Bioinert vs. bioactive hard tissue implants</li> <li>• Functionalization of implant surfaces</li> <li>• Potential of bioactive calcium phosphates</li> <li>• Innovative organic-inorganic scaffolds for hard tissue reconstruction</li> <li>• Biomimetic approaches for innovative hard tissue implants and prostheses</li> </ul>			learn innovative techniques to functionalize their surfaces - for example for better osseointegration in vivo, understand the interdisciplinary issues, learn to reflect the judgment of different hard tissue implant options from different points of view: from the biological, the chemical, and from the engineering point of view.		
<b>Starting requirements</b>			<b>Assessment</b>		
a) None b) None c) Knowledge in general cell biology d) None e) None			None, attendance is voluntary. If the student attend the lecture regularly this additional course can be added on the diploma, but the credits won't be added to the diploma.		
<b>Structure of the course element &amp; examination</b>					
<b>Activity</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Examination</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
a) Lecture: Mathematics		1	c) Oral examination only in the case of marked certificates		
b) Excercise: Mathematics		1			
b) Lecture: Neurosciences		1			
c) Lecture: Immunology and Microbiology		2			
d) Lecture: Bioinformatics		2			
d) Exercise: Bioinformatics		1			
e) Lecture: Hard tissue implants		1			
e) Practical part: Hard tissue im.		1			
Max. number of students: 30					

**Anlage 2 Studienverlaufsplan**

Studienverlaufsplan	SWS	LP	Exam
<b>1. Semester (WS)</b>		30	
<u>Mandatory Courses</u>			
Module: Chemistry/ Biochemistry	3	4	GR
Module: Biology/ Molecular Biology	3	4	GR
Module: Anatomy	3	4	GR
Module: Physiology	1,5	2	GR
Module: Control Engineering	3	4	GR
Module: Ethics/ Intellectual Property and Regulatory Affairs	3	5	GR
Module: Practical Experience		5	P/NP
<u>Reserve and Elective Courses</u>			
Module: Mathematics	4	4	GR
Module: Physics	3	4	GR
Module: Biomedical Sensors and Microsystems	3	4	GR
Module: Mechanics of living tissue	3	4	GR
Module: Medical Statistics	2	4	GR
Module: Elective Courses			GR
Prep-course in Mathematics	2	-	-
Neurosciences	1	-	-
Immunology and Microbiology	2	-	-
Bioinformatics	3	-	-
Module: German or English language course	4	2	P/NP
<b>2. Semester (SS)</b>		30	
<u>Mandatory Courses</u>			
Module: Physiology	1,5	2	GR
Module: Electrical Engineering	4	4	GR
Module: Material Sciences and Processing	5	7	GR
Module: Mechanics/ Biomechanics	4	4	GR
Module: Fluid Mechanics	3	4	GR
Module: Medical Imaging	4	5	GR
			GR
<u>Reserve and Elective Courses</u>			
Module: Experimental Medicine (Biom. Diagnostics)	3	4	GR
Module: Methodical Design/ Project Management	3	4	GR
Module: Elective Courses			
Special aspects of Artificial Organs	1	-	-
Intensive Care/ Monitoring	1	-	-
Seminar and Journal Club on Molecular Imaging	2	-	-
Module: German or English language course	4	4	P/NP

<b>3. Semester (WS)</b>		30	
<u>Mandatory Courses</u>			
Module: Image Processing and Management	3	5	GR
Module: Image Guided Therapy and Molecular Imaging	3	5	GR
Module: Artificial Organs I	3	5	GR
Module: Artificial Organs II	3	5	GR
Module: Cell culture and Tissue Engineering	3	5	GR
Module: Systems Biology	3	5	GR
<u>Reserve and Elective Courses</u>			
Module: Biomedical Sensors and Microsystems	3	4	GR
Module: Mechanics of living tissue	3	4	GR
Module: Medical Statistics	2	4	GR
Module: Elective Courses			
Neurosciences	1	-	-
Immunology and Microbiology	2	-	-
Bioinformatics	3	-	-
Hard tissue Implants and Protheses	3	-	-
<b>4. Semester (SS)</b>			
Masterarbeit		30	GR
<b>Gesamt</b>	<b>64</b>	<b>120</b>	

## Anlage 3

### Richtlinien für die fachpraktische Tätigkeit

- (1) The internship (Fachpraktikum) for a student of the Biomedical Engineering Master's programme lasts a total of minimum 4 weeks (a full-time professional experience) and is a compulsory component of this programme. The best time to do the internship is after the second semester or after the third semester short time before the master thesis.
- (2) The full 4 weeks of the internship must have been completed and recognized before registering for the master thesis.
- (3) Students are expected to arrange the internship themselves. Many institutes have contact to companies offering internships. If the students need help in finding a company for their internship the lecturers, the admission board or the programme co-ordinator will help.
- (4) Knowledge and experience gained in previous studies and Master's study should be applied in the internship. The internship should be carried out within an organisation, which enables the student to gain valuable practical knowledge applicable to the field of biomedical engineering.
- (5) Biomedical engineering related organisations (companies, universities or research institutes) can be considered for the internship. Internship at organisations owned by the student or the student's family will not be permitted.
- (6) Experienced employee(s) of the internship organisation should be responsible for the students throughout the duration of the internship.
- (7) Information concerning the legal obligation to have insurance cover can be obtained at the responsible health insurance agency (Krankenkasse). A special insurance policy can be taken out by the student or company for internships performed abroad.
- (8) The examination board can determine a student to be exempt from the internship depending on previous practical experience.
- (9) Internship contract: If the internship is performed outside RWTH Aachen the student is advised to make the internship legally binding by a contract for the duration of the internship, which is agreed and signed by the student and the internship organisation. All rights and duties of the student and the company should be stated in the contract.
- (10) Due to the short duration of the internship the student is not allowed to take holidays during the internship. Days of absence due to illness must be worked at a later date. In cases of absence, the student should ask the internship organisation to extend the contract so that the areas of work stipulated in the regulations can be covered.
- (11) Internship report: The student should write a report describing the various areas of activity performed during the internship in a single logical text (not day to day report). This report has to consist of the following parts:
  - cover page with the student's name and registration number and the title of the internship project
  - table of contents
  - a structured text with chapters like e.g. introduction, problem definition, theory, implementation, verification of the results, performance, usability, conclusions, idea for future work, references

The length of the report should be approximately 10 A-4 pages including drawing and text. The report has to be written in English and should be typed or word processed. Handouts and photocopies (e.g. methods, literature etc.) are not acceptable for individually written reports. The report has to be signed and stamped by the internship supervisor.

- (12) Letter of attendance: On completion of the internship the student should request a letter of attendance from the company or research institute. This certificate must contain:
- personal information about the student (first name, family name, date of birth and place of birth)
  - name of the company/institute, department and city
  - time and overall duration of the internship and the number of the days absent
  - description and duration of the student's tasks
  - evaluation of the student's work and the technical report.
- The certificate has to be written in German or in English. Certificates from employment agencies cannot be accepted.
- (13) Internship acceptance: The internship is only accepted, if the following requirements are fulfilled:
- 4 weeks full-time work
  - The number of days absent must be zero, otherwise the internship has to be extended to rework the times absent
  - The internship report (Sec. 11), and the letter of attendance (Sec. 12)
- The documents should be submitted to the Biomedical Engineering programme co-ordinator before registering for the master thesis. After acceptance the programme co-ordinator provides a written approval of the internship, which the student has to send to the ZPA (Zentrale Prüfungsamt).
- (14) If the internship report is carelessly written or indicate a lack of understanding, the internship may be rejected or may only be recognized in part. It is the student's duty to make sure that her/his internship will be recognized.
- (15) Objections to any decisions made by the programme co-ordinator can be addressed to the examination board (Prüfungsausschuss)

#### Co-ordinators of the Master Programme

Chairman of the Examination Board (Prüfungsausschussvorsitzender):  
 Prof. Dr. med. Fabian Kießling  
 Medizinische Fakultät  
 Pauwelsstraße 30  
 52074 Aachen  
 Germany  
 Tel: +49 241 80-80116  
 Mail: [fkiessling@ukaachen.de](mailto:fkiessling@ukaachen.de)

Programme co-ordinator (Studienberaterin)  
 Dr. Monika Knippschild  
 Studiendekanat der Medizinischen Fakultät  
 Pauwelsstraße 30  
 52074 Aachen  
 Germany  
 Tel: + 49 241 80-85410  
 Office location: elevator A 4, level 2, corridor A, room 45 A  
 Mail: [BME@ukaachen.de](mailto:BME@ukaachen.de)

## Anhang

### Anhang zur Rahmenordnung für einen Masterstudiengang

#### Glossar

##### **Abmeldung**

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

##### **Akademische Grade**

Nach einem erfolgreich abgeschlossenen Studium wird ein akademischer Grad verliehen.

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

## **Curriculum**

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

## **Diploma Supplement**

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

## **Leistungsnachweis**

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

## **Modul**

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



## **Modulhandbuch**

Im Modulhandbuch sind die einzelnen Module hinsichtlich

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

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

## **Modulare Anmeldung**

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

## **Mündliche Ergänzungsprüfung**

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

## **Multiple Choice**

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

## **Orientierungsphase**

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

## **Orientierungsabmeldung**

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

## **Prüfungsausschuss**

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

## **Prüfungsleistungen**

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

**Pflichtbereich**

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

**Prüfungseinsicht**

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

**Regelstudienzeit**

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

**Semesterwochenstunde (SWS)**

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

**Semesterfixiert/Semestervariabel**

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

**Studienberatung**

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

**Studienbeginn**

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

**Teilnahmenachweis**

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

**Transcript of Records**

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

**Wahlveranstaltung**

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

**Wahlpflichtveranstaltung**

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

**ZPA-initiierte Zwangsanmeldung bei Wiederholungsprüfungen**

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

**Zusatzmodul**

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