

## **Prüfungsordnung**

### **für den Master-Studiengang**

### **Molekulare und Angewandte Biotechnologie**

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

**vom 24.10.2011**

Aufgrund der §§ 2 Abs. 4, 64 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG) vom 31. Oktober 2006 (GV. NRW S. 474), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes zum Aufbau der Fachhochschule 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

#### Anhang:

Glossar

## I. Allgemeines

### § 1

#### Geltungsbereich und akademischer Grad

- (1) Diese Prüfungsordnung gilt für den Master-Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie
- (2) Bei erfolgreichem Abschluss des Master-Studiums verleiht die Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften den akademischen Grad eines Master of Science RWTH Aachen University (M. Sc. RWTH).

### § 2

#### Ziel des Studiums und Sprachenregelung

- (1) Im Master-Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie werden die im Bachelor-Studiengang erworbenen Kenntnisse so verbreitert und vertieft, dass die Absolventin bzw. der Absolvent zur Behandlung komplexer Fragestellungen und insbesondere zur selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit befähigt wird.
- (2) Ziel der Ausbildung im Master-Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie ist die Vermittlung fachlicher Grundlagen in einer solchen Breite, dass ein Einstieg in eine berufliche Tätigkeit vorbereitet ist.
- (3) Bei dem Master-Studiengang handelt es sich um einen konsekutiven Master-Studiengang.
- (4) Das Studium findet in deutscher Sprache statt, einzelne Lehrveranstaltungen finden in englischer Sprache statt
- (5) Die Master-Arbeit kann wahlweise in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden.

### § 3

#### Zugangsvoraussetzungen

- (1) Zugangsvoraussetzung ist ein anerkannter erster Hochschulabschluss im Fach Biotechnologie oder eines benachbarten Fachgebietes, 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 Molekulare und Angewandte Biotechnologie erforderlichen Kenntnisse verfügt:
  - Mathematik (mindestens 6 CP)
  - Anorganische Chemie, Organische Chemie, Physikalische Chemie (jeweils mindestens 9 CP)
  - Physik (mindestens 9 CP)
  - Kenntnisse in Statistik und Computeranwendung (mindestens 3 CP)
  - Immunologie (mindestens 3 CP)
  - Vorlesungen mit verfahrenstechnischem Inhalt (mindestens 12 CP)

- Vorlesungen mit biotechnologischem Inhalt (mindestens 12 CP)
- Vorlesungen, die wirtschaftliche Aspekte behandeln (mindestens 3 CP)
- Praktische Arbeiten (insgesamt mindestens 40 CP; diese können auch in den oben genannten Voraussetzungen enthalten sein)

- (3) Der Prüfungsausschuss kann eine Zulassung mit der Auflage verbinden, bestimmte Kenntnisse bis zur Anmeldung der Master-Arbeit nachzuweisen.

Art und Umfang dieser Auflagen werden vom Prüfungsausschuss individuell auf Basis der im Rahmen des vorangegangenen Studienabschlusses absolvierten Studieninhalte festgelegt, dies geschieht in Absprache mit der Studienkordinatorin bzw. dem Studienkordinator bzw. der Fachstudienberaterin bzw. dem Fachstudienberater.

- (4) Für den Studiengang in deutscher Sprache ist die ausreichende Beherrschung der deutschen Sprache von den Studienbewerbern nachzuweisen, die Deutsch nicht als Muttersprache erlernt, die ihre Studienqualifikation nicht an einer deutschsprachigen Einrichtung erworben haben bzw. nach erfolgreichem Abschluss eines deutschsprachigen ersten Hochschulabschlusses, für den der Nachweis nicht Voraussetzung war. Es werden folgende Nachweise anerkannt:

- a) TestDaF (Niveaustufe 4 in allen vier Prüfungsbereichen),
- b) Deutsche Sprachprüfung für den Hochschulzugang (DSH, Niveaustufe 2 oder 3),
- c) Deutsches Sprachdiplom der Kultusministerkonferenz – Zweite Stufe (KMK II),
- d) Kleines Deutsches Sprachdiplom (KDS), Großes Deutsches Sprachdiplom oder Zentrale Oberstufenprüfung (ZOP) des Goethe-Institutes,
- e) Deutsche Sprachprüfung II des Sprachen- und Dolmetscher Institutes München.

- (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) 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.

- (7) Auf Antrag kann der Prüfungsausschuss bei Bachelorabsolventen von Studiengängen mit sieben Semestern Regelstudienzeit individuell Prüfungsleistungen im Umfang von bis zu 30 Leistungspunkten erlassen.

## § 4

### Regelstudienzeit, Studienumfang und Leistungspunkte

- (1) Die Regelstudienzeit beträgt einschließlich der Anfertigung der Master-Arbeit vier Semester (zwei Jahre). Das Studium kann in jedem Semester aufgenommen werden. Empfohlen wird eine Studienaufnahme im Wintersemester. Wird das Studium im Sommersemester begonnen, sollte die Fachstudienberatung wegen der konkreten Studienplanung aufgesucht 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 vorge-

sehen werden. Das Studium enthält einschließlich des Moduls Master-Arbeit insgesamt 11 bis 14 Modulen. Alle Module sind im Modulkatalog definiert (s. Anlage 2). Zusätzlich werden berufsvorbereitende Zusatzqualifikationen wie z. B. Sprachkurse, Industrie- oder Forschungspraktika im Umfang von 10 Credits gefordert. Zusatzqualifikationen sind Veranstaltungen die nicht im Modulkatalog Molekulare und Angewandte Biotechnologie aufgeführt sind.

- (3) 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.
- (4) Der Studiumumfang beläuft sich zuzüglich der Master-Arbeit auf ca. 80 Semesterwochenstunden (Kontaktzeit in SWS). Eine SWS entspricht einer 45-minütigen Lehrveranstaltung pro Woche während der gesamten Vorlesungszeit eines Semesters. Die angegebenen SWS beziehen sich auf die reine Dauer der Veranstaltungen. Darüber hinaus sind Zeiten zur Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen aufzubringen. Diese Zeiten gehen gemäß Absatz 3 in die Zuweisung der entsprechenden Creditanzahl ein.
- (5) Die RWTH stellt durch ihr Lehrangebot sicher, dass die Regelstudienzeit eingehalten werden kann, dass insbesondere die für einen Studienabschluss erforderlichen Module und die zugehörigen Prüfungen sowie die 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 Molekulare und Angewandte Biotechnologie 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 im CAMPUS-Informationssystem rechtzeitig bekannt gegeben. Eine Orientierungsabmeldung von einer Lehrveranstaltung, die über ein Semester läuft, ist bis zum letzten Freitag im Mai bzw. November möglich (Orientierungsphase). Im Falle einer Orientierungsabmeldung bei semesterfixierten Pflichtveranstaltungen erfolgt eine Wiederanmeldung zur nächsten turnusmäßigen Lehrveranstaltung und es ist keine erneute Abmeldung von der Veranstaltung möglich. Abweichend davon ist bei Blockveranstaltungen eine Abmeldung bis einen Tag vor dem ersten Veranstaltungstag möglich.
- (2) Machen es der angestrebte Studienerfolg, die für eine Lehrveranstaltung vorgesehene Vermittlungsform, Forschungsbelange oder die verfügbare Kapazität an Lehr- und Betreuungspersonal erforderlich, die Teilnehmerzahl einer Lehrveranstaltung zu begrenzen, so erfolgt dies nach Maßgabe des § 59 Abs. 2 HG. Dabei sind Studierende, die im Rahmen ihres Studiengangs auf den Besuch einer Lehrveranstaltung angewiesen sind vorrangig zu berücksichtigen (semesterfixierte Pflichtleistung bzw. Wahlpflichtleistung). Als weitere Kriterien werden in der nachfolgenden Reihenfolge gesetzt: die semestervariable Pflichtleistung bzw. Wahlpflichtleistung, die Wahlleistung (§ 6 Abs. 1) und die freiwillige Zusatzleistung (gemäß § 8 Abs. 1) und der freie Zugang (Absatz 1).

## § 6 Prüfungen und Prüfungsfristen

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

## § 7 Formen der Prüfungen

- (1) Eine Prüfung ist im Regelfall eine Klausurarbeit oder eine mündliche Prüfung. Prüfungen können aber auch in Form eines Referates, einer Hausarbeit, einer Studienarbeit, einer Projektarbeit oder eines Kolloquiums erbracht werden. Im Rahmen eines Moduls kann die Vorlage von Teilnahmenachweisen sowie Leistungsnachweisen verlangt werden. Ein Leistungs- oder Teilnahmenachweis kann als Zulassungsvoraussetzung für weitere zu erbringende Leistungen innerhalb eines Moduls definiert werden. Leistungsnachweise können in den gleichen Formen wie die Prüfungen erworben werden. Ein Teilnahmenachweis bescheinigt die aktive Teilnahme an einer Lehrveranstaltung.
- (2) Die endgültige Form der Prüfung im Fall von alternativen Möglichkeiten und die zugelassenen Hilfsmittel werden in der Regel zu Beginn der Lehrveranstaltung, spätestens bis vier Wochen vor dem Prüfungstermin bekannt gegeben. § 13 Abs.5 bleibt davon unberührt. Der Prüfungstermin und der Name der oder des Prüfenden müssen spätestens bis Mitte Mai bzw. Mitte November im CAMPUS-Informationssystem bekannt gegeben werden muss. Für mündliche Prüfungen kann auch ein Termin individuell vereinbart werden, der Name des Prüfers muss jedoch feststehen.  
Ebenso ist mitzuteilen, wie die Einzelbewertung der Prüfungen in die Gesamtbewertung der Prüfung zu der Lehrveranstaltung einfließen.
- (3) In den **mündlichen Prüfungen** soll die Kandidatin bzw. der Kandidat nachweisen, dass sie bzw. er die Zusammenhänge des Prüfungsgebietes erkennt und spezielle Fragestellungen in diese Zusammenhänge einzuordnen vermag. Durch die mündliche Prüfung soll ferner festgestellt werden, ob die Kandidatin bzw. der Kandidat über breites Grundlagenwissen verfügt. Mündliche Prüfungen werden entweder von mehreren Prüfenden (Kollegialprüfung) oder von einer bzw. einem Prüfenden in Gegenwart einer bzw. eines sachkundigen Beisitzenden als Gruppenprüfung mit nicht mehr als vier Kandidatinnen bzw. Kandidaten oder als Einzelprüfung abgelegt. Hierbei wird jede Kandidatin bzw. jeder Kandidat in einem Prüfungsfach bzw. Stoffgebiet grundsätzlich nur von einer Prüfenden bzw. einem Prüfenden geprüft. Vor der Festsetzung der Note gemäß § 9 Abs. 1 hat die bzw. der Prüfende die Beisitzende bzw. den Beisitzenden zu hören. Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der mündlichen Prüfung sind in einem Protokoll festzuhalten. Das Ergebnis der Prüfung ist der Kandidatin bzw. dem Kandidaten im Anschluss an die mündliche Prüfung bekannt zu geben. Die Dauer einer mündlichen Prüfung beträgt pro Kandidatin bzw. Kandidat mindestens 45 und höchstens 60 Minuten. Im Fall von mündlichen Ergänzungsprüfungen gemäß § 13 Abs. 2 ist die Bewertung durch eine Prüfende bzw. einen Prüfenden ausreichend. Im Rahmen einer Gruppenprüfung ist darauf zu achten, dass der gleiche Zeitrahmen pro Kandidatin bzw. Kandidat wie bei einer Einzelprüfung eingehalten wird.
- (4) Studierende, die sich in einem späteren Prüfungszeitraum der gleichen Prüfung unterziehen wollen, können nach Maßgabe der räumlichen Verhältnisse als Zuhörerinnen bzw. Zuhörer zugelassen werden, sofern die Kandidatin bzw. der Kandidat nicht widerspricht. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses.
- (5) In den **Klausurarbeiten** soll die Kandidatin bzw. der Kandidat nachweisen, dass sie bzw. er in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln ein Problem mit den geläufigen Methoden des Faches erkennen und Wege zu einer Lösung finden kann. Die Dauer einer Klausur beträgt 60-120 Minuten.
- (6) Im Rahmen von Klausuren können auch Multiple Choice Aufgaben gestellt werden. Einzelheiten der Bewertung sind § 9 Abs. 2 bis 3 zu entnehmen.

- (7) Jede Klausurarbeit ist von der bzw. dem Prüfenden zu bewerten. Wird eine Klausurarbeit gemäß § 13 Abs. 4 von zwei Prüfenden bewertet, so ergibt sich die Note der Klausurarbeit aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen. Die Prüfenden können fachlich geeigneten Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeitern, die einen entsprechenden Mastergrad oder einen vergleichbaren oder höherwertigen Abschluss haben, die Vorkorrektur der Klausurarbeit übertragen. Im Fall von mündlichen Ergänzungsprüfungen gemäß § 13 Abs. 2 ist die Bewertung durch eine Prüfende bzw. einen Prüfenden ausreichend.
- (8) Ein **Referat** ist ein Vortrag von mindestens 15 und höchstens 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.
- (9) Im Rahmen einer **Projektarbeit** wird selbstständig eine eng umrissene, wissenschaftliche Problemstellung unter Anleitung praktisch durchgeführt, schriftlich protokolliert und im Rahmen einer Präsentation vorgestellt.
- (10) Prüfungen gemäß Absatz 8 und 9 können auch als Gruppenleistung zugelassen werden, sofern eine individuelle Bewertung des Anteils eines jeden Gruppenmitglieds möglich ist.
- (11) Im **Kolloquium** sollen die Studierenden nachweisen, dass sie im Gespräch mit der bzw. dem Prüfenden und weiteren Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Kolloquiums Zusammenhänge des Faches erkennen und spezielle Fragestellungen in diesem Zusammenhang einordnen vermögen. Das Kolloquium kann mit einem Referat gemäß Absatz 8 begonnen werden.
- (12) Im **Praktikum** sollen die Studierenden das selbstständige experimentelle Arbeiten, die Auswertung von Messdaten und die wissenschaftliche Darstellung der Messergebnisse erlernen. Als Prüfungsleistungen in den Praktika können das Fachwissen der Studierenden, das experimentelle Geschick und die Qualität der wissenschaftlichen Ausarbeitung bewertet werden. Werden die Praktika in Kleingruppen durchgeführt, wird die Leistung der bzw. des Studierenden bewertet.

## **§ 8 Zusätzliche Module**

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

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

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

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

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

- (2) Multiple Choice (Mehrfachauswahl) ist ein in Prüfungen verwendetes Format, bei dem zu einer Frage mehrere vorformulierte Antworten zur Auswahl stehen. Die Bewertungskriterien müssen auf dem Klausurbogen sowie 14 Tage vor der Prüfung per Aushang oder im Campus-Informationssystem bekannt gegeben werden. Eine Klausur mit ausschließlich Multiple Choice Aufgaben gilt als bestanden, wenn
- 60 % der gestellten Fragen zutreffend beantwortet sind oder
  - die Zahl der zutreffend beantworteten Fragen um nicht mehr als 22 % die durchschnittliche Prüfungsleistung der Kandidatinnen und Kandidaten 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 automatisiert über das Campus-Informationssystem an die RWTH-E-Mail-Kontaktadresse sowie über Aushang. Studierende können ihren aktuellen Notenspiegel im CAMPUS-Informationssystem abfragen.

- (6) Eine Prüfung ist bestanden, wenn die Note mindestens "ausreichend" (4,0) ist. Wenn eine Prüfung aus mehreren Teilleistungen besteht, ergibt sich die Note unter Berücksichtigung aller Teilleistungen. Hierbei muss jede Teilleistung mindestens mit der Note „ausreichend“ (4,0) bewertet worden oder bestanden sein. Für die Noten gilt Absatz 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, wobei die einzelnen Noten mit den dazugehörigen Leistungspunkten gewichtet werden.

Die Gesamtnote der bestandenen Master-Prüfung lautet:

bei einem Durchschnitt bis 1,5	= sehr gut,
bei einem Durchschnitt von 1,6 bis 2,5	= gut,
bei einem Durchschnitt von 2,6 bis 3,5	= befriedigend,
bei einem Durchschnitt von 3,6 bis 4,0	= ausreichend.

Die schlechteste der gewichteten Modulnoten aus allen Modulen außer den Pflichtmodulen Master Biotechnologie und der Masterarbeit bleibt auf Antrag des Studierenden an den Prüfungsausschuss unberücksichtigt, sofern alle Modulprüfungen (Pflichtmodule Master Biotechnologie, Module der Schwerpunktsäule, Module der anderen Säulen) 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 bildet die Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften einen Prüfungsausschuss. Der Prüfungsausschuss besteht aus der bzw. dem Vorsitzenden, deren bzw. dessen Stellvertretung und fünf weiteren stimmberechtigten Mitgliedern. Die bzw. der Vorsitzende, die Stellvertretung und zwei weitere Mitglieder werden aus der Gruppe der Professorinnen und Professoren, ein Mitglied wird aus der Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und zwei Mitglieder werden aus der Gruppe der Studierenden gewählt. Für die Mitglieder des Prüfungsausschusses werden Vertreterinnen bzw. Vertreter gewählt. Die Amtszeit der Mitglieder aus der Gruppe der Professorinnen und Professoren und aus der Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beträgt zwei Jahre, die Amtszeit der studentischen Mitglieder ein Jahr. Wiederwahl ist zulässig.
- (2) Der Prüfungsausschuss ist Behörde im Sinne des Verwaltungsverfahrens- und des Verwaltungsprozessrechts.

- (3) Der Prüfungsausschuss achtet darauf, dass die Bestimmungen der Prüfungsordnung eingehalten werden, und sorgt für die ordnungsgemäße Durchführung der Prüfungen. Er ist insbesondere zuständig für die Entscheidung über Widersprüche gegen in Prüfungsverfahren getroffene Entscheidungen. Darüber hinaus hat der Prüfungsausschuss regelmäßig, mindestens einmal im Jahr, der Fakultät über die Entwicklung der Prüfungen und Studienzeiten zu berichten. Er gibt Anregungen zur Reform der Prüfungsordnung und des Studienverlaufsplanes und legt die Verteilung der Noten und der Gesamtnoten offen. Der Prüfungsausschuss kann die Erledigung seiner Aufgaben für alle Regelfälle auf die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden übertragen. Dies gilt nicht für Entscheidungen über Widersprüche und den Bericht an die Fakultät.
- (4) Der Prüfungsausschuss ist beschlussfähig, wenn neben der bzw. dem Vorsitzenden oder deren bzw. dessen Stellvertretung zwei weitere stimmberechtigte Professorinnen bzw. Professoren oder deren Vertretung und mindestens zwei weitere stimmberechtigte Mitglieder oder deren Vertreterinnen bzw. Vertreter anwesend sind. Er beschließt mit einfacher Mehrheit. Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme der bzw. des Vorsitzenden. Die studentischen Mitglieder des Prüfungsausschusses wirken bei der Anrechnung von Studien- und Prüfungsleistungen nicht mit.
- (5) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme der Prüfungen beizuwohnen.
- (6) Die Sitzungen des Prüfungsausschusses sind nichtöffentlich. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses und die Vertreterinnen bzw. Vertreter unterliegen der Amtsschwiegenheit. 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, mindestens jedoch vier Wochen vor dem Termin der jeweiligen Prüfung, bekannt gegeben werden. Die Bekanntmachung durch Aushang oder im CAMPUS-Informationssystem ist ausreichend.

## **§ 12**

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

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

## **§ 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. eine Kandidat in der zweiten Wiederholung einer Klausur die Note „nicht ausreichend“ (5,0) und wurde diese Note nicht auf Grund eines Täuschungsversuchs, eines Versäumnisses oder eines Rücktritts ohne triftige Gründe gemäß § 14 Abs. 2 festgesetzt, so ist ihr bzw. ihm vor einer Festsetzung der Note „nicht ausreichend“ die Möglichkeit zu bieten, sich einer mündlichen Ergänzungsprüfung zu unterziehen. Der Termin für

die mündliche Ergänzungsprüfung wird im Termin zur Klausureinsicht festgelegt und findet spätestens innerhalb der nächsten vier Wochen ab Klausureinsicht statt. Für die Abnahme der mündlichen Ergänzungsprüfung gilt § 7 Abs. 3 entsprechend. Aufgrund der mündlichen Ergänzungsprüfung wird die Note „ausreichend“ (4,0) bzw. die Note „nicht ausreichend“ (5,0) festgesetzt.

- (3) Die wiederholte Master-Arbeit muss spätestens drei Semester nach dem Fehlversuch der ersten Arbeit angemeldet werden. Die Inanspruchnahme von Schutzbestimmungen entsprechend den §§ 3, 4, 6 und 8 des Mutterschutzgesetzes und entsprechend den Fristen des Bundeserziehungsgeldgesetzes über die Elternzeit sowie die Berücksichtigung von Ausfallzeiten durch die Pflege von Personen im Sinne von § 48 Abs. 5 S. 2 Nr. 5 HG werden auf diese Frist nicht angerechnet. Wer diese Frist überschreitet, verliert ihren bzw. seinen Prüfungsanspruch, es sei denn, dass sie bzw. er das Versäumnis nicht zu vertreten hat.
- (4) Prüfungsleistungen in schriftlichen und mündlichen Prüfungen, mit denen ein Studiengang laut Studienverlaufsplan abgeschlossen wird, und in Wiederholungsprüfungen, bei deren endgültigem Nichtbestehen keine Ausgleichsmöglichkeit vorgesehen ist, sind von mindestens zwei Prüfenden zu bewerten. § 7 Abs. 7 bleibt davon unberührt.
- (5) Wiederholungsprüfungen können von den Prüfenden in schriftlicher und mündlicher Form abgenommen werden. Die Studierenden werden spätestens zwei Wochen vor der Wiederholungsprüfung per Aushang darüber informiert, ob die Wiederholungsprüfung mündlich oder schriftlich durchgeführt wird.
- (6) Setzt sich eine Prüfung aus mehreren Prüfungsteilen zusammen, muss im Falle des Nichtbestehens eines Prüfungsteils lediglich der nicht bestandene Prüfungsteil wiederholt werden.
- (7) Ein Modul ist endgültig nicht bestanden, wenn noch zum Bestehen erforderliche Prüfungen nicht mehr wiederholt werden können.
- (8) Die 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 abmelden. Die Abmeldung von einer Prüfung ist zugleich eine Meldung zu der Prüfung zum nächsten Prüfungstermin.
- (2) Eine Prüfungsleistung gilt als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zu einem Prüfungstermin ohne triftige Gründe nicht erscheint oder wenn sie bzw. er nach Beginn der Prüfung ohne triftige Gründe von der Prüfung zurücktritt. Dasselbe gilt, wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht wird. In diesem Fall besteht kein Anrecht auf eine mündliche Ergänzungsprüfung. Absatz 1 letzter Satz findet Anwendung.
- (3) Die für den Rücktritt oder das Versäumnis geltend gemachten Gründe müssen dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der Kandidatin bzw. des Kandidaten ist die Vorlage eines ärztlichen Attestes erforderlich. Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses kann im Einzelfall die Vorlage eines Attestes einer Vertrauensärztin bzw. eines Vertrauensarztes, die bzw. der vom Prü-

fungsausschuss benannt wurde, verlangen. Erkennt der Prüfungsausschuss die Gründe nicht an, wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten dies schriftlich mitgeteilt. Die bereits vorliegenden Prüfungsergebnisse sind anzurechnen. Absatz 1 letzter Satz findet Anwendung.

- (4) Die Kandidatin bzw. der Kandidat hat bei schriftlichen Prüfungen - mit Ausnahme von Klausuren unter Aufsicht - an Eides statt zu versichern, dass die Prüfungsleistung von ihr bzw. von ihm ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht worden ist.
- (5) Versucht die Kandidatin bzw. der Kandidat das Ergebnis einer Prüfungsleistung durch Täuschung, z.B. Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel, zu beeinflussen, gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Die Feststellung wird von der bzw. dem jeweiligen Prüfenden oder von der für die Aufsichtführung zuständigen Person getroffen und aktenkundig gemacht. Eine Kandidatin bzw. ein Kandidat, die bzw. der den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stört, kann von der bzw. dem jeweiligen Prüfenden oder der aufsichtführenden Person in der Regel nach Abmahnung von der Fortsetzung der Prüfungsleistung ausgeschlossen werden. In diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Die Gründe für den Ausschluss sind aktenkundig zu machen. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches kann die Kandidatin bzw. der Kandidat zudem exmatrikuliert werden.
- (6) Belastende Entscheidungen sind der Kandidatin bzw. dem Kandidaten unverzüglich schriftlich mitzuteilen, zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

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

### **§ 15**

#### **Art und Umfang der Master-Prüfung**

- (1) Die Master-Prüfung besteht aus
  1. den Prüfungen und sonstigen Leistungen, die im Modulkatalog gemäß Anlage 2 aufgeführt sind, sowie
  2. der Master-Arbeit einschließlich Master-Vortragsskolloquium.
- (2) Die Reihenfolge der Lehrveranstaltungen sowie der Prüfungen und Leistungsnachweise sollte sich am Studienverlaufsplan orientieren. Prüfungen und Leistungsnachweise werden studienbegleitend abgelegt. Das Thema der Master-Arbeit kann erst ausgegeben werden, wenn 80 CP erreicht sind.
- (3) Die Gegenstände der Prüfungen und Leistungsnachweise werden durch die Inhalte der zugehörigen Lehrveranstaltungen gemäß Modulhandbuch bestimmt.

### **§ 16**

#### **Master-Arbeit**

- (1) Die Master-Arbeit besteht aus einer schriftlichen Arbeit der Kandidatin bzw. des Kandidaten. Sie soll zeigen, dass die Kandidatin bzw. der Kandidat in der Lage ist, ein Problem innerhalb einer vorgegebenen Frist nach wissenschaftlichen Methoden unter Anleitung selbstständig zu bearbeiten.

- (2) Die Master-Arbeit kann von jeder bzw. jedem mit selbstständigen Vorlesungsveranstaltungen am Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie beteiligten Dozentin bzw. Dozent 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.
- (3) Auf besonderen Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten sorgt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses dafür, dass sie bzw. er zum vorgesehenen Zeitpunkt das Thema einer Master-Arbeit erhält. Der Kandidatin bzw. dem Kandidaten ist Gelegenheit zu geben, für das Thema Vorschläge zu machen.
- (4) Die Master-Arbeit kann im Einvernehmen mit der Prüferin bzw. dem Prüfer wahlweise in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden.
- (5) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses teilt der Kandidatin bzw. dem Kandidaten den Abgabetermin mit. Der Zeitpunkt der Ausgabe sowie die Themenstellung sind aktenkundig zu machen.
- (6) Die Bearbeitungszeit für die Master-Arbeit beträgt in der Regel sechs Monate. Der Umfang der schriftlichen Ausarbeitung sollte ohne Anlage 80 Seiten nicht überschreiten. Thema und Aufgabenstellung müssen so beschaffen sein, dass eine Fertigstellung innerhalb der vorgegebenen Frist mit einem äquivalenten Arbeitsaufwand von 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.
- (7) Die Ergebnisse der Master-Arbeit präsentiert die Kandidatin bzw. der Kandidat im Rahmen eines Master-Vortragsskolloquiums. Hinsichtlich der Durchführung gilt § 7 Abs. 14 entsprechend.

## **§ 17**

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

- (1) Die Master-Arbeit ist fristgemäß in zweifacher Ausfertigung beim 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 mit einer schriftlichen Begründung zu bewerten. Die Note für die Arbeit wird aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen gemäß § 9 Abs. 1 gebildet, sofern die Differenz nicht mehr als 2,0 beträgt. Beträgt die Differenz mehr als 2,0 oder lautet eine Bewertung „nicht ausreichend“, die andere aber „ausreichend“ oder besser, wird von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses eine dritte Prüfende bzw. ein dritter Prüfender zur Bewertung der 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 27 CP vergeben. Das Kolloquium wird benotet und geht mit der Gewichtung von 3 CP in die Note ein.

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

## § 20

### Ungültigkeit der Master- Prüfung, Aberkennung des akademischen Grades

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

## § 21

### Einsicht in die Prüfungsakten

- (1) Der Kandidatin bzw. dem Kandidaten ist die Möglichkeit zu geben, nach Bekanntgabe der Noten Einsicht in die korrigierte Klausur bzw. schriftlichen Prüfungsarbeiten zu nehmen. Zeit und Ort der Einsichtnahme sind während der Prüfung, spätestens mit Bekanntgabe der Note mitzuteilen. Für die Einsichtnahme wird jedem Studierenden in einem vorgegebenen Zeitraum 15 Minuten eingeräumt.
- (2) Sofern Absatz 1 keine Anwendung findet, wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten nach Abschluss des Prüfungsverfahrens auf Antrag Einsicht in die schriftlichen Prüfungsarbeiten, die darauf bezogenen Gutachten der Prüfenden und in die Prüfungsprotokolle gewährt.
- (3) Der Antrag ist binnen eines Monats nach Aushändigung des Prüfungszeugnisses bei der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen. Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme.

## § 22

### Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen

- (1) Diese Prüfungsordnung 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 2011/12 erstmalig für den Master-Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie an der RWTH Aachen eingeschrieben haben.

- (3) Studierende, die sich vor dem WS 2011/12 eingeschrieben haben, können auf Antrag in diese Prüfungsordnung wechseln. Sie können längstens zwei Jahre nach Inkrafttreten dieser Ordnung nach der bisherigen Ordnung vom 18.11.2010 studieren. Nach Ablauf dieser zwei Jahre erfolgt ein Wechsel in diese Ordnung zwangsläufig.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrates der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften vom 06.07.2011.

Der Rektor  
der Rheinisch-Westfälischen  
Technischen Hochschule Aachen

Aachen, den 24.10.2011

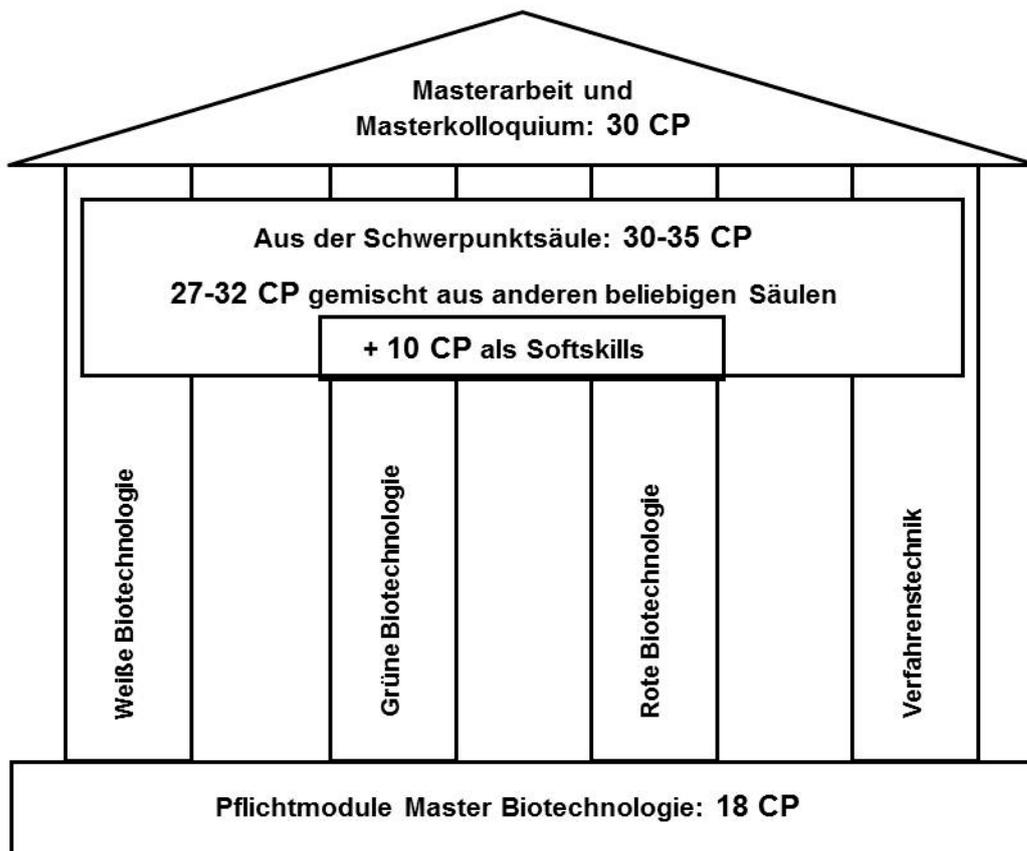
gez. Schmachtenberg  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. E. Schmachtenberg

## Anlage 1

### Modulkatalog

Dieser Modulkatalog gibt den aktuellen Stand gemäß dem Tag der Beschlussfassung der Prüfungsordnung wieder, nachfolgende Änderungen, die sich nicht auf die Prüfungsformen beziehen, werden unter dem Link <http://www.rwth-aachen.de/go/id/gvm/> bekannt gegeben.

Die Credit Points (CP) des Studiengangs setzen sich nach folgendem Säulenmodell zusammen:



### Struktur der Säulen:

Alle Studierenden absolvieren die Pflichtmodule Master Biotechnologie mit 18 CP.

In der von der/dem Studierenden gewählten Vertiefungsrichtung/Schwerpunktsäule (Weiße Biotechnologie, Grüne Biotechnologie, Rote Biotechnologie, Verfahrenstechnik) sind mindestens vier Module zu wählen.

In der Schwerpunktsäule sind mindestens zwei Vorlesungsmodule (nur Vorlesung oder Vorlesung + Seminar) Pflicht. Weiterhin sind mindestens zwei Praktikumsmodule in der Schwerpunktsäule Pflicht. Praktikumsmodule sind alle Module, die ein Praktikum beinhalten.

Insgesamt sind 30-35 CP in der Schwerpunktsäule zu wählen.

Weitere 27-32 CP sollen gemischt aus den drei nicht als Schwerpunkt gewählten Säulen gewählt werden. Es ist mindestens ein Praktikumsmodul und mindestens ein Theoriemodul aus anderen Säulen als der Schwerpunktsäule zu wählen.

Darüber hinaus sind 10 CP als Softskills vorgesehen. Softskillveranstaltungen können aus dem gesamten Katalog der RWTH Aachen gewählt werden (z. B. Fremdsprachenkurse, Informatik, Betriebsrecht, Medizin, Managementkurse), nicht aber aus dem Katalog der Lehrveranstaltungen, die Bestandteil des Studiengangs Molekulare und Angewandte Biotechnologie sind.

Jedes Pflichtpraktikum kann durch äquivalente Praktika (z.B. Forschungs- oder Industriepraktika) ersetzt werden. Eine Rücksprache mit dem verantwortlichen Dozenten ist vorher notwendig.

Die Masterarbeit wird mit 27 CP, das Masterkolloquium mit 3 CP gewichtet.

### **Fachsemester:**

Bei den Modulbeschreibungen sind keine Fachsemestervorgaben angegeben. Das 4. Semester ist für die Masterarbeit und das Masterkolloquium vorgesehen.

Abhängig vom Semester des Studienbeginns, stehen für die Vorlesungen 2 Sommersemester und 1 Wintersemester (bei Beginn des Studiums im Sommersemester) oder 2 Wintersemester und 1 Sommersemester (bei Beginn des Studiums im Wintersemester) zur Verfügung.

Bei Beginn des Studiums im Wintersemester können beispielsweise Vorlesungen, die im Wintersemester angeboten werden, im 1. oder 3. Semester gehört werden. Vorlesungen, die im Sommersemester angeboten werden, können im 2. Semester gehört werden.

Bei Beginn des Studiums im Sommersemester können beispielsweise Vorlesungen, die im Sommersemester angeboten werden, im 1. oder 3. Semester gehört werden. Vorlesungen, die im Wintersemester angeboten werden, können im 2. Semester gehört werden.

Weiterhin sind gegebenenfalls die modulspezifischen Voraussetzungen zu berücksichtigen, die in der jeweiligen Modulbeschreibung angegeben sind.

**Pflichtmodule Master Biotechnologie**

<b>Pflichtmodul der industriellen Biotechnologie</b>						<b>(6 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	2	4	jährlich	WS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
<p>Typische Wege der Produktaufarbeitung für Proteine und andere biologische Produkte. Beginnend beim Zellaufschluss werden die Grundoperationen einer industriellen Aufreinigung detailliert vorgestellt, darunter Filtration, Expanded Bed Adsorption und verschiedene Chromatographiemethoden. Des Weiteren werden konkrete Produktaufarbeitungen für Plasmid-DNA und monoklonale Antikörper analysiert.</p> <p>Methoden der online Messung verschiedener Parameter in Fermentern, in Schüttelkolben und in Mikrotiterplatten. Behandelt werden z.B. pH, pO<sub>2</sub>, Abgasanalytik mittels Paramagnetismus und Infrarotsonden, Redox-Potential, Konduktivität in der Kulturbrühe, Biomasse über optische Dichte oder über die elektrische Kapazität, NADH-Fluoreszenz, IR-Spektroskopie, 2D-Fluoreszenzspektroskopie, Softwaresensoren, Halbleitersensoren sowie die RAMOS-Technologie.</p>				<p>Die Studierenden kennen die typischen Wege der Produktaufarbeitung für Proteine und andere biologische Produkte. Sie sind in der Lage, bestehende Prozesse zu bewerten und eigenständig einen Aufarbeitungsprozess zu entwerfen.</p> <p>Die Studierenden kennen die üblichen Online-Messtechniken sowie spezielle Online-Messtechniken. Die Studierenden kennen die Messprinzipien der verschiedenen Messtechniken. Die Studierenden sind in der Lage einzuschätzen, welche Messtechnik in welcher Situation am Besten eingesetzt werden kann.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
Keine				Die Benotung erfolgt an Hand der Klausuren.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Produktaufarbeitung		2	Klausur (90 min)		3	
Vorlesung Online-Analytik von Fermentationsprozessen		2	Klausur (90 min)		3	

<b>Pflichtmodul Molekular- und Zellbiologie</b>						<b>(6 CP)</b>	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>							
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>		
	1	4	jährlich	SS	Deutsch		
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>							
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>			
Biogenese und Funktion der Zellorganellen von eukaryonten Zellen, Mechanismen der Genexpression.				Die Studenten sollen Einblick gewinnen in die grundlegenden Mechanismen bei der Biogenese der zellulären Strukturen und der Ausprägung der Erbinformation lernen.			
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>			
Keine				Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>							
<b>Veranstaltung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie			4	Klausur (60 min)		6	

Pflichtmodul molekulare und theoretischen Grundlagen des Protein- und Bioprozessdesigns (6 CP)					
ALLGEMEINE ANGABEN					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
	1	4	jährlich	WS	Deutsch
INHALTLICHE ANGABEN					
Inhalt			Lernziele		
<p>Um ein Verständnis von Proteinen auf molekularer Ebene zu vermitteln werden semi-rationale und evolutive Protein-Engineering Methoden vorgestellt, an Beispielen für verschiedene Proteineigenschaften und Proteinstrukturen vertieft, um Prinzipien aufzuzeigen mit denen Proteineigenschaften gezielt verändert werden können. An Beispielen der industriellen, roten und grünen Biotechnologie werden ferner Anwendungspotentiale des semirationalen und evolutiven Proteindesign aufgezeigt. Abschließend wird ein Ausblick gegeben auf Anwendungen von Proteinen in aktuellen Forschungsfeldern (Hybridkatalysatoren, Proteine als interaktive Biomaterialien).</p> <p>Modellierung der lag- und Beschleunigungsphase, Einfluss der Wasseraktivität bzw. des osmotischen Druckes auf das Wachstum und die lag-Phase, Folgereaktionen durch mehrere Enzyme in einem Mikroorganismus oder durch mehrere Mikroorganismen, Co-Kultur zweier definierter Mikroorganismen; Schwingungen in Räuber - Beute – Populationen, Modellierung von Overflow Metabolismus und der Wiederaufnahme von vorher ausgeschiedenen Metaboliten (z.B. Bäckerhefe mit Crabtree – Effekt), Selektionsdruck in kontinuierlichen Reaktionen (Chemostat, Turbidostat, Einfluss von Wandwachstum), Dynamisches Verhalten eines Turbidostaten bei Nährstoffpulsen und Änderungen der Betriebsbedingungen, Induktion (chemisch oder durch Temperaturshift) bei der rekombinanten Proteinproduktion, Modellierung von verschiedenen Regelstrategien (pO<sub>2</sub>-stat, pH-stat, RQ-stat), Standardisierung einer Vorkultur durch Fed-batch Betriebsführung, Zweitsubstratlimitierung zur Umlenkung des Kohlenstoffflusses vom Wachstum in die Produktbildung; Fed-batch und kontinuierliche Kultur mit gleichzeitiger Limitierung durch zwei Substrate, Einfluss der Zellrückführung im kontinuierlichen Prozess, Startphase eines kontinuierlichen</p>			<p>Ziel des Moduls ist es ein molekulares Verständnis von Proteinen zu vermitteln und Struktur-Funktionsbeziehungen auf molekularer Ebene zu verstehen.</p> <p>Die Studierenden kennen Modelle für Regelstrategien und zur Darstellung mikrobiellen Wachstums. Sie kennen verschiedene Einflussfaktoren auf die Fermentation von Mikroorganismen sowie Vor- und Nachteile verschiedener Fermentationstechniken.</p>		

<p>Prozess mit Zellrückführung, Vorteile und Probleme der Zellrückführung, Kontinuierliche Kultur mit immobilisierten Zellen; Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten Mikroorganismen beim Auftreten von Kontaminationen, Wachstum filamentöser bzw. Pellets bildender Mikroorganismen, Zusammenhang zwischen Sauerstoffverbrauch und Wärmeproduktion von Mikroorganismen, Thermodynamik des mikrobiellen Wachstums, Faustregeln zur Entwicklung des pH-Wertes in verschiedenen Kulturmedien, Modellierung des pH-Wertes, Änderung von pH-Optima durch Immobilisierung, Enzymreaktionen und Fermentationen mit einer zweiten flüssigen Phase, Kultivierung phototropher Organismen (Algen), Shift- und Pulsexperimente bei Prozessen mit Produktinhibierung, Bilanzierung des Wassers bzw. des Volumens bei Hochzelldichtefermentationen, Verhalten von Mikroorganismen bei Limitierungen durch unterschiedliche Elemente, Optimierung des Volumenverhältnisses und der Zwischeneinspeisung bei einer zweistufigen Kaskade bei einem katabolitreprimierten System, Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten substratinhibierten Mikroorganismen beim Auftreten von sonst letalen Stoßbelastungen</p>					
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
Keine			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausuren.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Design biologischer Systeme und Moleküle		2	Klausur (90 min)	3	
Vorlesung Bioprozesskinetik		2	Klausur (90 min)	3	

**Säule Verfahrenstechnik**

<b>Projektmanagement</b>						<b>(5 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	2	5	jährlich	SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
<p>Qualitätsmanagementsysteme, Qualitätswerkzeuge Q7, Managementwerkzeuge M7, Systematische Produkt- und Prozessoptimierung, Qualitätsmanagement in den frühen Phasen, Qualität und Wirtschaftlichkeit, Qualitätsprogramme, Gestaltung von Projektorganisationen, Methoden des Projektmanagements, Projektcontrolling, Führen von Teams, Personalauswahl und –entwicklung.</p> <p>Patente in der betrieblichen Praxis; Aufbau und Erarbeitung einer Patentschrift; Patentanmeldung und -erteilung; Auslegung von Patenten; Patentverletzung an praktischen Fallbeispielen; Abmahnung und Klageverfahren; Grundsätze des Lizenzrechts; Patentnichtigkeitsverfahren.</p>				<p>Die Studierenden kennen die Ziele des Qualitätsmanagements hinsichtlich der Qualität von Produkten und der Effizienz und Effektivität von Prozessen in Unternehmen und können die Bedeutung des Personalmanagements für die Erreichung dieser Ziele durch Aufzeigen bestehender Wechselwirkungen deutlich machen. Sie können die wesentlichen normativen Grundlagen des Qualitätsmanagements in das industrielle Umfeld übertragen. Die Studierenden sind in der Lage, die ökonomische Perspektive des Qualitätsmanagements zu erfassen und aktiv zu lenken. Die Studierenden können beurteilen, welche Maßnahmen zu einer signifikanten Steigerung der Qualität, der Effizienz und der Effektivität der Produktionsabläufe führen. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Ziele, Funktionen, Abläufe und Aufgaben des Personalmanagements. Sie können die wesentlichen Personalauswahlverfahren, Führungstheorien und -ansätze, Motivationstheorien sowie Personalentwicklungsmaßnahmen benennen, beschreiben, kriteriengestützt voneinander abgrenzen und anhand von Beispielen verdeutlichen. Die Studierenden sind zudem in der Lage, Grundlagen des Projektmanagements zu benennen und auf unterschiedliche Projektarten anzuwenden. Sie können Projektorganisationsformen beschreiben und bewerten, Projekte strukturieren und mit Hilfe von Netzplänen beschreiben. Zudem können sie Methoden des Projektcontrollings anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, die vorgestellten theoretischen Modelle und Ansätze des Qualitäts-, Projekt- und des Personalmanagements kritisch zu hinterfragen und auf Praxissituationen situativ angepasst zu übertragen.</p> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): Einordnung von Soft-Skills in betriebliche Abläufe, Systematische Analyse von Praxisfällen</p>		

	<p>und eigenständige Erarbeitung von Lösungs- oder Verbesserungsvorschlägen (Methodenkompetenz).</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage Fragen des gewerblichen Rechtsschutzes und des Patentrechtes auszulegen.</p>				
<b>Voraussetzungen</b>	<b>Benotung</b>				
Keine	Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur zum Qualitäts-, Projekt- und Personalmanagement.				
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Qualitäts-, Projekt- und Personalmanagement		2	Klausur (120 min)	3	
Übung Qualitäts-, Projekt- und Personalmanagement		1			
Vorlesung Patentrecht (WS) oder Arbeitnehmererfinderecht/Patentrecht II (SS)		2	Klausur (10-20 min)	2	
			Mündliche Prüfung (15-30 min)		

Qualitätssicherung (10 CP)					
ALLGEMEINE ANGABEN					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
	2	6	jährlich	SS	Deutsch
INHALTLICHE ANGABEN					
Inhalt			Lernziele		
<p>Arten von Biopharmazeutika, Übersicht über Entwicklungsphasen und –methoden (R&amp;D, Präklinik, klin. Prüfung), Historie der Entwicklung des regulatorischen Umfelds (D, EU, USA), Gesetze und Regelwerke, Ph. Eur., Genehmigungsverfahren (Herstellungserlaubnis, klin. Prüfung, Zulassung), Verantwortlichkeiten und Haftungsfragen, Interpretation regulatorischer „Guidelines“, Qualitätskontrolle und –sicherung, Prozess- und Analysendokumentation, Qualifizierung und Validierung (Anlagen, Prozesse, Reinigung, analytische Methoden)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Umgebung der Herstellung von Biopharmazeutika unter GMP: Design von Reinraumsuiten, Technik der HVAC</li> <li>2) Technik der Prozessschritte Fermentation, Separation, Filtration, Chromatographie und ihre spezifische Umsetzung bei der Herstellung von Biopharmazeutika unter GMP.</li> <li>3) Wechselwirkungen zwischen Stoffwechsel und Prozesstechnik</li> <li>4) Biologische, regulatorische und technische Besonderheiten der wesentlichen Expressionssysteme: Bakterien, Hefen, Pflanzen, Zellkulturen</li> <li>5) Prozessentwicklung für Biopharmazeutika</li> </ol> <p>Bei Ausflügen zu europäischen Biotechnologieunternehmen werden den Studierenden aktuelle Produktionsprozesse gezeigt. Über die Einführung von Produkten in die Märkte wird ebenso berichtet, wie über die Anforderungen, denen ein solcher Prozess unterliegt. Typische Probleme und Schwierigkeiten, die bei der Produktion auftreten können werden angesprochen und Lösungen erläutert.</p>			<p>Die Studierenden kennen die Grundzüge der pharmazeutischen „Guten Herstellungspraxis“. Sie sind in der Lage, bei einer späteren Tätigkeit auf dem Gebiet der biotechnologischen Wirkstoffproduktion die einschlägigen „GMP-Anforderungen“ in ihrem Verantwortungsbereich zu erkennen, zu analysieren und umzusetzen.</p> <p>Die Vorlesung Technik der Herstellung von Biopharmazeutika zielt darauf ab, ein grundsätzliches Verständnis für die Technik rund um die Herstellung von biopharmazeutischen Wirkstoffen unter GMP zu erzeugen, die im Spannungsfeld von regulatorischen Vorgaben, zellulären Vorgängen und proteinchemischen Eigenschaften des Wirkstoffs einen technisch und ökonomisch machbaren Prozess gewährleisten muss.</p> <p>Die Studierenden kennen aktuelle biotechnologische Produktionsprozesse und wissen, welche Anforderungen bei derartigen Prozessen berücksichtigt werden müssen. Sie sind in der Lage, das bei den Exkursionen erlernte Wissen in Worten auszudrücken und zu präsentieren.</p>		

<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
Keine			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausuren.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung GMP in der biotechnologischen Wirkstoffproduktion		2	Klausur (60 min)	3	
Vorlesung Technik der Herstellung von Biopharmazeutika		2	Klausur (60 min)	4	
Seminar Industrieexkursionen		2	Referat (20 min)	3	

<b>Grundlagen der Verfahrenstechnik</b>						<b>(10 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemes-ter</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	2	6	jährlich	WS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>Chemische Verfahrenstechnik: Stöchiometrische Reaktionsgleichung, Konzentrationsangaben, Betriebsgrößen eines chemischen Reaktors, Reaktionskinetik homogener Reaktionen, Ideale Reaktoren, Verweilzeitverteilung</p> <p>Mechanische Verfahrenstechnik: Zerkleinerung, Siebung, Sedimentation, Filtration, Mischen und Rühren,</p> <p>Thermische Verfahrenstechnik: Absorption, Dampf-Flüssiggleichgewichte von Gemischen, Destillation und Rektifikation</p> <p>Grundlagen des Stofftransportes, Ansatz von Fick zur Beschreibung der Diffusion im Zwei- und Vielstoffgemisch, Messung der Diffusionskoeffizienten mit unterschiedlichen Methoden, Ansatz von Maxwell und Stefan zur Beschreibung der Diffusion in Vielstoffgemischen, Vergleich Fick'scher Ansatz und dem Maxwell-Stefanschen Ansatz, Korrelationen zur Beschreibung der Diffusionskoeffizienten unter anderem nach Wilke-Chang, Vignes bzw. Darken, Stoffhaltung unter Berücksichtigung der Diffusion, Stefan-Strom, Knudsen-Diffusion, Kopplung von Diffusion und Konvektion, Definition und Anwendung von Stoffübergangskoeffizienten, Sherwood-Zahl, Vorstellung von Stoffübergangstheorien: die Filmtheorie, die Grenzschichttheorie, die Penetrations- und die Oberflächenenerneuerungstheorie, Turbulenter Stoffübergang, Ähnlichkeit zwischen Stoff- und Wärmeübergang, Stoffdurchgang mit der Zweifilmtheorie, Instabilitäten an Phasengrenzen, Überlagerung von chemischen Reaktionen beim Stoffdurchgang.</p>			<p>Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundoperationen der mechanischen, chemischen und thermischen Verfahrenstechnik. Sie beherrschen grundlegende Methoden und Herangehensweisen zur Lösung verfahrenstechnischer Aufgabenstellungen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, aufgrund der erlernten Methodik selbständig Auslegungsberechnungen für verfahrenstechnische Grundoperationen durchzuführen.</p> <p>Die Studierenden kennen die Ansätze von Fick und Maxwell-Stefan zur Beschreibung diffusiver Vorgänge einschließlich der jeweiligen Vor- und Nachteile. Sie können die Koeffizienten beider Modelle ineinander überführen. Die Studierenden kennen verschiedene Methoden der Modellierung des Stoffübergangs in verfahrenstechnischen Prozessen einschließlich der jeweiligen Annahmen und Voraussetzungen. Sie können für konkrete Anwendungsfälle einen geeigneten Ansatz auswählen und anwenden. Die zugehörigen dimensionslosen Kennzahlen werden sicher beherrscht. Die Studierenden kennen Ansätze zur Modellierung des Stoffdurchgangs an Tropfen und Blasen, den typischen elementaren Stofftransporteinheiten verfahrenstechnischer Prozesse. Bei Kombination von Stofftransport und chemischer Reaktion kennen die Studierenden die zu erwartenden Effekte und die Haupteinflussgrößen. Sie können geeignete Modelle zur Beschreibung auswählen und anwenden.</p>			

Voraussetzungen			Benotung		
Keine			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausuren bzw. der Klausur und der mündlichen Prüfung.		
LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN					
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS
Vorlesung Grundoperationen der Verfahrenstechnik		2	Klausur (120 min)	5	
Übung Grundoperationen der Verfahrenstechnik		1			
Vorlesung Kinetik des Stofftransports		2	Klausur / mündliche Prüfung	5	
Übung Kinetik des Stofftransports		1			

Produkt- und Prozessentwicklung (12 CP)					
ALLGEMEINE ANGABEN					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
	2	8	jährlich	WS	Deutsch
INHALTLICHE ANGABEN					
Inhalt			Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung in die Produktentwicklung,</li> <li>▪ Produktentwicklung als vierstufiger Prozess:                      Stufe 1: Anforderungen definieren                      Stufe 2: Ideenfindung                      Stufe 3 Auswahl einer Methode                      Stufe 4 Herstellung</li> <li>▪ Besonderheiten bei der Fertigung verschiedener Produktklassen</li> <li>▪ Verfahrensauslegung und Anpassung / Scale-Up</li>   <li>▪ Einführung in die Membranverfahren</li> <li>▪ Membranen – Materialien, Werkstoffe und Strukturen</li> <li>▪ Modellierung des Stofftransports in / an Membranen</li> <li>▪ Modulkonstruktion / -optimierung</li> <li>▪ Ultra- und Mikrofiltration</li> <li>▪ Umkehrosmose (Reverse Osmosis - RO)</li> <li>▪ Nanofiltration (NF)</li> <li>▪ Pervaporation</li> <li>▪ Dampf- /Gaspermeation</li> <li>▪ Elektrodialyse (ED)</li> <li>▪ Membrankontaktoeren</li> <li>▪ Simulation und Optimierung mit ASPEN+.</li> </ul>			<p>Fachbezogen:</p> <p>Als zukünftige Produktentwickler sind die Studierenden mit den veränderten Rahmenbedingungen bei der modernen Produktentwicklung vertraut. An Hand einer vierstufigen Entwicklungsmethodik können sie verfahrenstechnische Produkte von der Idee bis zur Fertigung entwickeln. Sie beherrschen Methoden zur Festlegung von Produktspezifikationen unter Berücksichtigung der Konsumentenansforderungen an das zu entwickelnde Produkt. Weiterhin beherrschen sie Methoden zur Ideenfindung, -sortierung, -reduktion bis hin zur Selektion auf Basis objektiver und subjektiver Entscheidungskriterien sowie einer Risikoabschätzung. Sie sind mit dem notwendigen Hintergrundwissen vertraut, hochgradig strukturierte verfahrenstechnische Produkte bis zum Produktionsstadium zu entwickeln.</p> <p>Die Studierenden kennen alle gängigen Membranverfahren zur Stofftrennung und sind mit deren Grundlagen vertraut. Sie kennen Werkstoffe und Herstellungsmethoden von Membranen. Sie beherrschen grundlegende Methoden zur Modellierung des Stofftransportes in und an Membranen, welche sie auch in artverwandter Problemstellung anderer Stofftrennverfahren einsetzen können. Sie sind mit den fluidmechanischen Konstruktions- und Optimierungsmethoden gängiger Membranmodule für verschiedene Membranverfahren vertraut. Die Studierenden können Membranmodule und -anlagen auslegen und diese hinsichtlich ihrer Eignung zur Lösung einer bestimmten Stofftrennaufgabe, ihrer Leistung und ihrer Kosten bewerten.</p> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):                      Die Studierenden sind sich der besonderen Anforderungen hinsichtlich Technologien und Softskills bei der Produktentwicklung bewusst.</p>		

		Die Studierenden trainieren insbesondere die Präsentations- und Kommunikationsfähigkeiten in einem Entwicklungsteam im Rahmen eines kleinen Team-Projektes. Die Studierenden beherrschen die Fach-Termini im Bereich der Membranverfahren in englischer Sprache.			
<b>Voraussetzungen</b>		<b>Benotung</b>			
Keine		Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur und der mündlichen Prüfung.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung und Übung Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik		4	Klausur	6	
Vorlesung und Übung Membranverfahren		4	Mündliche Prüfung (30 min)	6	

<b>Enzymatische und fermentative Verfahren zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe (5 CP)</b>					
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
	1	3	SS	Jährlich	deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>					
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>		
<p>Grundlagen nachwachsender Rohstoffe, Zucht und Anbau von Energiepflanzen, Logistik, Verfahren der Methangärung, Biologische Entschwefelung von Biogas, Konventionelle Verfahren zum Aufschluss von nachwachsenden Rohstoffen, Biologischer Aufschluss bzw. Hydrolyse nachwachsender Rohstoffe, Ethanolgärung, Butanol/Aceton-Grüung, Weitere Fermentationsverfahren zur Umwandlung von Kohlenhydraten in Zwischenprodukte, Entwicklungen im Bereich der Folgechemie zu Kraftstoffen und Chemiezwischenprodukten, Vergleich der Effizienz und Praktikabilität der biotechnologischen Verfahren zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe mit thermischen und anderen konventionellen Verfahren.</p> <p>Screeningmethoden, Aktivität und Stabilität von Biokatalysatoren, Reaktionsmechanismen, Reaktionsthermodynamik und -kinetik, Abschätzung und Optimierung von Ausbeuten, Medium engineering, integrierte Aufarbeitung.</p>			<p>Die Studierenden kennen die Vor- und Nachteile bei der Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen. Sie kennen wichtige Prozesse der biologischen Aufbereitung und Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Sie sind in der Lage, den Logistikaufwand und die Effizienz der biotechnologischen Verfahren im Vergleich zu konventionellen Verfahren einzuschätzen.</p> <p>Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen der Thermodynamik, Enzymkinetik und -stabilität. Die Studierenden kennen grundlegende Werkzeuge für Enzymscreening und -verbesserung und können ihre Vor- und Nachteile benennen. Die Studierenden können oben beschriebene Grundlagen auf beliebige Reaktionen anwenden, d.h. ein geeignetes Enzym auswählen, den Aktivitäts- Selektivitäts- und Stabilitätseinfluss bewerten, sowie ein geeignetes Reaktorkonzept vorschlagen. Die Studierenden können geeignete Katalysator- oder Prozessverbesserungen vorschlagen.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
Keine			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausuren.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Biotechnologische Verfahren zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe		1	Klausur (60 min)	2	
Vorlesung Moderne Aspekte der angewandten Enzymtechnologie		2	Klausur (90 min)	3	

<b>Enzymprozessstechnik</b>						<b>(6 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	2	4	WS	Jährlich	deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Ziele und Limits enzymkatalysierter Reaktionen, Enzymkinetik einfacher und komplexer homogener und heterogener Reaktionen, Betriebsstabilität, unkonventionelle Reaktionsmedien, Enzymprozessintegration und –entwicklung.			Die Studierenden werden Enzymreaktionen recherchieren und analysieren, Enzymreaktoren berechnen und auslegen sowie Reaktorkonzepte vorschlagen und beurteilen können.			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Keine			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Vorlesung Enzymprozessstechnik		2	Klausur (120 min)	5		
Übung Enzymprozessstechnik		1				
Interdisziplinäres Seminar zur Enzymprozessstechnik		1	Hausarbeit	1		

<b>Pharmazeutische Verfahren und Produktion</b>						<b>(3 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	2	SS	Jährlich	deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
Verfahrenstechnische Aspekte der Produktion von pharmazeutischen Darreichungsformen - Pharmazeutische Produktion im regulatorischen Umfeld - Überblick über pharmazeutische Produkte und Produktionsanlagen - Konventionelle Active Pharmaceutical Ingredients vs. Biologics - Qualitätskontrolle: Eingang, Freigabe und Methodvalidierung - Mischen, Trocknen und Granulieren - Tabletten, Dragees und Kapseln - Statistische Prozesskontrolle und Process Analytical Technologies, - Anlagen-Kalibrierung, Validierung und Änderungskontrolle - Verfahren bei flüssigen, halbfesten Arzneiformen und pflanzlichen Arzneimitteln - Verpackungsprozesse - Sterilisation, Desinfektion und Reinigungsvalidierung - Reinstwasser, Reinräume und Klimatisierung				Die Studierenden kennen die Arzneimittelfertigungsstufen und –darreichungsformen sowie das System der (inter)nationalen Regulatorien der Produktion von Arzneimitteln. Sie können vor diesem Hintergrund die wesentlichen Phasen und Grundoperationen der pharmazeutischen Produktion erläutern. Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen der Statistik und des Projektmanagements, die pharmazeutischen Qualitätssicherungssystemen zugrunde liegen. Die Studierenden können geeignete Verbesserungen der Arzneimittelproduktion im regulatorischen Kontext vorschlagen		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
Keine				Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Pharmazeutische Verfahren und Produktion		2	Klausur (90 Minuten)		3	

<b>Praktikum Produktaufarbeitung und Enzymkatalyse</b>						<b>(8 CP)</b>	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>							
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>		
	1	8	SS	Jährlich	deutsch		
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>							
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>				
<p>Qualitative und quantitative Methoden der Produktaufarbeitung und Enzymkatalyse, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zellaufschluss und Produktisolation (Fällung und wässrige Zweiphasensysteme)</li> <li>- Proteinchromatographie</li> <li>- Reaktionskinetik</li> <li>- homogene Oxidoreduktion mit Cofaktorregeneration</li> <li>- Immobilisierung und heterogene Enzymkatalyse</li> <li>- Ganzzellbiotransformation mit Monooxygenasen</li> <li>- kinetische und dynamisch-kinetische Raze-matspaltung</li> </ul>			<p>Die Studenten erfahren an ausgewählten Praxisbeispielen die Grundlagen von Aufbereitungsverfahren für technische Enzyme in ihrer Wechselwirkung mit der anschließenden biokatalytischen Anwendung. Sie erlernen die notwendigen Arbeitstechniken zur Charakterisierung der Katalysatoren und Auslegung der Prozesse, insbesondere die Durchführung von Experimenten, sowie die quantitative Analyse experimenteller Daten. Besonderes Augenmerk wird auf die Ableitung von Folgeexperimenten auf Basis erzielter experimenteller Daten gelegt. Somit wird Kompetenz zur wissenschaftlichen Protokollführung, zur kritischen Analyse wissenschaftlicher Veröffentlichungen, zur mündlichen und schriftlichen Präsentation der Inhalte und zur Arbeit im Team vermittelt.</p>				
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>				
<p>Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss, Bestandene Klausur Produktaufarbeitung und Enzymkatalyse oder Enzymprozessstechnik</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand des schriftlichen Protokolls.</p>				
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>							
<b>Veranstaltung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Praktikum Produktaufarbeitung und Enzymkatalyse			8	Schriftliche Protokolle		8	

<b>Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von Fermentationsprozessen (12 CP)</b>					
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
	1	8	halbjährlich	SS und WS	Deutsch/Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>					
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>		
<p>In diesem Forschungspraktikum können Techniken im Umgang mit Bioreaktoren erlernt werden. Durch die Einbindung in verschiedene aktuelle Forschungsprojekte wird ein breites Spektrum an unterschiedlichen Methoden gezeigt und es kann praktische Erfahrung im Umgang mit biotechnologischen Problemstellungen gesammelt werden.</p>			<p>Die Studierenden kennen ein breites Spektrum an unterschiedlichen Methoden. Die Studierenden sind in der Lage, komplexe verfahrenstechnische Problemstellungen selbstständig zu analysieren, zu bearbeiten, zu lösen und zu dokumentieren.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
<p>Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der schriftlichen Arbeit.</p>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Praktikum Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von Fermentationsprozessen		8	Schriftliche Arbeit	12	
			Vortrag		

<b>Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von enzymkatalysierten Prozessen (12 CP)</b>					
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
	1	8	halbjährlich	SS und WS	Deutsch/Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>					
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>		
<p>Praktische Versuche im Rahmen aktueller Forschungsprojekte zu enzymkatalysierten Prozessen. Durch die Einbindung in verschiedene aktuelle Forschungsprojekte wird ein breites Spektrum an unterschiedlichen Methoden gezeigt und es kann praktische Erfahrung im Umgang mit biotechnologischen Problemstellungen gesammelt werden.</p>			<p>Die Studierenden kennen ein breites Spektrum an unterschiedlichen Methoden. Die Studierenden sind in der Lage, komplexe verfahrenstechnische Problemstellungen selbstständig zu analysieren, zu bearbeiten, zu lösen und zu dokumentieren.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
<p>Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der schriftlichen Arbeit.</p>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Praktikum Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von enzymkatalysierten Prozessen		8	Schriftliche Arbeit	12	
			Vortrag		

## Säule Weiße Biotechnologie

Blockpraktikum Allgemeine Biotechnologie						(12 CP)
ALLGEMEINE ANGABEN						
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache	
	1	8	jährlich	SS	Deutsch	
INHALTLICHE ANGABEN						
Inhalt			Lernziele			
<p>Ortsgerichtete Mutagenese von GFP; Vanillin-Synthese durch Eugenoxidase; Quervernetzung von <math>\beta</math>-Galactosidase und Matrixeinhüllung der quervernetzten <math>\beta</math>-Galactosidase gemeinsam mit Hefe; Biosensor für Glucose, Zweiphasenextraktion zur Aufreinigung von Katalase aus der Backhefe; Proteasefermentation; Zitronensäurefermentation und Bierherstellung.</p>			<p>Die Studierenden sollen einen Einblick in grundlegende Bereiche der Biotechnologie gewinnen wie die Isolierung von Biokatalysatoren aus der Natur, ihre fermentative Gewinnung und Aufarbeitung (Zweiphasenextraktion, Fällung, Chromatographische Verfahren), ortsgerichtete Mutagenese, Charakterisierung und Immobilisierung von Biokatalysatoren.</p>			
Voraussetzungen			Benotung			
<p>Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.</p>			
LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN						
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS	
Praktikum Allgemeine Biotechnologie		8	Klausur (90 min)	12		
			Protokolle			

<b>Praxis zur Glykobiotechnologie I</b>					<b>(12 CP)</b>	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	9	Jährlich	SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Techniken zur Produktion und Aufarbeitung rekombinanter Enzyme, Techniken zur Enzymaufreinigung und -charakterisierung, Lektinanalytik, Zuckeranalytik			Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Zusammenhänge zwischen den grundlegenden biochemischen Biosynthesewegen herzustellen und die Anwendung der beteiligten Enzyme in biotechnologische Verfahren zu übertragen (Enzymproduktion, Enzymreinigung Enzymkinetik, Enzymstabilität, Enzymreaktionstechnik).			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss, erfolgreiche Teilnahme an den Modulen TGlykoBiotech 1 oder TGlykoBiotech 2.			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Blockpraktikum Glykobiotechnologie		8	Klausur (60 min)	10		
			Protokolle			
Seminar zum Praktikum Glykobiotechnologie		1	Präsentation (15 min)	2		

<b>Praxis der Proteinchemie</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	7	halbjährlich	WS und SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Versuche aus den Bereichen Modifizierung, Isolierung, Charakterisierung, Sequenzierung von Peptiden und Proteinen: Nachweisreaktionen von Aminosäuren, Peptiden und Proteinen; Trenn- und Reinigungsmethoden, Quantifizierung von Proteinen, Aminosäureanalyse, Peptidsynthese und Nachweis der Racemisierung, Spaltung mit Enzymen, spektroskopische Methoden.			Einblick in die relevanten analytischen und präparativen Methoden der Proteinchemie.			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Proteinchemisches Praktikum		5	Protokolle			
			Klausur (90 min)	7		
Seminar zum Proteinchemischen Praktikum		2	Präsentation (20 min)	2		

Blockpraktikum Physiologie der Mikroorganismen					(9 CP)
ALLGEMEINE ANGABEN					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
	1	8	jährlich	SS	Deutsch
INHALTLICHE ANGABEN					
Inhalt			Lernziele		
Isolation phototropher Organismen, Isolation von Sulfatatmern, Techniken zum Nachweis, Reinigung und Analyse von Enzymen und Peptiden, Bestimmung von $V_{max}$ , $K_m$ -Wert und Gleichgewichtskonstante sowie Reaktionsenthalpie bei Enzymreaktionen, Zentrifugationstechniken, Zymogrammtechniken, Isolation von Mitochondrien, Nachweis der Atmungsaktivität, Koppelung und Hemmbarkeit der Atmungskette, Nachweis schwermetallbindender Peptide durch HPLC, Aufnahme von Metallen durch AAS.			Die Studierenden erhalten einen tieferen Einblick in die Stoffwechsel- und Stressphysiologie von Bakterien und Hefen. Im Praktikum erlernen und üben die Studierenden die relevanten praktischen Methoden.		
Voraussetzungen			Benotung		
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.		
LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN					
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS
Praktikum Physiologie der Mikroorganismen		8	Klausur	9	
			Protokolle und eine Präsentation		

Theorie der Biomaterialien/Glykobiotechnologie I						(9 CP)
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache	
	1	4	jährlich	WS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>Grundlagen der Kohlenhydratchemie, Zuckerbiochemie und Glykobiotechnologie;</p> <p>Aktuelle Themen zur Glykobiotechnologie anhand von Publikationen aus Fachjournals.</p>			<p>Die Studierenden lernen die Biosynthese und den chemischen Aufbau von Zuckerstrukturen, Biosynthesewege von Nucleotidzuckern, Zuckerepitopen und Glykokonjugaten (Glykoproteine, Glykolipide, Proteoglykane); Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Zuckerstrukturen zu erkennen und zu benennen, Zusammenhänge zwischen den grundlegenden biochemischen Biosynthesewegen herzustellen und die Anwendung der beteiligten Enzyme in biotechnologische Verfahren zu übertragen (Enzymproduktion, Enzymreinigung Enzymkinetik, Enzymstabilität, Enzymreaktionstechnik).</p>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<p>Erfolgreiche Teilnahme an Modul 5 und Modul 11 im Bachelor-Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalente Veranstaltungen.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.</p>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS	
Vorlesung Biomaterialien I		2	Klausur (90 min)	5		
Seminar zur Vorlesung Biomaterialien I		2	Präsentation (20 min)	4		

Theorie der Biomaterialien/Glykobiotechnologie II					(9 CP)
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
	1	4	jährlich	SS	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>					
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>		
<p>Grundlagen der Kohlenhydratchemie, Zuckerbiochemie und Glykobiotechnologie, Anwendung von Glykokonjugaten; krankheitsbedingte Glykosylierungsdefekte, Proteoglykane Aktuelle Themen zur Glykobiotechnologie anhand von Publikationen aus Fachjournals.</p>			<p>Die Studierenden lernen vertieft die Biosynthese von Zuckerstrukturen, Biosynthesewege von Nukleotidzuckern, Zuckerepitopen und Glykokonjugaten (Glykoproteine, Glykolipide, Proteoglykane); sie lernen die biotechnologische Produktion von Zuckerstrukturen und Glykokonjugaten und deren Verwendung in der Biomaterialforschung. Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Zusammenhänge zwischen den grundlegenden biochemischen Biosynthesewegen herzustellen und die Anwendung der beteiligten Enzyme in biotechnologische Verfahren zu übertragen (Enzymproduktion, Enzymreinigung Enzymkinetik, Enzymstabilität, Enzymreaktionstechnik). Im Seminar werden diese Erkenntnisse anhand von aktuellen Themen aus der Glykobiotechnologie angewendet und vertieft.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
<p>Erfolgreiche Teilnahme am Modul GlykoBiotech I im Master-Studiengang Angewandte und Molekulare Biotechnologie.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.</p>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS
Vorlesung Biomaterialien II (Spezielle Kapitel der Glykobiotechnologie)		2	Klausur (90 min)	5	
Seminar zur Vorlesung Biomaterialien II		2	Präsentation (20 min)	4	

<b>Bakterien- und Phagengenetik</b>						<b>(6 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
		4	jährlich	WS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>Genetische Elemente bei Prokaryoten (Plasmide, Transposons, Bakteriophagen); Gentransfersysteme bei Bakterien; Expression und Regulation der Genaktivität, auch in Abhängigkeit externer Einflüsse; Das Seminar befasst sich mit wechselnder aktueller Originalliteratur auf dem Gebiet der Bakterien- und Phagengenetik; Genetik Gram-negativer Bakterien: Erzeugung bakterieller Mutanten, Klonierungsexperimente, Genfusionen und Expressionsanalysen, Nachweismethoden über Hybridisierung, PCR, Restriktionsanalysen; Mikrobengenetik: Bakterien: Mutagenese, ts-Mutanten, Phage Lambda, Konjugation, Transduktion, Kartierung, Reparatursysteme</p>			<p>In der Vorlesung werden detaillierte theoretische Kenntnisse auf dem Gebiet der Genetik von Bakterien und Bakteriophagen vermittelt. In den Seminaren werden aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Bereich der Genetik der Prokaryoten diskutiert. Studierende sollen die Kompetenz erwerben, genetische Zusammenhänge zu erfassen.</p>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
<p>Erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung Einführung in die Genetik im Modul Einführung in die Biochemie und Genetik des Bachelor-Studiengangs Molekulare und Angewandte Biotechnologie.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.</p>			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Bakterien- und Phagengenetik		2	Klausur		4	
Seminar Bakterien- und Phagengenetik		1	Präsentation		2	

<b>Mikrobengenetik</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
		8	jährlich	WS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
Genetische Elemente bei Prokaryoten (Plasmide, Transposons, Bakteriophagen); Gentransfersysteme bei Bakterien; Expression und Regulation der Genaktivität, auch in Abhängigkeit externer Einflüsse;				In den Praktika werden klassische und moderne Methoden der Bakterien- und Phagengenetik vermittelt und die Studierenden angehalten, diese möglichst eigenständig in kleineren Gruppen anzuwenden. Studierende sollen die Kompetenz erwerben, genetische Zusammenhänge zu erfassen und praktisch umzusetzen.		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
Vorausgesetzt wird der erfolgreiche Abschluss des Moduls Bakterien- und Phagengenetik oder äquivalente Vorkenntnisse				Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Blockpraktikum Mikrobengenetik		8	Klausur	9		
			Präsentation			
			Protokolle			

Genetik der Prokaryoten <span style="float: right;">(9 CP)</span>					
ALLGEMEINE ANGABEN					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
		8	jährlich	SS	Deutsch
INHALTLICHE ANGABEN					
Inhalt			Lernziele		
<p>Genetische Elemente bei Prokaryoten (Plasmide, Transposons, Bakteriophagen); Gentransfersysteme bei Bakterien; Expression und Regulation der Genaktivität, auch in Abhängigkeit externer Einflüsse;</p>			<p>In den Praktika werden klassische und moderne Methoden der Bakterien- und Phagengenetik vermittelt und die Studierenden angehalten, diese möglichst eigenständig in kleineren Gruppen anzuwenden. Studierende sollen die Kompetenz erwerben, genetische Zusammenhänge zu erfassen und praktisch umzusetzen.</p>		
Voraussetzungen			Benotung		
<p>Vorausgesetzt wird der erfolgreiche Abschluss des Moduls Bakterien- und Phagengenetik oder äquivalente Vorkenntnisse</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.</p>		
LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN					
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS
Praktikum Genetik Gram-negativer Bakterien: Rhizobien-genetik		8	Klausur	9	
			Präsentation		
			Protokolle		

<b>Theoriemodul Molekulare und Industrielle Mikrobiologie</b>					<b>(6 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
	2	4	jährlich	WS	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>					
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>		
<p>Molekulare Biologie der Bakterien und Viren, Grundlagen der Gentechnologie, Vektoren, Plasmide. In der Vorlesung werden Mikroorganismen vorgestellt, die in der Industrie verwendet werden und ihre industrielle Anwendung wird beschrieben.</p>			<p>Die Studierenden kennen die Grundlagen der molekularen Mikrobiologie und der Gentechnologie. Die Studierenden haben nach der Vorlesungsreihe Kenntnisse über industriell genutzte Mikroorganismen und deren moderne biotechnologische Anwendung.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
<p>Erfolgreiche Teilnahme an Modul 5 und Modul 10 im Bachelor-Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalente Veranstaltungen.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.</p>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Mikrobiologie III (Molekulare Mikrobiologie)		2	Klausur (60 min)	3	
Vorlesung Industrielle Mikrobiologie		2		3	

Theoriemodul Enzymkatalyse					(6 CP)
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
	1	4	jährlich	WS	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>					
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>		
<p>Als Einführung wird ein Überblick über die Möglichkeiten und Limitierungen des Einsatzes enzymkatalysierter Reaktionen in der organischen Synthese gegeben. Dabei werden auch Unterschiede zwischen Biokatalyse und Biotransformation diskutiert. Anschließend wird dies anhand verschiedener, synthetisch relevanter Enzymklassen vertieft, wobei besonders auf Reaktionsmechanismen, Eigenschaften und Anwendungsbeispiele der Enzyme eingegangen wird.</p> <p>Im Seminar werden industriell-relevante Beispiele für enzymkatalysierte Reaktionen anhand aktueller Literatur eingehender besprochen. Dabei sollen alle Teilnehmer vorgeschlagene oder selbst gewählte (nach Absprache mit der/dem Dozent/in Themen/Artikel in Form von Präsentationen vorstellen, welche anschließend diskutiert werden.</p>			<p>Die Studierenden erhalten tiefgreifende Einblicke in die Einsatzmöglichkeiten und Potentiale enzymkatalysierter Reaktionen in der organischen Synthese. Des Weiteren erlernen sie die Katalysemechanismen verschiedener synthetisch relevanter Enzyme.</p> <p>Die Studierenden kennen industriell-relevante Beispiele für enzymkatalysierte Reaktionen. Sie sind in der Lage, selbstständig zu dem von ihnen gewählten Thema Fachliteratur zu organisieren, auszuwerten und den Inhalt in einer Präsentation vorzustellen.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
Keine			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS
Vorlesung Enzymkatalyse		2	Klausur (90 min)	3	
Seminar Enzymkatalyse		2	Präsentation (20 min)	3	

<b>Analytische Biotechnologie</b>						<b>(5 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	3	jährlich	WS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
<p>Anwendung von Biosensoren, Immobilisierung bei Biosensoren, Messwandler, Fließinjektionsanalyse, Monoenzymensensoren, Biosensoren mit gekoppelten Enzymreaktionen, Konkurrenzsensoren, Substratrecycling, Affinitätssensoren, Mikrobielle Biosensoren</p> <p>In diesem Seminar werden die Vor- und Nachteile moderner bioanalytischer Verfahren für die Analyse von Proteinen und Protein/Protein Interaktionen diskutiert und anhand von aktuellen Übersichtsartikeln und Originalarbeiten erörtert.</p>				<p>Die Studierenden sollen einen Überblick über die Biosensorik erhalten und nach Hören der Vorlesung in der Lage sein, neue Biosensoren zu entwerfen.</p> <p>Die Studierenden sollen anhand aktueller Publikationen die Präsentation wissenschaftlicher Daten erlernen und sich kritisch mit diesen auseinandersetzen.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
Keine				Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Vorlesung Biosensoren		1	Klausur (90 min)	2		
Seminar Proteinanalytik/Proteomics		2	Präsentation (20 min)	3		

<b>Molekulare Biophysik und Strukturbiologie</b>					<b>(6 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
	2	4	jährlich	WS	Deutsch/Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>					
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>		
<p>Moderne Analysemethoden und –techniken in der Biologie: Chiptechnologie, spezielle Methoden der Massenspektrometrie, optische Spektroskopie und Grundlagen optischer Nachweismethoden, HCS</p> <p>Strukturelle Prinzipien von Makromolekülen: Proteine und Nukleinsäuren, Strukturklassifizierung, Relevante Software und Datenbanken, Proteinkristallographie: Grundlagen der Kristallographie, Methoden der Röntgenkristallstrukturanalyse, Beugungsexperiment, Modellbau und Strukturverfeinerung, Protein Engineering: Homologie Modelling</p>			<p>Die Studierenden sollen mit Theorie und Anwendungen biophysikalischer Analysemethoden und –techniken vertraut gemacht werden. Die Studierenden erhalten dabei die Fähigkeit biophysikalische Analysemethoden der wissenschaftlichen Fragestellung entsprechend auszuwählen.</p> <p>Die Studierenden sollen mit den Methoden zur Gewinnung von experimentellen und theoretischen Modellen von makromolekularen Strukturen vertraut gemacht werden und die dazu benötigten Grundlagen vermittelt bekommen. Die Studenten erwerben dabei die Kompetenz die Qualität von Strukturen einzuschätzen und Erkenntnisse wie Aufbau und Funktion eines Makromoleküles von den Modellen abzuleiten.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
Keine			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausuren.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Molekulare Biophysik		2	Klausur (90 min)	3	
Vorlesung Strukturbiologie		2	Klausur (90 min)	3	

<b>Praxis der Proteinstruktur- und Proteomanalyse</b>						<b>(12 CP)</b>	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>							
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>		
	2	10	jährlich	SS	Deutsch/Englisch		
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>							
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>				
<p>In dem Praktikum werden Methoden im Bereich Strukturbiologie und Proteomics erlernt. Proteinaufreinigung, 2D-Gelelektrophorese, MS/MS-basierte Proteinidentifikation, Datenbankrecherchen, Protein-Kristallisation, Röntgendiffraktometrie, Datenanalyse, Strukturinterpretation</p> <p>In diesem Seminar wird eine aktuelle strukturelle Fragestellung diskutiert und soll anhand von aktuellen Übersichtsartikeln und Originalarbeiten erörtert werden</p>			<p>Die Studierenden erhalten einen vertiefenden Einblick in klassische und moderne Methoden der Strukturbiologie und Proteomics. Sie sollen Kompetenzen in die notwendigen Analysetechniken erlangen. Dabei wird in kleinen Gruppen mit aufeinander aufbauenden Experimenten gearbeitet. Insbesondere die Analyse experimenteller Daten und deren Nutzung für weitere Experimente soll erlernt werden. Des Weiteren werden die Studenten Kompetenzen im Umgang mit Computern zur Auswertung, Datenbankrecherche und Darstellung ihrer Ergebnisse erwerben.</p> <p>Die Studierenden sollen anhand einer strukturellen Fragestellung aus der aktuellen Literatur geeignete Quellen auswählen und die Präsentation wissenschaftlicher Erkenntnisse erlernen. Die kritische Auseinandersetzung mit der wissenschaftlichen Literatur soll geübt werden.</p>				
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>				
Erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung „Strukturbiologie“							
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>							
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>			<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Praktikum Strukturbiologie und Proteomics		8	Klausur (60 min)			10	
			Protokolle				
Seminar Strukturbiologie		2	Präsentation (20 min)			2	

<b>Spezielle Angewandte Mikrobiologie</b>						<b>(6 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	4	jährlich	WS	Englisch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>Bakterien generieren Strom? Mikroorganismen wandeln Strom und Kohlendioxid in Chemikalien um? Elektronentransfer durch isolierende Zellwände? Digitale Informationsverarbeitung mit Biomolekülen oder lebenden Zellen als Prozessoren?</p> <p>Nach der Behandlung bioelektrochemischer Grundlagen, wie etwa elektrochemischer Gleichgewichte, Elektrodengrenzflächenreaktionen und Elektronentransfermechanismen, werden wir uns diesen und weiteren neuen Anwendungen der Bioelektrochemie widmen. Dabei wird ein Überblick über diverse aktuelle Forschungsrichtungen gegeben, mit einem Schwerpunkt auf dem Verständnis der zugrundeliegenden biologischen Vorgänge. Zum Ende der Vorlesung sollen die Studenten in Projektarbeiten eigene Anwendungsvorschläge für bioelektrochemische Systeme unterbreiten.</p> <p>In diesem Seminar werden wir uns kritisch mit englischsprachiger Originalliteratur aus dem Bereich der angewandten Mikrobiologie beschäftigen. Dabei steht die Auseinandersetzung mit verschiedenen Arten von Publikationen, Analyse von Methoden und Ergebnissen sowie der Umgang mit Wissenschaftsenglisch im Vordergrund. Aktive Mitarbeit durch gute Vorbereitung und Beteiligung an Diskussionen im Seminar wird vorausgesetzt. Nach einer Einführungsphase werden Gruppen bestehend aus 2-3 Studenten zu wöchentlichen Diskussionsleitern benannt.</p>			<p>Die Studierenden kennen die Grundlagen bioelektrochemischer Prozesse auf enzymatischer und mikrobieller Basis. Sie verstehen die physiologischen Vorgänge, die es ermöglichen Bakterien als Biokatalysatoren an Elektroden zu verwenden und die technischen Voraussetzungen um diese Prozesse in Anwendungen zu nutzen. Die Studenten sind in der Lage dieses Grundwissen und gegebene Anwendungen zu neuen potentiellen Anwendungsmöglichkeiten weiter zu entwickeln, wobei sie die interdisziplinäre Komplexität von bioelektrochemischen Systemen in ihre Planung einbeziehen (Projektarbeit).</p> <p>Desweiteren sind die Studierenden in der Lage, sich kritisch mit wissenschaftlicher Originalliteratur auseinanderzusetzen, d.h. Fachenglisch zu verstehen (oder wissen, wie sie es verständlich machen), Methoden zu analysieren und Ergebnisse zu evaluieren. Sie können aktuelle Forschungsergebnisse in einen größeren Zusammenhang stellen und Ratschläge für Verbesserungen und Folgeprojekte geben. Durch Organisation von und Mitarbeit in Diskussionen sind die Studenten in der Lage eigene Standpunkte öffentlich zu vermitteln und zu vertreten.</p>			

Voraussetzungen			Benotung		
Keine			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur (50 %) und der Projektarbeit inklusive Vortrag (50%).		
LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN					
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS
Vorlesung Fundamentals and Applications of Bioelectrochemical Systems (Grundlagen und Anwendungen bioelektrochemischer Systeme)		2	Klausur (60 min)	3	
			Projektarbeit		
			Vortrag (10 min)		
Seminar Critical evaluation of scientific literature with focus on applied microbiology (Kritische Auseinandersetzung mit wissenschaftlicher Originalliteratur im Bereich Angewandte Mikrobiologie)		2	Zwei Gruppenpräsentationen (60-90 min)	3	

## Säule Grüne Biotechnologie

Phytopathologie <span style="float: right;">(6 CP)</span>					
ALLGEMEINE ANGABEN					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
	2	4	jährlich	WS	Deutsch/Englisch
INHALTLICHE ANGABEN					
Inhalt			Lernziele		
<p>Ursachen der Pflanzenkrankheiten, Symptombilder, Epidemiologie und integrierter Pflanzenschutz. Ausgewählte Beispiele zu Krankheitserregern und Pathosystemen werden aus den wichtigsten Taxonomiegruppen bearbeitet.</p> <p>b) Pathogenitätsmechanismen, Änderungen in den physiologischen Funktionen einer kranken Pflanze, Molekulare Mechanismen des crosstalk zwischen Pflanze-Pathogen (Signalerkennung und –umsetzung) Pflanzenabwehrmechanismen.</p>			<p>Die Studierenden sollen die biologischen und molekularen Grundlagen von Wirt-Parasit-Interaktionen verstehen. Sie sollen Techniken im Umgang mit Pathogenen, in der Krankheitsdiagnostik und in der Resistenzforschung an Pflanzen kennen. Die Studierenden sollen die Abläufe und Konzepte verstehen, die der Nutzung von transgenen Pflanzen in Landwirtschaft und Industrie zugrunde liegen.</p>		
Voraussetzungen			Benotung		
<p>Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausuren oder der Kolloquia.</p>		
LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN					
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS
Vorlesung Einführung in die Phytopathologie I		2	Klausur oder Kolloquium	3	
Vorlesung Physiologie und Molekularbiologie der Pflanzenkrankheiten		2	Klausur oder Kolloquium	3	

<b>Theorie der Biochemie induzierter Resistenzen von Pflanzen</b>						<b>(6 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	4	jährlich	SS	Deutsch/Englisch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
<p>Signale und deren Umsetzung bei lokalen Abwehrreaktionen und der induzierten Resistenz von Pflanzen (Salicylsäure, hypersensitive Reaktion, Sekundärstoffe, etc.)            Im Seminar werden die Themen der Vorlesung und des Praktikums mithilfe von einschlägiger Fachliteratur vertieft</p>				<p>Die Studierenden sollen einen vertieften Einblick in die Biochemie pflanzlicher Abwehrreaktionen gegen Krankheitserreger erhalten. Dabei liegt der Schwerpunkt bei der induzierten Krankheitsresistenz. Die Studierenden werden die theoretischen Grundlagen der Abwehrreaktionen auf molekularer und biochemischer Ebene verstehen und das Erlernete später z.B. im Pflanzenschutz anwenden können.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
Keine				Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Vorlesung Biochemie der induzierten Resistenz von Pflanzen		2	Klausur (60 min)	3		
Seminar Biochemie & Molekularbiologie der induzierten Resistenz von Pflanzen		2	Referat	3		

<b>Praxis der Biochemie induzierter Resistenzen von Pflanzen</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	8	jährlich	SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
Analyse von Abwehrreaktionen (Sekundärstoffanalyse, Abwehrgen-Aktivierung, In-Gel-Enzymtests, u. ä.)				Die Studierenden sollen einen vertieften Einblick in die Biochemie pflanzlicher Abwehrreaktionen gegen Krankheitserreger erhalten. Dabei liegt der Schwerpunkt bei der induzierten Krankheitsresistenz. Die Studierenden sollen lernen, die Abwehrreaktionen molekular und biochemisch zu analysieren um das Erlernte später z.B. im Pflanzenschutz anwenden zu können. Darüber hinaus sollen sie den Umgang mit Pflanzen und mit pflanzlichen Zellkulturen üben.		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss und erfolgreiche Teilnahme am Modul Theorie der Biochemie induzierter Resistenz von Pflanzen des Master-Studiengangs Molekulare und Angewandte Biotechnologie.				...		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Praktikum Biochemie & Molekularbiologie der induzierten Resistenz von Pflanzen		8	Protokolle		9	
			Präsentation			

<b>Theorie der Pflanzenbiotechnologie</b>					<b>(6 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
	1	4	jährlich	SS	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>					
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>		
<p>Genetische Modifikation von Pflanzen, Verbesserung der Nahrungsmittelqualität von Nutzpflanzen, Resistenz gegen Schadinsekten und Herbizide, Virusresistenz, Pflanzen als Bioreaktoren, Molekulares Farming, Getreidebiotechnologie, Phytoremediation, Sicherheit transgener Pflanzen, Molekulare Techniken in der Pflanzenzüchtung, Proteomanalyse.</p> <p>Aktuelle Publikationen mit pflanzenbiotechnologischem Hintergrund.</p>			<p>Die Studierenden sollen die theoretischen Grundlagen der biotechnologischen Modifikation von Pflanzen erlernen und einen Einblick in die verschiedenen Einsatzfelder der modernen Pflanzenbiotechnologie erhalten.</p> <p>Anhand aktueller Übersichtsartikel sollen Forschungsergebnisse präsentiert und kritisch diskutiert werden.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
<p>Erfolgreiche Teilnahme an Modul 11 und Modul 12 des Bachelor-Studiengangs Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalente Veranstaltungen.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.</p>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Pflanzenbiotechnologie		2	Klausur (90 min)	3	
Seminar Pflanzenbiotechnologie		2	Referat (20 min)	3	

<b>Praxis der Pflanzenbiotechnologie</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	8	jährlich	WS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
<p>Transiente Expression rekombinanter Proteine in Pflanzen:            Agroinfiltration, virale Vektoren, Biolistic; Expressionsanalytik; Reportergene; Gene Silencing: Induktion und Repression.</p>				<p>Die Studierenden sollen Kenntnisse und Fertigkeiten zur Herstellung rekombinanter Proteine in pflanzlichen Expressionssystem, sowie deren detaillierte Analyse erwerben.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
<p>Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss, Belegung des Moduls PB 1.</p>				<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.</p>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Praktikum Pflanzenbiotechnologie		8	Klausur (60 min)	9		
			Protokolle			

<b>Forschungspraktikum Pflanzenbiotechnologie</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	8	jährlich	WS und SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Methoden der Pflanzenbiotechnologie.			Studierende sollen unter Anleitung eigenständig ein aktuelles Forschungsprojekt bearbeiten.			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss, Belegung des Moduls PB 1.			Die Benotung erfolgt an Hand des Abschlussberichts.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Forschungspraktikum Pflanzenbiotechnologie		8	Präsentation und Abschlussbericht	9		

<b>Forschungspraktikum im Bereich Molekulargenetik und Gentechnologie</b>						<b>(12 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	8	Jährlich	WS und SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
Praktische Übungen zu aktuellen Themen der Molekulargenetik/Gentechnologie (Genome).				Die Studierenden kennen ein breites Spektrum an molekulargenetischen und gentechnologischen Methoden. Sie sind in der Lage, komplexe Problemstellungen selbstständig zu analysieren, zu bearbeiten, zu lösen und zu dokumentieren.		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.				Die Benotung erfolgt an Hand der schriftlichen Arbeit oder des Vortrags.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Forschungspraktikum im Bereich Molekulargenetik und Gentechnologie		8	Protokolle, schriftliche Arbeit oder Vortrag	12		

<b>Pflanzenphysiologie</b>						<b>(8 CP)</b>	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>							
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>		
	2	7	jährlich	WS	Deutsch/Englisch		
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>							
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>				
<p>a) Die Vorlesung erläutert detailliert die Vorgänge während der Dormanz und Keimung, bei der Photosynthese, der Atmung, während des Transports von Wasser und Nahrung, sowie im Wasser- und Mineralstoffhaushalt. Zudem werden die Mechanismen der Photo- und Skotomorphogenese, der Photo- und Gravitropismen, der Circadianen Rhythmen, der Seneszenz und der allgemeinen Stressantwort bei Pflanzen besprochen. Das pflanzliche Phytochromsystem und die Wirkung der Phytohormone werden vorgestellt.</p> <p>b) Die Wirkung abiotischer Stressoren (z.B. Trockenstress, Wasserstress [= Hypoxie], Lichtstress usw.) auf Pflanzen und Stresstoleranz.</p> <p>c) Aktuelle Literatur der Pflanzenphysiologie wird analysiert und zwar nicht nur im Hinblick auf Inhalt, sondern auch auf Aufbau und Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit.</p>			<p>Die Studierenden sollen lernen wie pflanzliche Organismen auf den Ebenen der Organellen, der Zellen, der Organe sowie des gesamten Organismus funktionieren. Besonderen Wert wird auf das Verständnis der komplexen Regulation verschiedener Stoffwechselprozesse im Rahmen des pflanzlichen Organismus gelegt. Bei Abschluss des Moduls sollen die Studierenden mit aktuellen Forschungsthemen der Stressphysiologie vertraut sein. Die Studierenden kennen aktuelle Forschungsthemen der Molekularen Pflanzenphysiologie.</p> <p>Als „soft skills“ haben die Studierenden zusätzlich folgende Fähigkeiten und Kompetenzen erworben: Vortragspräsentationen, Literaturarbeit (erstellen, lesen und zusammenfassen von wissenschaftlichen Texten), Anwenden von Schreib- und Graphikprogrammen.</p>				
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>				
Keine			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausuren oder der Klausur und dem Kolloquium.				
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>							
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>			<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Pflanzenphysiologie		3	Klausur			3	
Vorlesung Stressphysiologie		2	Klausur oder Kolloquium			3	
Seminar Pflanzenphysiologie		2	Präsentation			2	

## Säule Rote Biotechnologie

Theorie der Biomaterialien/Glykobiotechnologie I (9 CP)					
ALLGEMEINE ANGABEN					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
	1	4	jährlich	WS	Deutsch
INHALTLICHE ANGABEN					
Inhalt			Lernziele		
<p>Grundlagen der Kohlenhydratchemie, Zuckerbiochemie und Glykobiotechnologie;</p> <p>Aktuelle Themen zur Glykobiotechnologie anhand von Publikationen aus Fachjournalen.</p>			<p>Die Studierenden lernen die Biosynthese und den chemischen Aufbau von Zuckerstrukturen, Biosynthesewege von Nucleotidzuckern, Zuckerepitopen und Glykokonjugaten (Glykoproteine, Glykolipide, Proteoglykane); Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Zuckerstrukturen zu erkennen und zu benennen, Zusammenhänge zwischen den grundlegenden biochemischen Biosynthesewegen herzustellen und die Anwendung der beteiligten Enzyme in biotechnologische Verfahren zu übertragen (Enzymproduktion, Enzymreinigung, Enzymkinetik, Enzymstabilität, Enzymreaktionstechnik). Im Seminar werden diese Erkenntnisse anhand von aktuellen Themen aus der Glykobiotechnologie angewendet und vertieft.</p>		
Voraussetzungen			Benotung		
<p>Erfolgreiche Teilnahme an Modul 5 und Modul 11 des Bachelor-Studiengangs Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalente Veranstaltungen.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.</p>		
LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN					
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS
Vorlesung Biomaterialien I		2	Klausur (90 min)	5	
Seminar zur Vorlesung Biomaterialien I		2	Präsentation (20 min)	4	

Theorie der Biomaterialien/Glykobiotechnologie II					(9 CP)
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
	2	4	jährlich	SS	Deutsch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>					
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>		
<p>Grundlagen der Kohlenhydratchemie, Zuckerbiochemie und Glykobiotechnologie, Anwendung von Glykokonjugaten; krankheitsbedingte Glykosylierungsdefekte, Proteoglykane Aktuelle Themen zur Glykobiotechnologie anhand von Publikationen aus Fachjournals.</p>			<p>Die Studierenden lernen vertieft die Biosynthese von Zuckerstrukturen, Biosynthesewege von Nukleotidzuckern, Zuckerepitopen und Glykokonjugaten (Glykoproteine, Glykolipide, Proteoglykane); sie lernen die biotechnologische Produktion von Zuckerstrukturen und Glykokonjugaten und deren Verwendung in der Biomaterialforschung. Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Zusammenhänge zwischen den grundlegenden biochemischen Biosynthesewegen herzustellen und die Anwendung der beteiligten Enzyme in biotechnologische Verfahren zu übertragen (Enzymproduktion, Enzymreinigung Enzymkinetik, Enzymstabilität, Enzymreaktionstechnik). Im Seminar werden diese Erkenntnisse anhand von aktuellen Themen aus der Glykobiotechnologie angewendet und vertieft.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
<p>Erfolgreiche Teilnahme am Modul GlykoBiotech I im Masterstudiengang Angewandte und Molekulare Biotechnologie.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur</p>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS
Vorlesung Biomaterialien II (Spezielle Kapitel der Glykobiotechnologie)		2	Klausur (90 min)	5	
Seminar zur Vorlesung Biomaterialien II		2	Präsentation (20 min)	4	

<b>Biomaterialien / Bioaktive Peptide</b>						<b>(4 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	2	Halbjährlich	WS und SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>1. Polymere Biomaterialien, Oberflächenmodifizierungsverfahren mit dem Ziel 1. der Minimierung der Protein- und Zelladhäsion und 2. der Biofunktionalisierung.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plasmaverfahren</li> <li>- CVD-Polymerisations-Verfahren</li> <li>- Immobilisierung von Hydrogelschichten</li> <li>- Immobilisierung von biologischen Signalen</li> </ul> <p>Oberflächensensitive Analytik</p> <p>2. Anatomie der Blut-Hirn-Schranke und Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke für Peptide. Spezifische Ziel-Interaktionen als Grundlage für die pharmakologische Optimierung von Peptiden. Pharmakologische Aspekte von Erythropoietin-Mimetic-Peptiden.</p>			<p>Die Studierenden lernen polymere Biomaterialien, ihre Anwendungen sowie Verfahren zur Verbesserung der Grenzflächenverträglichkeit von Biomaterialien kennen. Im zweiten Teil der Vorlesung erwerben die Studierenden Kenntnisse über definierte bioaktive Peptide.</p>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Keine			Die Benotung erfolgt an Hand der mündlichen Prüfung oder der Klausur.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Biomaterialien und Bioaktive Peptide		2	Mündliche Prüfung, ab 15 Teilnehmern Klausur		4	

<b>Praxis zur Glykobiotechnologie I</b>					<b>(12 CP)</b>	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	9	Jährlich	SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Techniken zur Produktion und Aufarbeitung rekombinanter Enzyme, Techniken zur Enzymaufreinigung und -charakterisierung, Lektinanalytik, Zuckeranalytik			Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Zusammenhänge zwischen den grundlegenden biochemischen Biosynthesewegen herzustellen und die Anwendung der beteiligten Enzyme in biotechnologische Verfahren zu übertragen (Enzymproduktion, Enzymreinigung Enzymkinetik, Enzymstabilität, Enzymreaktionstechnik).			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss, erfolgreiche Teilnahme an den Modulen TGlykoBiotech 1 oder TGlykoBiotech 2.			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Blockpraktikum Glykobiotechnologie		8	Klausur (60 min)	10		
			Protokolle			
Seminar zum Blockpraktikum Glykobiotechnologie		1	Präsentation (15 min)	2		

<b>Praxis zur Glykobiotechnologie II</b>					<b>(12 CP)</b>	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	2	10	halbjährlich	WS und SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Techniken zur Produktion und Aufarbeitung rekombinanter Enzyme; Techniken zur Enzymaufreinigung und -charakterisierung, Lektinanalytik, Zuckernalytik.			Anhand einer Forschungsarbeit erwerben die Studierenden die Kompetenz, Zusammenhänge zwischen den grundlegenden biochemischen Biosynthesewegen herzustellen und die Anwendung der beteiligten Enzyme in biotechnologische Verfahren zu übertragen (Enzymproduktion, Enzymreinigung Enzymkinetik, Enzymstabilität, Enzymreaktionstechnik).			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss, erfolgreiche Teilnahme an den Modulen TGlykoBiotech 1 oder TGlykoBiotech 2.			Die Benotung erfolgt an Hand des Forschungsberichts.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Praktikum Forschungspraktikum Glykobiotechnologie		8	Protokolle, Forschungsbericht		10	
Mitarbeiterkolloquium		2	Zwei Präsentationen (jeweils 20 min)		2	

<b>Einführung in die Systembiologie</b>					<b>(3 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
	2	2	jährlich	SS	Deutsch/Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>					
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>		
<p>Biomarker identification from – omics data (pattern recognition - and modeling procedures, validation procedures) with special focus on biomedical applications.</p> <p>Network reengineering from –omics data</p> <p>Modelling of signalling networks</p>			<p>The students know the established algorithms for biomarker identification from –omics data. They know their specific strength and weakness profile. They know the typical challenges of validation and can apply the standard statistical validation methods.</p> <p>They know the established methods for network reengineering as well as for modelling of signal transduction networks.</p> <p>They can integrate the respective methods into workflows in order to solve problems arising from biomedical applications.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur und der mündlichen Prüfung.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Einführung in die Systembiologie		2	Mündliche Prüfung (30 min)	3	

<b>Theorie Immunologie</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	2	4	jährlich	SS	Deutsch/Englisch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
Allgemeine und spezielle Antikörpertechnologien, immunhistochemische Techniken, Durchflusszytometrie (FACS), Immunoassays und Immunochemie, molekulare Immunologietechniken, Protein-Engineering, Immuntherapeutika, Impfstoffe und Immundiagnostika, fortgeschrittene Immunologie (z.B. Abwehr von Pathogenen, Pathogenese von Allergien, Autoimmunerkrankungen, Tumorentstehung, Transplantationen etc.)				Den Studierenden sollen vertiefende Einblicke in die Funktionen des Immunsystems und moderne Methoden der Immuntherapie vermittelt werden. Hierbei stehen das Zusammenspiel der verschiedenen zellulären Komponenten des Immunsystems und deren Liganden im Vordergrund. Beispielhaft soll dies sowohl über das Studium der Immunabwehr von Pathogenen als auch an Hand verschiedener immunologischer Erkrankungen und Defekte (inklusive deren Diagnose und Therapie) erarbeitet werden.		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
Erfolgreiche Teilnahme am Modul 5 des Bachelor-Studiengangs Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalente Veranstaltungen, Erfolgreiche Teilnahme am Pflichtmodul der molekularen Biotechnologie im Master-Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie.				Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Immunologie II		2	Klausur (60 min)		5	
Seminar Immunologie		2	Präsentation		4	

Praxis Immunologie (9 CP)					
ALLGEMEINE ANGABEN					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
	1	6	jährlich	SS	Deutsch/Englisch
INHALTLICHE ANGABEN					
Inhalt			Lernziele		
<p>Allgemeine und spezielle Antikörpertechnologien, immunhistochemische Techniken, Durchflusszytometrie (FACS), Immunoassays und Immunochemie, molekulare Immunologietechniken, Protein-Engineering, Immuntherapeutika, Impfstoffe und Immundiagnostika. Fortgeschrittene Immunologie (z.B. Abwehr von Pathogenen, Pathogenese von Allergien, Autoimmunerkrankungen, Tumorentstehung, Transplantationen etc.).</p>			<p>In den praktischen Arbeiten werden verschiedene immunhistochemische und immuntherapeutische Ansätze/Methoden vertiefend bearbeitet. Dies wird sowohl die Herstellung als auch die Testung von rekombinanten Diagnostika und Immuntherapeutika (e.g. Immuntoxine, rek. Antikörper) <i>in vitro</i> umfassen. Die Studenten sollen im Rahmen dieses Moduls die Kompetenz erwerben, wissenschaftliche Publikationen kritisch zu analysieren, zusammenzufassen und zu präsentieren, die praktischen Versuche im Team zu planen, durchzuführen, zu protokollieren und auszuwerten.</p>		
Voraussetzungen			Benotung		
<p>Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss, Erfolgreiche Teilnahme am Pflichtmodul der molekularen Biotechnologie im Master-Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.</p>		
LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN					
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS
Praktikum Molekulare Immunologie		6	Klausur (60 min)	9	
			Protokolle		

<b>Forschungspraktikum im Bereich Molekulargenetik und Gentechnologie</b>						<b>(12 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	8	Jährlich	WS und SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
Praktische Übungen zu aktuellen Themen der Molekulargenetik/Gentechnologie (Genome).				Die Studierenden kennen ein breites Spektrum an molekulargenetischen und gentechnologischen Methoden. Sie sind in der Lage, komplexe Problemstellungen selbstständig zu analysieren, zu bearbeiten, zu lösen und zu dokumentieren.		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.				Die Benotung erfolgt an Hand der schriftlichen Arbeit oder des Vortrags.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Forschungspraktikum im Bereich Molekulargenetik und Gentechnologie		8	Protokolle, schriftliche Arbeit oder Vortrag	12		

<b>Molekulargenetik</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	5	Jährlich	SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Mechanismen der Genexpression vom Gen zum Protein, Aufbau der Genome, Mutation, Rekombination und Reparatur, Mobile genetische Elemente.			Die Studierenden sollen in die Mechanismen der Informations-speicherung und –ausprägung in einer Zelle sowie der Stabilität und Plastizität der Genome Einblick gewinnen. Im Seminar werden diese Erkenntnisse anhand von aktuellen Themen aus der Gentranskription angewendet und vertieft.			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Erfolgreiche Teilnahme am Modul 5 des Bachelor-Studiengangs Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalente Veranstaltungen.			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Molekulargenetik/Gentechnologie I		3	Klausur (60 min)		5	
Molekulargenetisches Seminar: Genome		2	Präsentation (20 min)		4	

<b>Proteinchemie und Biochemie der Signaltransduktion</b>						<b>(8 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	2	4	jährlich	SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
<p>Grundlagen zur Chemie und Biochemie von Aminosäuren, Peptiden und Proteinen: Eigenschaften, Reaktionen, Charakterisierung; chemische Synthese von Peptiden; Struktur- und Funktionsprinzipien von Proteinen; Proteinfaltung und Faltungsdefekte; präparative und analytische Methoden der Proteinchemie; spektroskopische Methoden und Massenspektrometrie.</p> <p>In der Vorlesung werden die wichtigsten Mechanismen und Elemente/Moleküle der zellulären Signaltransduktion dargestellt: extrazelluläre Signalmoleküle, Rezeptoren, Kinasen und Phosphatasen, Insulin-vermittelte Signaltransduktion, G-Proteingekoppelte Rezeptoren und G-Proteine; Sekundäre Botenstoffe, Krebs, Apoptose, Signaldefekte und Krankheiten.</p>			<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Aufbau, Analyse und die Funktion von Proteinen.</p> <p>Die Studierenden gewinnen einen Überblick über die Prinzipien der Signaltransduktion und die molekularen Mechanismen der Signalverarbeitung in Zellen.</p>			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Keine			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausuren.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Vorlesung Proteinchemie		2	Klausur (90 min)	4		
Vorlesung Biochemische Grundlagen zur zellulären Signalübertragung		2	Klausur (90 min)	4		

<b>Praxis der Proteinchemie</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	7	halbjährlich	WS und SS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Versuche aus den Bereichen Modifizierung, Isolierung, Charakterisierung, Sequenzierung von Peptiden und Proteinen: Nachweisreaktionen von Aminosäuren, Peptiden und Proteinen; Trenn- und Reinigungsmethoden, Quantifizierung von Proteinen, Aminosäureanalyse, Peptidsynthese und Nachweis der Racemisierung, Spaltung mit Enzymen, spektroskopische Methoden.			Einblick in die relevanten analytischen und präparativen Methoden der Proteinchemie.			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Proteinchemisches Praktikum		5	Protokolle			
			Klausur (90 min)	7		
Seminar zum Proteinchemischen Praktikum		2	Präsentation (20 min)	2		

<b>Theorie der Molekularen Medizin</b>					<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>					
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>
	1	6	jährlich	WS	Deutsch/Englisch
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>					
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>		
<p>Molekulare Mechanismen der Krankheitsentstehung mit besonderer Berücksichtigung von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Molekulare Mechanismen der Signaltransduktion und der Genexpression</li> <li>- Veränderungen von Signaltransduktion und Genregulation in menschlichen Krankheiten</li> <li>- In vitro Kultur von menschlichen und tierischen Zellen</li> <li>- Genetisch veränderte Mäuse in Krankheitsmodellen, wie z.B. bei der Arteriosklerose, Tumormodelle etc.</li> </ul>			<p>Die Studierenden sollen Prinzipien der Molekularen Medizin erkennen und verstehen lernen. Dies beinhaltet das Verständnis für diagnostischer Verfahren, deren Evaluation und Bewertung und die Umsetzung der gezogenen Schlussfolgerungen in die medizinische Therapie. Nach Abschluss des Moduls sollen die Studierenden mit einer ganzheitlichen Betrachtungsweise biologisch/medizinischer Vorgänge (Systembiologie) vertraut sein.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>		
Abgeschlossener B.Sc in Zellbiologie und/oder Molekularbiologie und/oder Biotechnologie.			Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>					
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Molekulargenetik/Gentechnologie II (Regulation der Genexpression)		4	Klausur (120 min)	5	
Seminar Theoretische Molekulare Medizin		2		4	

Praktikum der Molekularen Medizin					(9 CP)
ALLGEMEINE ANGABEN					
Fachsemester	Dauer	SWS	Häufigkeit	Turnus	Sprache
	1	6	jährlich	WS	Deutsch/Englisch
INHALTLICHE ANGABEN					
Inhalt			Lernziele		
<p>Praktische Versuche zu molekularen Mechanismen der Krankheitsentstehung mit besonderer Berücksichtigung von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Molekulare Mechanismen der Signaltransduktion und der Genexpression</li> <li>- Veränderungen von Signaltransduktion und Genregulation in menschlichen Krankheiten</li> <li>- In vitro Kultur von menschlichen und tierischen Zellen</li> <li>- Genetisch veränderte Mäuse in Krankheitsmodellen, wie z.B. bei der Arteriosklerose, Tumormodelle etc.</li> </ul>			<p>Die Studierenden sollen die Prinzipien der Molekularen Medizin erkennen und verstehen lernen. Dies beinhaltet das Verständnis und die Anwendung diagnostischer Verfahren, deren Evaluation und Bewertung und die Umsetzung der gezogenen Schlussfolgerungen in die medizinische Therapie. Nach Abschluss des Moduls sollen die Studierenden mit einer ganzheitlichen Betrachtungsweise biologisch/medizinischer Vorgänge (Systembiologie) vertraut sein.</p>		
Voraussetzungen			Benotung		
<p>Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss, Erfolgreiche Teilnahme am Modul Theorie der Molekularen Medizin im Master-Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie.</p>			<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Kolloquien.</p>		
LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN					
Veranstaltung	CP	SWS	Prüfung	CP	SWS
Praktikum Praktische Molekulare Medizin		6	Laborprotokolle		
			Kolloquien	9	

<b>Theorie der Pharmakologie</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	2	4	jährlich	WS	Deutsch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
Pharmakodynamik und Pharmakokinetik, klassische Methoden der Pharmakologie, Prinzipien der Medikamentenentwicklung, Zielstrukturen von Pharmaka mit besonderer Berücksichtigung von <ul style="list-style-type: none"> <li>- G-Protein gekoppelten Rezeptoren</li> <li>- Nukleären Rezeptoren</li> <li>- Entzündungspharmakologie</li> <li>- Proteinkinasen und Phosphatasen</li> <li>- Transkriptionsfaktoren</li> <li>- Ionenkanälen</li> <li>- Prokaryotischen Targets (Antibiotika)</li> <li>- Zytostatika (Hemmung des Zellzyklus)</li> <li>- Life style drugs</li> </ul>				Die Studierenden sollen grundlegende Wirkmechanismen von Pharmaka kennen und verstanden haben. Des Weiteren sollen sie einen Einblick in die Methoden der Pharmakologie gewinnen und aktuelle Fachliteratur zu speziellen Themen der Pharmakologie die erarbeiten können.		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.				Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Vorlesung Pharmakologie und Toxikologie für Naturwissenschaftler		2	Klausur (120 min)	6		
Seminar Pharmakologie für Naturwissenschaftler		2	Referat (30 min)	3		

<b>Praxis der Pharmakologie</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
	1	8	jährlich	SS	Deutsch/Englisch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>			<b>Lernziele</b>			
Zellbasierte Assays, In-vitro Assays, biochemische Pharmakologie, elektrophysiologische und strukturelle Untersuchung von Ionenkanälen.			Die Studierenden sollen in der Lage sein, spezielle pharmakologische und zellbiologische Methoden durchzuführen. Außerdem sollen die Studierenden Experimente auswerten, protokollieren und diskutieren können.			
<b>Voraussetzungen</b>			<b>Benotung</b>			
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss, Erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung Molekulare und Experimentelle Pharmakologie für Naturwissenschaftler im Master-Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie.			Die Benotung erfolgt an Hand der Kolloquien.			
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	
Blockpraktikum Molekulare und Experimentelle Pharmakologie mit Begleitseminar Methoden der Pharmakologie		8	Laborprotokolle	9		
			Kolloquien			
			Präsentationen			

<b>Klinisches Forschungspraktikum</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
		6	jährlich		Deutsch/Englisch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
<p>Praktische Versuche im Rahmen aktueller klinischer Forschungsprojekte zu molekularen Mechanismen der Krankheitsentstehung mit besonderer Berücksichtigung von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Molekulare Mechanismen der Signaltransduktion und der Genexpression</li> <li>- Veränderungen von Signaltransduktion und Genregulation in menschlichen Krankheiten</li> <li>- In vitro Kultur von menschlichen und tierischen Zellen</li> <li>- Genetisch veränderte Mäuse in Krankheitsmodellen, wie z.B. bei der Arteriosklerose, Tumormodelle etc.</li> <li>- Hämatopoese, Zellen des Immunsystems</li> <li>- Immunologie von Allergien, Autoimmunerkrankungen, Tumoren und Transplantation</li> </ul>				<p>Die Studierenden sollen die Prinzipien und Techniken der medizinischen Grundlagenforschung erkennen, verstehen und praktisch umzusetzen lernen. Dies beinhaltet das Verständnis und die Anwendung diagnostischer Verfahren, deren Evaluation und Bewertung und die Umsetzung der gezogenen Schlussfolgerungen in die medizinische Therapie.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss.				Die Benotung erfolgt an Hand der Kolloquien.		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Praktikum Forschungspraktikum Immunologie		5	Protokolle		7	
Institutsseminar Immunologie und Journal-Club		1	Referate			
			Kolloquien		2	

<b>Zelluläre Immunologie</b>						<b>(9 CP)</b>
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>						
<b>Fachsemester</b>	<b>Dauer</b>	<b>SWS</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	
		8	jährlich	WS	Deutsch/Englisch	
<b>INHALTLICHE ANGABEN</b>						
<b>Inhalt</b>				<b>Lernziele</b>		
<p>Hämatopoese, Zellen des Immunsystems, Funktion des angeborenen und spezifischen Immunsystems, Genetik und Aufbau von Antikörpern, T-Zell-Rezeptoren und Haupthistokompatibilitätskomplex, Biochemie des Complementssystems, Immunologie von Allergien, Autoimmunerkrankungen, Tumoren und Transplantation.</p>				<p>Einblicke gewinnen in die grundlegenden Funktionen des Immunsystems zur Abwehr von Mikroorganismen und körpereigenen oder verwandten Strukturen, Erlernen der zur Aufklärung dieser Prozesse wichtigen Methoden, Kompetenz erwerben, die Kenntnisse in die angewandte Forschung durch die Wahl adäquater Methoden gezielt umzusetzen, wissenschaftliche Publikationen kritisch zu analysieren, zusammenzufassen und zu präsentieren, Versuche zur Klärung immunologischer Fragestellungen im Team zu planen, durchzuführen, zu protokollieren und auszuwerten.</p>		
<b>Voraussetzungen</b>				<b>Benotung</b>		
<p>Abgeschlossener B.Sc. Molekulare und Angewandte Biotechnologie oder äquivalenter Abschluss. Der Zugang zum Seminar erfolgt über die Klausurnote der Vorlesung und der Praktikumszugang zusätzlich durch die Seminarnote.</p>				<p>Die Benotung erfolgt an Hand der Klausur, des Kolloquiums und der Seminarnote.</p>		
<b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>						
<b>Veranstaltung</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Prüfung</b>		<b>CP</b>	<b>SWS</b>
Vorlesung Grundlagen der Immunologie		2	Klausur (60 min)		3	
Seminar Spezielle Immunologie		2	Präsentation (20 Min)		2	
Praktikum Zelluläre Immunologie		4	Protokolle			
			Kolloquium		4	

## Anlage 3

### Studienverlaufsplan des Master-Studiengangs Molekulare und Angewandte Biotechnologie der RWTH Aachen University

Der Studienverlaufsplan des Master-Studiengangs Molekulare und Angewandte Biotechnologie ergibt sich aus folgenden Vorgaben:

Alle Studierenden absolvieren die Pflichtmodule Master Biotechnologie mit 18 CP.

In der von der/dem Studierenden gewählten Vertiefungsrichtung/Schwerpunktsäule (Weiße Biotechnologie, Grüne Biotechnologie, Rote Biotechnologie, Verfahrenstechnik) sind mindestens vier Module zu wählen. In dieser Vertiefungsrichtung sind mindestens zwei Vorlesungsmodule (nur Vorlesung oder Vorlesung + Seminar) Pflicht. Weiterhin sind mindestens zwei Praktikumsmodule in der Schwerpunktsäule Pflicht. Praktikumsmodule sind alle Module, die ein Praktikum beinhalten. Insgesamt sind 30-35 CP in der Vertiefungsrichtung zu wählen.

Weitere 27-32 CP sollen gemischt aus den übrigen Säulen gewählt werden. Es ist mindestens ein Praktikumsmodul und mindestens ein Theoriemodul aus anderen Säulen als der Schwerpunktsäule zu wählen.

Darüber hinaus sind 10 CP als Softskill vorgesehen.

Die Masterarbeit wird mit 27 CP, das Masterkolloquium mit 3 CP gewichtet.

Jedes Pflichtpraktikum kann durch äquivalente Praktika (z.B. Forschungs- oder Industriepraktika) ersetzt werden. Eine Rücksprache mit dem verantwortlichen Dozenten ist vorher notwendig.

Für jede Vertiefungsrichtung ist ein Beispielstudienverlaufsplan aufgeführt, einmal für einen Studienbeginn im Wintersemester, einmal für einen Studienbeginn im Sommersemester.

## Vertiefung Verfahrenstechnik

### Pflichtmodule Master Biotechnologie

Modul	Veranstaltung	CP
Pflichtmodul der industriellen Biotechnologie	Produktaufarbeitung	3
	Online-Analytik von Fermentationsprozessen	3
Pflichtmodul Molekular- und Zellbiologie	Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	6
Pflichtmodul der molekularen und theoretischen Biotechnologie	Design biologischer Systeme und Moleküle	3
	Bioprozesskinetik	3
<b>Summe:</b>		<b>18</b>

### Schwerpunktsäule Verfahrenstechnik

Modul	Veranstaltung	CP
Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von Fermentationsprozessen	Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von Fermentationsprozessen	12
Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von enzymkatalysierten Prozessen	Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von enzymkatalysierten Prozessen	12
Enzymprozesstechnik	Enzymprozesstechnik	5
	Seminar Enzymprozesstechnik	1
Projektmanagement	Qualitäts-, Projekt- und Personalmanagement	3
	Patentrecht oder Arbeitnehmererfinderrecht	2
<b>Summe:</b>		<b>35</b>

### Veranstaltungen aus anderen Säulen

Modul	Veranstaltung	CP
Praxis Immunologie	Praktikum Molekulare Immunologie	9
Proteinchemie und Biochemie der Signaltransduktion	Proteinchemie	4
	Vorlesung Biochemische Grundlagen zur zellulären Signalübertragung	4
Theorie der Pflanzenbiotechnologie	Pflanzenbiotechnologie	3
	Seminar Pflanzenbiotechnologie	3
Biomaterialien/Bioaktive Peptide	Biomaterialien und Bioaktive Peptide	4
<b>Summe:</b>		<b>27</b>

**Vertiefung Verfahrenstechnik, Start im WS**

<b>Studienverlaufsplan</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
<b>1. Semester (WS)</b>		
Produktaufarbeitung	2	3
Qualitäts-, Projekt- und Personalmanagement	3	3
Patentrecht oder Arbeitnehmererfinderrecht	2	2
Design biologischer Systeme und Moleküle	2	3
Bioprozesskinetik	2	3
Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von Fermentationsprozessen	8	12
Enzymprozesstechnik	3	5
	<b>21</b>	<b>32</b>
<b>2. Semester (SS)</b>		
Online-Analytik von Fermentationsprozessen	2	3
Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	4	6
Proteinchemie	2	4
Pflanzenbiotechnologie	2	3
Praktikum Molekulare Immunologie	8	9
Biomaterialien und Bioaktive Peptide	2	4
Seminar Enzymprozesstechnik	1	1
	<b>22</b>	<b>29</b>
<b>3. Semester (WS)</b>		
Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von enzymkatalysierten Prozessen	8	12
Biochemische Grundlagen zur zellulären Signalübertragung	2	4
Seminar Pflanzenbiotechnologie	2	3
Softskillvorlesung 1	2	3
Softskillvorlesung 2	2	3
Softskillvorlesung 3	3	4
	<b>19</b>	<b>29</b>
<b>4. Semester (SS)</b>		
Masterarbeit	20	27
Master-Kolloquium		3
	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>Gesamt</b>	<b>82</b>	<b>120</b>

**Vertiefung Verfahrenstechnik, Start im SS**

<b>Studienverlaufsplan</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
<b>1. Semester (SS)</b>		
Online-Analytik von Fermentationsprozessen	2	3
Qualitäts-, Projekt- und Personalmanagement	3	3
Patentrecht oder Arbeitnehmererfinderrecht	2	2
Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	4	6
Proteinchemie	2	4
Pflanzenbiotechnologie	2	3
Praktikum Molekulare Immunologie	8	9
	<b>23</b>	<b>30</b>
<b>2. Semester (WS)</b>		
Produktaufarbeitung	2	3
Softskillvorlesung 1	2	3
Softskillvorlesung 2	2	3
Design biologischer Systeme und Moleküle	2	3
Bioprozesskinetik	2	3
Enzymprozesstechnik	3	5
Vorlesung Biochemische Grundlagen zur zellulären Signalübertragung	2	4
Seminar Pflanzenbiotechnologie	2	3
Biomaterialien und Bioaktive Peptide	2	4
	<b>19</b>	<b>31</b>
<b>3. Semester (SS)</b>		
Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von enzymkatalysierten Prozessen	8	12
Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von Fermentationsprozessen	8	12
Seminar Enzymprozesstechnik	1	1
Softskillvorlesung 3	3	4
	<b>20</b>	<b>29</b>
<b>4. Semester (WS)</b>		
Masterarbeit	20	27
Master-Kolloquium		3
	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>Gesamt</b>	<b>81</b>	<b>120</b>

## Vertiefung Weiße Biotechnologie

### Pflichtmodule Master Biotechnologie

Modul	Veranstaltung	CP
Pflichtmodul der industriellen Biotechnologie	Produktaufarbeitung	3
	Online-Analytik von Fermentationsprozessen	3
Pflichtmodul Molekular- und Zellbiologie	Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	6
Pflichtmodul der molekularen und theoretischen Biotechnologie	Design of biological molecules and systems	3
	Bioprozesskinetik	3
<b>Summe:</b>		<b>18</b>

### Schwerpunktsäule Weiße Biotechnologie

Modul	Veranstaltung	CP
Blockpraktikum Allgemeine Biotechnologie	Blockpraktikum Allgemeine Biotechnologie	12
Praxis der Proteinchemie	Proteinchemisches Praktikum	7
	Seminar zum Proteinchemischen Praktikum	2
Molekulare Biophysik und Strukturbiologie	Molekulare Biophysik	3
	Strukturbiologie	3
Molekulare und Industrielle Mikrobiologie	Mikrobiologie III (Molekulare Mikrobiologie)	3
	Industrielle Mikrobiologie	3
<b>Summe:</b>		<b>33</b>

### Veranstaltungen aus anderen Säulen

Modul	Veranstaltung	CP
Forschungspraktikum Pflanzenbiotechnologie	Forschungspraktikum Pflanzenbiotechnologie	9
Theorie der Molekularen Medizin	Molekulargenetik/Gentechnologie II (Regulation der Genexpression)	5
	Seminar Theoretische molekulare Medizin	4
Theorie der Pflanzenbiotechnologie	Theorie der Pflanzenbiotechnologie	3
	Seminar Pflanzenbiotechnologie	3
Enzymatische und fermentative Verfahren zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe	Biotechnologische Verfahren zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe	2
	Moderne Aspekte der angewandten Enzymtechnologie	3
<b>Summe:</b>		<b>29</b>

**Vertiefung Weiße Biotechnologie, Start im WS**

<b>Studienverlaufsplan</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
<b>1. Semester (WS)</b>		
Produktaufarbeitung	2	3
Design biologischer Systeme und Moleküle	2	3
Mikrobiologie III (Molekulare Mikrobiologie)	2	3
Bioprozesskinetik	2	3
Proteinchemisches Praktikum	5	7
Seminar zum Proteinchemischen Praktikum	2	2
Molekulare Biophysik	2	3
	<b>17</b>	<b>24</b>
<b>2. Semester (SS)</b>		
Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	4	6
Online-Analytik von Fermentationsprozessen	2	3
Strukturbiologie	2	3
Blockpraktikum Allgemeine Biotechnologie	8	12
Biotechnologische Verfahren zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe	1	2
Industrielle Mikrobiologie	2	3
Pflanzenbiotechnologie	2	3
Moderne Aspekte der angewandten Enzymtechnologie	2	3
	<b>23</b>	<b>35</b>
<b>3. Semester (WS)</b>		
Seminar Pflanzenbiotechnologie	2	3
Molekulargenetik/Gentechnologie II (Regulation der Genexpression)	2	5
Seminar Theoretische Molekulare Medizin	2	4
Forschungspraktikum Pflanzenbiotechnologie	8	9
Softskillvorlesung 1	3	4
Softskillvorlesung 2	2	3
Softskillvorlesung 3	2	3
	<b>21</b>	<b>31</b>

<b>4. Semester (SS)</b>		
Masterarbeit	20	27
Master-Kolloquium		3
	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>Gesamt</b>	<b>83</b>	<b>120</b>

**Vertiefung Weiße Biotechnologie, Start im SS**

<b>Studienverlaufsplan</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
<b>1. Semester (SS)</b>		
Online-Analytik von Fermentationsprozessen	2	3
Blockpraktikum Allgemeine Biotechnologie	8	12
Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	4	6
Pflanzenbiotechnologie	2	3
Biotechnologische Verfahren zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe	1	2
Moderne Aspekte der angewandten Enzymtechnologie	2	3
	<b>19</b>	<b>29</b>
<b>2. Semester (WS)</b>		
Produktaufarbeitung	2	3
Softskillvorlesung 1	2	3
Softskillvorlesung 2	2	3
Design biologischer Systeme und Moleküle	2	3
Bioprozesskinetik	2	3
Molekulare Biophysik	2	3
Mikrobiologie III (Molekulare Mikrobiologie)	2	3
Seminar Pflanzenbiotechnologie	2	3
Molekulargenetik/Gentechnologie II (Regulation der Genexpression)	2	5
Seminar Theoretische molekulare Medizin	2	4
	<b>20</b>	<b>33</b>
<b>3. Semester (SS)</b>		
Forschungspraktikum Pflanzenbiotechnologie	8	9
Proteinchemisches Praktikum	5	7
Seminar zum Proteinchemischen Praktikum	2	2
Strukturbiologie	2	3
Industrielle Mikrobiologie	2	3
Softskillvorlesung 3	3	4
	<b>22</b>	<b>28</b>

<b>4. Semester (WS)</b>		
Masterarbeit	20	27
Master-Kolloquium		3
	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>Gesamt</b>	<b>83</b>	<b>120</b>

## Vertiefung Grüne Biotechnologie

### Pflichtmodule Master Biotechnologie

Modul	Veranstaltung	CP
Pflichtmodul der industriellen Biotechnologie	Produktaufarbeitung	3
	Online-Analytik von Fermentationsprozessen	3
Pflichtmodul Molekular- und Zellbiologie	Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	6
Pflichtmodul der molekularen und theoretischen Biotechnologie	Design biologischer Systeme und Moleküle	3
	Bioprozesskinetik	3
	<b>Summe:</b>	<b>18</b>

### Schwerpunktsäule Grüne Biotechnologie

Modul	Veranstaltung	CP
Praxis der Biochemie induzierter Resistenzen von Pflanzen	Praktikum Biochemie und Molekularbiologie der induzierten Resistenz von Pflanzen	9
Forschungspraktikum Pflanzenbiotechnologie	Forschungspraktikum Pflanzenbiotechnologie	9
Theorie der Biochemie induzierter Resistenz von Pflanzen	Biochemie der induzierten Resistenz von Pflanzen	3
	Seminar Biochemie & Molekularbiologie der induzierten Resistenz von Pflanzen	3
Theorie der Pflanzenbiotechnologie	Pflanzenbiotechnologie	3
	Seminar Pflanzenbiotechnologie	3
	<b>Summe:</b>	<b>30</b>

### Veranstaltungen aus anderen Säulen

Modul	Veranstaltung	CP
Klinisches Forschungspraktikum	Forschungspraktikum Immunologie	7
	Institutsseminar Immunologie und Journal-Club	2
Analytische Biotechnologie	Biosensoren	2
	Seminar Proteinanalytik/Proteomics	3
Zelluläre Immunologie	Grundlagen der Immunologie	3
	Seminar Spezielle Immunologie	2
	Praktikum Zelluläre Immunologie	4
Theorie Immunologie	Immunologie II	5
	Seminar Immunologie	4
	<b>Summe:</b>	<b>32</b>

**Vertiefung Grüne Biotechnologie, Start im WS**

<b>Studienverlaufsplan</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
<b>1. Semester (WS)</b>		
Produktaufarbeitung	2	3
Design biologischer Systeme und Moleküle	2	3
Biprozesskinetik	2	3
Forschungspraktikum Immunologie	5	7
Institutsseminar Immunologie und Journal-Club	1	2
Softskillvorlesung 1	3	4
Softskillvorlesung 2	2	3
Softskillvorlesung 3	2	3
	<b>19</b>	<b>28</b>
<b>2. Semester (SS)</b>		
Online-Analytik von Fermentationsprozessen	2	3
Biochemie der induzierten Resistenz von Pflanzen	2	3
Seminar Biochemie & Molekularbiologie der induzierten Resistenz von Pflanzen	2	3
Praktikum Biochemie & Molekularbiologie der induzierten Resistenz von Pflanzen	8	9
Pflanzenbiotechnologie	2	3
Immunologie II	2	5
Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	4	6
	<b>23</b>	<b>32</b>
<b>3. Semester (WS)</b>		
Seminar Immunologie	2	4
Seminar Pflanzenbiotechnologie	2	3
Forschungspraktikum Pflanzenbiotechnologie	8	9
Biosensoren	1	2
Seminar Proteinanalytik/Proteomics	2	3
Grundlagen der Immunologie	2	3
Seminar Spezielle Immunologie	2	2
Praktikum Zelluläre Immunologie	4	4
	<b>23</b>	<b>30</b>

<b>4. Semester (SS)</b>		
Masterarbeit	20	27
Master-Kolloquium		3
	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>Gesamt</b>	<b>86</b>	<b>120</b>

**Vertiefung Grüne Biotechnologie, Start im SS**

<b>Studienverlaufsplan</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
<b>1. Semester (SS)</b>		
Online-Analytik von Fermentationsprozessen	2	3
Pflanzenbiotechnologie	2	3
Immunologie II	2	5
Biochemie der induzierten Resistenz von Pflanzen	2	3
Seminar Biochemie & Molekularbiologie der induzierten Resistenz von Pflanzen	2	3
Praktikum Biochemie & Molekularbiologie der induzierten Resistenz von Pflanzen	8	9
Softskillvorlesung 1	3	4
	<b>21</b>	<b>30</b>
<b>2. Semester (WS)</b>		
Produktaufarbeitung	2	3
Softskillvorlesung 2	2	3
Softskillvorlesung 3	2	3
Design biologischer Systeme und Moleküle	2	3
Bioprozesskinetik	2	3
Seminar Pflanzenbiotechnologie	2	3
Institutsseminar Immunologie und Journal-Club	1	2
Biosensoren	1	2
Seminar Proteinanalytik/Proteomics	2	3
Grundlagen der Immunologie	2	3
Seminar Immunologie	2	4
	<b>20</b>	<b>32</b>
<b>3. Semester (SS)</b>		
Forschungspraktikum Pflanzenbiotechnologie	8	9
Forschungspraktikum Immunologie	5	7
Seminar Spezielle Immunologie	2	2
Praktikum Zelluläre Immunologie	4	4
Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	4	6
	<b>23</b>	<b>28</b>

<b>4. Semester (WS)</b>		
Masterarbeit	20	27
Master-Kolloquium		3
	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>Gesamt</b>	<b>86</b>	<b>120</b>

## Vertiefung Rote Biotechnologie

### Pflichtmodule Master Biotechnologie

Modul	Veranstaltung	CP
Pflichtmodul der industriellen Biotechnologie	Produktaufarbeitung	3
	Online-Analytik von Fermentationsprozessen	3
Pflichtmodul Molekular- und Zellbiologie	Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	6
Pflichtmodul der molekularen und theoretischen Biotechnologie	Design biologischer Systeme und Moleküle	3
	Bioprozesskinetik	3
	<b>Summe:</b>	<b>18</b>

### Schwerpunktsäule Rote Biotechnologie

Modul	Veranstaltung	CP
Praxis zur Glykobiotechnologie I	Praktikum Glykobiotechnologie	10
	Seminar zum Praktikum Glykobiotechnologie	2
Praxis der Proteinchemie	Proteinchemisches Praktikum	7
	Seminar zum Proteinchemischen Praktikum	2
Theorie der Biomaterialien/Glykobiotechnologie I	Biomaterialien I	5
	Seminar zur Vorlesung Biomaterialien I	4
Biomaterialien/Bioaktive Peptide	Biomaterialien/Bioaktive Peptide	4
	<b>Summe:</b>	<b>34</b>

### Veranstaltungen aus anderen Säulen

Modul	Veranstaltung	CP
Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von Fermentationsprozessen	Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von Fermentationsprozessen	12
Grundlagen der Verfahrenstechnik	Grundoperationen der Verfahrenstechnik	5
	Kinetik des Stofftransports	5
Enzymprozesstechnik	Enzymprozesstechnik	5
	Seminar Enzymprozesstechnik	1
	<b>Summe:</b>	<b>28</b>

**Vertiefung Rote Biotechnologie, Start im WS**

<b>Studienverlaufsplan</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
<b>1. Semester (WS)</b>		
Produktaufarbeitung	2	3
Design biologischer Systeme und Moleküle	2	3
Bioprozesskinetik	2	3
Biomaterialien I	2	5
Seminar zur Vorlesung Biomaterialien I	2	4
Grundoperationen der Verfahrenstechnik	3	5
Softskillvorlesung 1	2	3
Softskillvorlesung 2	2	3
	<b>17</b>	<b>29</b>
<b>2. Semester (SS)</b>		
Online-Analytik von Fermentationsprozessen	2	3
Blockpraktikum Glykobiotechnologie	8	10
Seminar zum Blockpraktikum Glykobiotechnologie	1	2
Kinetik des Stofftransports	3	5
Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	4	6
Softskillvorlesung 3	3	4
	<b>21</b>	<b>30</b>
<b>3. Semester (WS)</b>		
Enzymprozesstechnik	3	5
Seminar Enzymprozesstechnik	1	1
Biomaterialien und Bioaktive Peptide	2	4
Proteinchemisches Praktikum	5	7
Seminar zum Proteinchemischen Praktikum	2	2
Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von Fermentationsprozessen	8	12
	<b>21</b>	<b>31</b>

<b>4. Semester (SS)</b>		
Masterarbeit	20	27
Master-Kolloquium		3
	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>Gesamt</b>	<b>79</b>	<b>120</b>

**Vertiefung Rote Biotechnologie, Start im SS**

<b>Studienverlaufsplan</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>
<b>1. Semester (SS)</b>		
Online-Analytik von Fermentationsprozessen	2	3
Proteinchemisches Praktikum	5	7
Seminar zum Proteinchemischen Praktikum	2	2
Biomaterialien und Bioaktive Peptide	2	4
Ringvorlesung Molekular- und Zellbiologie	4	6
Softskillvorlesung 1	2	3
Softskillvorlesung 2	2	3
Softskillvorlesung 3	3	4
	<b>22</b>	<b>32</b>
<b>2. Semester (WS)</b>		
Produktaufarbeitung	2	3
Design biologischer Systeme und Moleküle	2	3
Bioprozesskinetik	2	3
Biomaterialien I	2	5
Seminar zur Vorlesung Biomaterialien I	2	4
Grundoperationen der Verfahrenstechnik	3	5
Enzymprozesstechnik	3	5
	<b>16</b>	<b>28</b>
<b>3. Semester (SS)</b>		
Blockpraktikum Glykobiotechnologie	8	10
Seminar zum Blockpraktikum Glykobiotechnologie	1	2
Seminar Enzymprozesstechnik	1	1
Kinetik des Stofftransports	3	5
Forschungspraktikum Verfahrenstechnik von Fermentationsprozessen	8	12
	<b>21</b>	<b>30</b>

<b>4. Semester (WS)</b>		
Masterarbeit	20	27
Master-Kolloquium		3
	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>Gesamt</b>	<b>79</b>	<b>120</b>

## 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 beigefügt. 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.