

Modulhandbuch

für den Studiengang

Zell- und Molekularbiologie (M. Sc.)

Stand: 27.10.2017

**Modulhandbuch für den
Masterstudiengang Zell- und Molekularbiologie**

**Department Biologie
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg**

Stand: 27.10.2017

Bezug: Prüfungsordnung vom 22. Juli 2015, geändert durch Satzungen vom 5. August 2016

Inhaltsverzeichnis

Betreuung des Masterstudienganges Zell- und Molekularbiologie am Department Biologie der FAU Erlangen-Nürnberg	4
Präsentation des Masterstudienganges Zell- und Molekularbiologie	5
1 Studienkonzept	5
2 Struktur des Studiengangs	5
Studienverlaufsplan Master Zell- und Molekularbiologie (M. Sc.)	6
Kernmodule	7
Kernmodul I	8
Kernmodul II	9
Master-Module	11
BCMA I: Molekulargenetik der Pilz-Pflanze Interaktion	12
BCMA II: Bakterien-Pflanze Interaktionen	13
BCMA III: Pflanzenbiotechnologie	15
BCMA IV: Bioanalytik	17
BioPerl: Perl Programming for Biology	18
Strukturbiologie 1: Proteindesign und Designerproteine	19
Strukturbiologie 2: Structure and function relationships in biological macromolecules	20
Entwicklungsbiologie 1: Musterbildung, Wachstum und Evolution	21
Entwicklungsbiologie 2: Molekulare Kontrolle der Stammzell- und Organdifferenzierung	22
Entwicklungsbiologie 3: Computersimulationen embryonaler Musterbildungsprozesse	23
Molekulare Tumorforschung	24
Autoimmunität	25
Genetic Models in Immunobiology	26
Mikrobiologie 3: Pathogenitätsfaktoren bei Gram-positiven Bakterien	27
Mikrobiologie 4: Pathogenitätsfaktoren bei Gram-negativen Bakterien	28
MPP 1: Membranproteine	29
MPP 2: Ionenkanäle und Signaltransduktion	30
MPP 3: Phylogenie	31
PBMA: Biosynthese pflanzlicher Naturstoffe	32
Neurobiologie	33
Molekulare Neurophysiologie	34
Zellbiologie: Signalproteine	35
Zellbiologie: Lichtsignaling in Algen	36
Zellbiologie: Signaltransduktion	37
Virologie	38
Immunologie	39
Molekulare Humangenetik	40
Paläobiologie	41
Vertiefungsmodul	42
Vertiefungsmodul	43
Wahlmodule	44
Externes Praktikum	45
Englisch	46
Nicht biologisches Wahlmodul	47
Nicht biologisches Wahlmodul	48
Wissenschaftliche Schlüsselqualifikation	49
Wissenschaftliche Schlüsselqualifikationen	50
Masterarbeit	51
Masterarbeit	52

Betreuung des Masterstudienganges Zell- und Molekularbiologie am Department Biologie der FAU Erlangen-Nürnberg

→ **Studiendekan** (Allgemeine Fragen zum Studium)

Prof. Dr. Andreas Feigenspan

Department Biologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Staudtstraße 5, 91058 Erlangen, Raum A1-00.144
Tel. 09131/ 85 28057, E-Mail bio-studiendekan@fau.de

→ **Vorsitzender Prüfungsausschuss Master Zell- und Molekularbiologie**(Prüfungsfragen in den Studiengängen)

Prof. Dr. Benedikt Kost

Department Biologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Staudtstraße 5, 91058 Erlangen, Raum A1 00.369
Tel. 09131 – 85 28216, E-Mail benedikt.kost@fau.de

Studien Service Center und Studienkoordination(Organisation und Ablauf der Studiengänge)

Dr. Susanne Morbach

Department Biologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Staudtstraße 5, 91058 Erlangen, Raum A2-02.183
Tel. 09131 – 85 28818, E-Mail susanne.morbach@fau.de

→ **Studienberatung**

Prof. Dr. Falk Nimmerjahn (Fachstudienberatung)

Department Biologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Erwin-Rommel-Straße 3, 91058 Erlangen
Tel. 09131 - 85- 25050, E-Mail falk.nimmerjahn@fau.de

Präsentation des Masterstudienganges Zell- und Molekularbiologie

1 Studienkonzept

Im Masterstudium werden vertiefte Fach- und Methodenkenntnisse in allen Bereichen der modernen Zell- und Molekularbiologie erworben. In vier Mastermodulen, ausgewählt aus den Bereichen Biochemie, Biotechnik, Genetik, Mikrobiologie, Molekulare Pflanzenphysiologie, Entwicklungsbiologie, Neurobiologie, Pharmazeutische Biologie, Zellbiologie, Immunologie, Virologie oder Humangenetik haben die Studierenden die Möglichkeit, das in den Vorlesungen erworbene theoretische Wissen praktisch umzusetzen (im Rahmen von vertieften Praktika). Sie bekommen dabei den ersten Einblick in aktuelle Forschungsthemen der entsprechenden Arbeitsgruppen. Im Rahmen des Moduls Wissenschaftliche Schlüsselqualifikationen werden die Studierenden zur selbständigen Literaturrecherche sowie zum Verfassen von Manuskripten und Vortragen in englischer Sprache befähigt. Innerhalb eines nicht-biologischen Wahlfachs können sie fachübergreifende Kompetenzen erwerben.

In einer 6-monatigen Masterarbeit stellen die Studierenden unter Beweis, dass sie ein Problem aus ihrem Fach selbstständig und nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten können.

2 Struktur des Studiengangs

Sem.	Master of Science Zell- und Molekularbiologie			
1	Kernmodul- vorlesung 1 (7,5 ECTS)	Mastermodul ¹ (7,5 ECTS)	Mastermodul ¹ (7,5 ECTS)	UNiCert III oder Ext. Praktikum ² (15 ECTS)
2	Kernmodul- vorlesung 2 (7,5 ECTS)	Mastermodul ¹ (7,5 ECTS)	Mastermodul ¹ (7,5 ECTS)	
3	Vertiefungsmodul ³ (20 ECTS)		Wahlmodul ⁴ (5 ECTS)	Scientific Presentations (5 ECTS)
4	Masterarbeit (30 ECTS)			

¹ Auswahl aus 28 Modulen mit Übungen und Seminar oder Vorlesung, 4-wöchig, Block

² Ein mindestens 6-wöchiges externes Praktikum mit einem Übungsanteil von ungefähr 10 SWS

³ 8 Wochen Laborkurs im gewählten Vertiefungsfach mit Seminar oder Vorlesung

⁴ Aus dem Schlüsselqualifikationspool der Universität frei wählbares Modul

Studienverlaufsplan Master Zell- und Molekularbiologie (M. Sc.)

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modul-Note
		V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Kernmodul I		3				7,5	7,5				PL: Klausur 90 Minuten	2
Kernmodul II		3				7,5		7,5			PL: Klausur 90 Minuten	2
Mastermodul 1			7		1	7,5	7,5				PL siehe jeweilige Modulbeschreibungen ¹⁾	1
Mastermodul 2			7		1	7,5	7,5				PL siehe jeweilige Modulbeschreibungen ¹⁾	1
Mastermodul 3			7		1	7,5		7,5			PL siehe jeweilige Modulbeschreibungen ¹⁾	1
Mastermodul 4			7		1	7,5		7,5			PL siehe jeweilige Modulbeschreibungen ¹⁾	1
Vertiefungsmodul			16		4	20			20		PL: Mündliche Prüfung 45 Minuten	1
Wahlmodul Externes Praktikum ⁵⁾			10	30		15	15				Praktikumsprotokoll ca. 10 Seiten oder ²⁾ Seminarvortrag ca. 20 Min.	0
Englisch UNIcert [®] III ⁵⁾			8			15	15				³⁾	0
Nicht biologisches Wahlmodul ⁴⁾						5			5		SL: mündlich oder schriftlich nach Angebot siehe jeweilige Modulbeschreibungen ¹⁾	0
Wissenschaftliche Schlüsselqualifikationen					2	5			5		SL: Schriftliches Referat ca. 4 Seiten (unbenotet) SL: Mündliches Referat 20 Min. (unbenotet)	0
Masterarbeit	Wissenschaftlicher Bericht					30				30	PL: Schriftliche Arbeit ca. 50 Seiten SL: Kurzvortrag ca. 30 Min. (unbenotet)	1
	Verteidigung											
		6	52 - 54	30	10		30	30	30	30		
		Summe SWS:					Summe ECTS:				120	

- 1) Art und Umfang der Mastermodulprüfung sowie die Einordnung der Leistungen als Prüfungs- und/oder Studienleistungen (PL bzw. SL) sowie deren Gewichtung zur Berechnung der Modulnote sind abhängig vom jeweils gewählten Modul und dem Modulhandbuch zu entnehmen. Eine Prüfung der Mastermodule setzt sich in der Regel aus einer mündlichen Prüfung im Umfang von 30 Min., einem Seminarvortrag von 20 Min. sowie einem Protokoll von ca. 30 Seiten über die Versuche des praktischen Teils zusammen.
- 2) Ob Praktikumsprotokoll oder Seminarvortrag gefordert wird, entscheidet die bzw. der Studierende im Einvernehmen mit der bzw. dem betreuenden Hochschullehrerin bzw. Hochschullehrer am Department Biologie.
- 3) Prüfung gemäß der Prüfungsordnung der Universität Erlangen-Nürnberg für die Allgemeine und die Fachbezogene Fremdsprachenprüfung (UNICert® Basis, UNICert® I-III) vom 28. Juni 2013 in der jeweils geltenden Fassung.
- 4) Veranstaltungen aus dem Angebot an Schlüsselqualifikationen der Universität Erlangen-Nürnberg. Art und Umfang der Prüfung sind abhängig vom jeweils gewählten Modul und dem Modulhandbuch zu entnehmen. Auf Antrag beim Prüfungsausschuss kann auch eine mindestens 2-jährige regelmäßige Tätigkeit in Gremien der Universität (einschließlich FSI) als äquivalente Schlüsselqualifikation anerkannt werden. Die Tätigkeit in der Fachschaftsinitiative Biologie/ILS/LAG umfasst als anrechenbare Studienleistung neben der regelmäßigen Teilnahme an deren Sitzungen, die Beteiligung an der Planung und Ausrichtung von Aktionen und die Vertretung studentischer Interessen in den entsprechenden universitären Gremien.
- 5) Es ist wahlweise entweder das Modul "Wahlmodul Externes Praktikum" oder das Modul " Englisch UNICert ® III" zu belegen.

Kernmodule

1	Modulbezeichnung	Kernmodul I	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL: Zell- und Molekularbiologie I (3 SWS)	
3	Dozenten	Prof.: A. Burkovski, P. Dietrich, C. Koch, G. Kreimer, L. Nitschke, N. Sauer	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Burkovski
5	Inhalt	<p>Genetische Regulationsmechanismen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Transkriptionsreaktion, Strategien und Mechanismen der Repression, Strategien der Aktivierung, Signalleitung zu Repressoren und Aktivatoren, Regulation durch RNA Schalter – Eukaryontische Genregulation, Gewebespezifische Genregulation, Regulation durch Signalketten, Expressionskontrolle durch alternatives Spleißen, Genregulation durch mikroRNAs – Epigenetische Mechanismen, Chromosomenstruktur, Histonmodifikation, Histonvarianten, Chromatinremodelling, Heterochromatin, Chromatidcohesion, NHEJ, Silent mating type loci beim Mating type switching <p>Transport</p> <ul style="list-style-type: none"> – Membrantransport, Rezeptoren und Signaltransduktion – Protein-Import in Mitochondrien, Plastiden, ER und Peroxisomen, bakterieller Protein-Exportsysteme, Ubiquitin-Proteasom-System, N-End-Regel, Pest-Sequenzen, ERAD-System, Rezeptor-Abbau über Endosomen, Makro-Autophagie <p>Zell-Zell-Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kommunikation zwischen Bakterien (Quorum sensing in Gram-negativen und Gram-positiven Bakterien, Quorum quenching) Quorum sensing, Hormonsignale und Quorum quenching in bei Interaktion Pathogen-Mensch Kommunikation zwischen Bakterien und Pflanzen (Agrobacterium-Infektion, Rhizobien-Leguminosen-Interaktion) – Kommunikation zwischen Pflanzenzellen durch Plasmodesmen; Technische Verfahren zur Visualisierung des Aufbaus und der Entstehung von Plasmodesmen; Ansätze zur Identifizierung von Plasmodesmen-Proteinen, Proteintransport durch Plasmodesmen bei der Embryonalentwicklung und bei der Regulation des Spross- und des Wurzelspitzenmeristems
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – sind in der Lage, die wichtigsten genetischen Regulationsmechanismen umfassend und detailliert zu erklären; – verstehen die Prinzipien des Membrantransports und der Proteinimport- und Exportsysteme im Detail und können diese erklären und unterscheiden; – verstehen Zell-Zell-Kommunikation, können verschiedene Kommunikationsmechanismen erklären und vergleichen; – sind in der Lage, experimentellen Methoden der modernen Zellbiologie umfassend darzustellen und zu erklären – sind fähig, aktuelle Forschungsthemen in allen Bereichen der Zell- und Molekularbiologie zu besprechen und zu hinterfragen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur 90 Min.
11	Berechnung Modulnote	Ergebnis der Klausur wird in der Gesamtnote doppelt gewichtet
12	Turnus des Angebots	jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch und Englisch
16	Vorbereitende Literatur	Wird von den Dozenten der jeweiligen Fachrichtung bekannt gegeben.

1	Modulbezeichnung	Kernmodul II	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL: Zell- und Molekularbiologie II (3 SWS)	
3	Dozenten	Prof.: M. Klingler, M. Frasch, U. Sonnewald, T. Winkler, F. Nimmerjahn, J.H. Brandstätter, A. Feigenspan, Y. Muller, W. Kreis, Dr. A. Schambony	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Thomas Winkler
5	Inhalt	<p>Entwicklung vielzelliger Organismen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Intrazelluläre Determinanten und Ausbildung differentieller Signalprozesse bei der asymmetrischen Teilung neuronaler Stammzellen – Signalnetzwerke bei der Rechts/Links-Asymmetriebildung – Wechselwirkungen zwischen Signalen bei Entwicklungs- und Krankheitsvorgängen – Morphogengradienten, planare Zellpolarität und Wachstumsregulation in der Organentwicklung <p>Natürliche Immunität und Pathogenabwehr</p> <ul style="list-style-type: none"> – Einführung in die angeborene Immunität, Abwehrmechanismen – Vergleich zwischen Säuger- und Pflanzenzellen – Strategien der Besiedelung von Wirtszellen durch Pathogene <p>Adaptive Immunität</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mechanismen der Entstehung der Diversität von B- und T-Zellrezeptoren – Prinzipien der Antigenerkennung von Antikörpern und T-Zell-Rezeptoren – Prinzipien der Immunantwort und der immunologischen Toleranz – Klassenwechsel und somatische Hypermutation <p>Tumorbiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> – Definition der malignen Transformation – Wirkung von Karzinogenen – Mehrstufen Karzinogenese – genetische Kontrolle der Metastasenbildung – Tumorstammzellen – Signalkaskaden in der Onkogenese – Rationale Tumorthherapie <p>Neurobiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> – Anatomische und funktionelle Organisation des Säuger-ZNS – Entstehung neuronaler Schaltkreise – grundlegende Mechanismen der corticalen Plastizität, Lernen und Gedächtnis <p>Angewandte Zell- und Molekularbiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> – Proteindesign: Was sind die Herausforderungen? – Paracelsus challenge – Directed evolution und phage display – Computational de novo protein design – Anwendungsbeispiele, rekombinant hergestellte Medikamente, Biomarker, <i>Pathway engineering</i>, <i>Molecular breeding</i>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – verstehen die Prinzipien und Modelle zur Entwicklung vielzelliger Organismen und können diese erklären und unterscheiden; – sind in der Lage, zwischen verschiedenen Immun- und Abwehrmechanismen zu unterscheiden und diese zu klassifizieren – können die Entstehung von Tumoren sowie die rationale Tumorthherapie erklären und diskutieren; – sind fähig, die grundlegende Mechanismen der Neurobiologie und ihre Rolle in lebenden Organismen zu erklären und unterscheiden; – können die Herangehensweise bei der Strukturaufklärung von Biomolekülen erklären und die Probleme und technischen Einschränkungen diskutieren; – können die modernen Methoden der angewandten Zell- und Molekularbiologie nachvollziehen und an ausgewählten Beispielen aus aktuellen Forschungsthemen erklären;

		– sind sich in ihrem wissenschaftlichen Handeln der ethischen Verantwortung bewusst.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur 90 Min.
11	Berechnung Modulnote	Ergebnis der Klausur wird in der Gesamtnote doppelt gewichtet
12	Turnus des Angebots	jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 42 h Eigenstudium: 183 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch und Englisch
16	Vorbereitende Literatur	Wird von den Dozenten der jeweiligen Fachrichtung bekannt gegeben.

Master-Module

1	Modulbezeichnung	BCMA I: Molekulargenetik der Pilz-Pflanze Interaktion	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. C. Koch; Prof. Dr. U. Sonnewald, Dr. S. Sonnewald	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Christian Koch	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Vertiefte Betrachtung von Abwehrmechanismen der Pflanze gegenüber phytopathogenen Bakterien und Pilzen. Virulenzstrategien bakterieller und pilzlicher Pathogene. Molekularbiologie von phytopathogenen Bakterien und Pilzen. Besprechung herausragender Publikationen zur Molekular-genetik mikrobieller Pathogene (Schwerpunkt pilzliche Pathogene).</p> <p>UE: Die Übungen konzentrieren sich auf die experimentelle Analyse der pflanzlichen Abwehrantwort, sowie der zell- und molekulargenetischen Analyse phytopathogener Ascomyceten. Dabei kommen grundlegende Methoden der Molekular- und Zellbiologie zum Einsatz, wie auch spezielle Methoden zur Analyse von Pilz-Pflanze Interaktionen, Ausgewählte Methoden: Southernblotting, Fluoreszenzmikroskopie, Konfokale Mikroskopie, RNA Methoden, quantitative real-time PCR, HPLC-Analysen pflanzlicher Abwehrsubstanzen; Expressions- und Lokalisationsanalysen mittels Gen- und Proteinfusionen mit GFP und mCherry. Agrobakterien- vermittelte Transformation. Arbeiten mit Radioisotopen.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können die Grundlagen und aktuelle Erkenntnissen, Konzepte und methodischen Ansätzen bei der Interaktion zwischen Pflanzen und phytopathogenen Pilzen erklären und diskutieren; – sind in der Lage, neueste Forschungsergebnisse in diesem Fachgebiet kritisch zu besprechen und zu hinterfragen; – verstehen die aktuellen methodischen Ansätze, um die Interaktion von Pflanzen mit Pathogenen funktionell zu untersuchen; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme fähig, spezifische biochemische und molekularbiologische Methoden und Experimente zu verstehen, planen und durchzuführen; – können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; – können die Versuche des Übungsteils auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung (30 Min.) SL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) SL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Note der mündlichen Prüfung	
12	Turnus des Angebots	jährlich im WS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	aktuelle Übersichtsartikel	

1	Modulbezeichnung	BCMA II: Bakterien-Pflanze Interaktionen	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. U. Sonnewald, Dr. S. Sonnewald, Prof. Dr. C. Koch	

4	Modulverantwortlicher	Dr. Sophia Sonnewald	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sink-source Konzept; Pflanzenbiotechnologie ,Biomasse-Produktion und Ertragssicherung unter Stress - Antworten von Pflanzen auf abiotischen und biotischen Stress; Abwehrmechanismen der Pflanze gegenüber Pathogenen. Virulenzstrategien bakterieller und pilzlicher Pathogene, - Einführung in moderne Analysemethoden (Omics-Technologien), Diskussion von Schlüsselpublikationen zum Themengebiet <p>UE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Antworten von Pflanzen auf biotischen (z.B. Bakterien) und abiotischen Stress (z.B. Hitzestress) bei Nutz- und Modellpflanzen wie z.B. Kartoffeln und Arabidopsis - Analyse von physiologischen, metabolischen und molekularen Veränderungen - Dabei kommen grundlegende Methoden der Molekular- und Zellbiologie zum Einsatz, aber auch physiologische Methoden (Photosynthese-Rate, Bestimmung von Metaboliten und Enzymaktivitäten) wie auch spezielle Methoden zur Analyse von Stress-Antworten: Gene-<i>silencing</i>, quantitative Real-Time PCR, Nachweis Stress-responsiver miRNAs, konfokale Laser-scanning Mikroskopie, Pflanzungsexperimente 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können die Grundlagen und aktuellen Erkenntnisse, Konzepte und methodischen Ansätzen bei der Interaktion zwischen Pflanzen und phytopathogenen Bakterien erklären und diskutieren; – sind in der Lage, neueste Forschungsergebnisse in diesem Fachgebiet kritisch zu besprechen und zu hinterfragen; – verstehen die aktuellen methodischen Ansätze, um die Bakterien-Pflanze Interaktion funktionell zu untersuchen; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme fähig, spezifische biochemische und molekularbiologische Methoden und Experimente zu verstehen, planen und durchzuführen; – können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; – können molekularbiologische Versuche auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung (30 Min.) SL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) SL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Note der mündlichen Prüfung	
12	Turnus des Angebots	jährlich im WS	

13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VORL/SEM + UE = 120h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	keine

1	Modulbezeichnung	BCMA III: Einführung in Sequenz-Analyse Methoden Introduction to Sequence Analysis	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. U. Sonnewald, Dr. José María Corral García	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Uwe Sonnewald	
5	Inhalt/Contents	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction to sequence analysis and sequence formats. - Primer design, sequence alignments and sequence assembly. - Sequence databases, similarity search (BLAST) and DNA barcoding. - Genomic and genetic structures. - Gene analysis and alternative splicing. - Regulation of gene expression. - Promoter analysis and prediction of TBFs and microRNA targets. - Genetic markers (SNPs, microsatellites and INDELS). - Next Generation Sequencing (NGS) dataprocessing. - Genome mapping and annotation. - Transcriptome analysis methods (Microarray and RNA-seq). - Epigenetic local and high-throughput analysis. - Molecular diagnosis and personalized medicine. - SNPs analysis for disease human prediction. - Mutagenesis and directed evolution. - Strategical workflow and establishment of analytical pipelines. 	
6	Lernziele und Kompetenzen/ Learning Target and Skills	<p>Students able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> - use databases, online tools and software for sequence analysis. - practice with similarity search of sequences (BLAST). - predict and categorize sequence features as gene-structures, reading frames, active sites, post-translational modification sites, distribution of exons and introns, and regulatory elements. - discover genetic markers by identification of sequence variations as SNPs, INDELS or microsatellites. - predict different levels of mRNA and protein structures. - analyze and compute Next Generation Sequencing datasets. - relate genomic and transcriptomic data with phenotype. - generate analytical workflows combining different applications and formats. - practice with different sequence datasets and develop an own hypothetical project of sequence analysis. - prepare a presentation and a written scientific report describing and discussing the results obtained in the practical project; synthesizing and contrasting the information of scientific publications with own data. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung (30 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 3-5 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Note: 30% mündliche Prüfung/ 70% schriftliches Protokoll	
12	Turnus des Angebots	jährlich im SS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VORL/SEM + UE = 120h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	

15	Unterrichtssprache	Englisch
16	Vorbereitende Literatur	keine

1	Modulbezeichnung	BCMA IV: Bioanalytik	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. U. Sonnewald, Dr. S. Sonnewald, M. Kraner	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Uwe Sonnewald	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Grundlagen zu Transformationstechniken von Pflanzen; Chancen, Nutzen und Risiken der Gentechnik, Optimierungsstrategien zur Nutzung von Pflanzen als Bioreaktoren, Metabolit-Analytik durch moderne chromatographische Verfahren wie HPLC und Massen-Spektrometrie, Transkriptom-Analyse durch DNA Mikroarrays</p> <p>UE: Erfassung von physiologischen und molekularen Veränderungen in Pflanzen am Beispiel aktueller wissenschaftlicher Projekte. Dazu werden Metabolite aus Pflanzen extrahiert und mittels HPLC und Massenspektrometrie quantitativ analysiert. Parallel wird RNA isoliert und mit Fluoreszenz-Farbstoffen markierte cRNA Sonden zur Hybridisierung von Mikroarrays hergestellt. Wichtiger Bestandteil des Moduls ist die Daten-Auswertung. Hierzu wird eine Einführung in geeignete statistische Verfahren und in die bioinformatische Analyse multivariater Datensätze per Hierarchischer Clusteranalyse (HCA) und Hauptkomponentenanalyse (PCA) gegeben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können die Grundlagen, Konzepte und methodischen Ansätzen in der Bioanalytik und der Pflanzenbiotechnologie erklären und diskutieren; – sind in der Lage, neueste Forschungsergebnisse in diesem Fachgebieten kritisch zu besprechen und zu hinterfragen; – verstehen die aktuellen methodischen Grundlagen zur Analyse von Metaboliten und transkriptionellen Veränderungen; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme fähig, spezifische biochemische und molekularbiologische Methoden und Experimente zu verstehen, planen und durchzuführen; – können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten sowie mit Programmen zur Datenauswertung umgehen; – können molekularbiologische Versuche auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung (30 Min.) SL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) SL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Note der mündlichen Prüfung	
12	Turnus des Angebots	jährlich im SS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VORL/SEM + UE = 120h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Keine	

1	Module name	BioPerl: Perl Programming for Biology BioPerl: Perl Programmierung für Biologie	7.5 ECTS credits
2	Courses/lectures	Lecture: Perl Programming for Biology (2 SWS) Computer Lab: Perl Programming for Biology (3 SWS)	
3	Lecturers	Prof. Dr. Leila Taher	

4	Module co-ordinator	Prof. Dr. Leila Taher
5	Contents	Lecture: The lectures will cover basic data structures, reading and writing files, program control, and regular expressions. The Perl programming language will be used to introduce skills and concepts to process and interpret biological data. The extensive BioPerl modules will be part of the course. Computer Lab: Students will work through examples focused on typical problems in bioinformatics research, in particular, in the field of sequence analysis. Homework programming projects should consolidate the learned concepts and impart some programming practice.
6	Learning targets and skills	The students <ul style="list-style-type: none"> • acquire basic abilities to design algorithms to solve specific problems • become familiar with basic principles of programming • are able to perform basic software development task and phrase research questions using Perl • are able to understand more complex programs written by others
7	Recommended prerequisites	None
8	Integration in curriculum	From semester 1 onwards
9	Module compatibility	M.Sc. Integrated Life Sciences
10	Method of examination	(graded) homework assignment (approx.. 10 pages)
11	Grading procedure	Homework 100%
12	Module frequency	each semester
13	Workload	Contact hours: 75 h Independent study and homework:150 h
14	Module duration	1 semester
15	Teaching language	teaching language: English examination language: English
16	Recommended reading	Learning Perl (O'Reilly) Introduction to Algorithms (The MIT Press) Algorithms on Strings, Trees and Sequences (Cambridge University Press)

1	Modulbezeichnung	Strukturbiologie 1: Proteindesign und Designerproteine	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. R. Böckmann, Prof. Dr. Y. Muller, Dr. B. Schmid	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Yves. Muller	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Lehre von methodischen und theoretischen Ansätzen zum Designen von Proteinen mit veränderten Eigenschaften wie z.B. <i>phage</i> und <i>ribosome display</i>, <i>directed evolution</i> und <i>computational protein design</i>. Besprechung herausragender Proteindesignstudien unter aktiver Beteiligung der Studierenden.</p> <p>UE: Die Übungen konzentrieren sich auf die Gebiete <i>computational biology</i> (Schwerpunkt MD-Simulation) und <i>computational protein design</i> (Schwerpunkt Seitenkettenpackungsalgorithmen). Zusätzlich werden Methoden zur experimentellen Verifizierung von Computermodellen wie z.B. Proteinkristallographie und CD-Spektroskopie in <i>hands-on</i> Versuchen vermittelt. Die Übungen erfolgen zu 50 % als individuelle Mitarbeit an aktuellen Projekten der beteiligten Arbeitskreise.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können die neuesten Erkenntnisse, Konzepte und methodischen Ansätze beim Design von Proteinen mit neuen Eigenschaften erklären und diskutieren; – sind in der Lage, neueste Forschungsergebnisse in diesem Fachgebiet kritisch zu besprechen und zu hinterfragen; – verstehen die aktuellsten Arbeitsmethoden und deren Anwendungen beim Designen von Proteinen; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme fähig, spezifische strukturbiologische Experimente zu planen und durchzuführen; – können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten sowie mit Programmen zur Struktursimulation umgehen; – können strukturbiologische Versuche auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: schriftliche Prüfung (30 Min.) PL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	- Schriftliche Prüfung: 40 %, - mündlicher Seminarvortrag : 20 %, - schriftliche Protokollheft: 40 %	
12	Turnus des Angebots	jährlich	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VOR/SEM + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	keine	

1	Modulbezeichnung	Strukturbiologie 2: Structure and function relationships in biological macromolecules	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und-SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. R. Böckmann, Prof. Dr. Y. Muller, Dr. B. Schmid	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Yves Muller	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Lehre von methodischen und theoretischen Ansätzen zur Untersuchung von Struktur-Funktionsbeziehungen in Proteinen. Schwerpunkt bilden die strukturellen Mechanismen zur Regulation der Proteinfunktion. Besprechung herausragender Mechanismen unter aktiver Beteiligung der Studierenden.</p> <p>UE: Die Übungen konzentrieren sich auf die methodischen Ansätze zur Untersuchung von Struktur-Funktionsbeziehungen in biologischen Makromolekülen. Neben theoretischen Ansätzen (z.B. MD-Simulation) werden auch experimentelle Methoden wie heterologe Proteinproduktion in eukaryontischen Zellen, Röntgenstrukturuntersuchungen und Mutationsanalysen behandelt. Die Übungen erfolgen zu 50 % als individuelle Mitarbeit an aktuellen Projekten der beteiligten Arbeitskreise.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können die neuesten Erkenntnisse, Konzepte und methodischen Ansätze zum Aufklären von Struktur-Funktionsbeziehungen erklären und diskutieren; – sind in der Lage neueste Forschungsergebnisse in diesem Fachgebiet kritisch zu besprechen und zu hinterfragen; – verstehen die aktuellsten Arbeitsmethoden zur Untersuchung von biologischen Makromolekülen; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme fähig, spezifische strukturelle Experimente zu planen und durchzuführen; – können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten sowie mit Programmen zur Struktursimulation umgehen; – können molekularbiologische Versuche auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Schriftliche Prüfung (30 Min.) PL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	- Schriftliche Prüfung 40 %, mündlicher Seminarvortrag 20 %, schriftliches Protokoll 40 %	
12	Turnus des Angebots	jährlich im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VOR/SEM + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Englisch	
16	Vorbereitende Literatur	keine	

1	Modulbezeichnung	Entwicklungsbiologie 1: Musterbildung, Wachstum und Evolution	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. M. Klingler, Dr. R. Rübsam, Dr. A. Schambony	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Klingler	
5	Inhalt	<p>SEM: In den Studentenvorträgen werden Themen zur Evolution von Entwicklungsprozessen behandelt, wobei Arbeiten in Nicht-Modellsystemen im Licht gut verstandener Mechanismen in <i>Drosophila</i>, Maus und Zebrafisch interpretiert werden sollen. Sprache: Englisch.</p> <p>UE: Arbeit in kleinen Gruppen zu aktuellen Projekten in unseren Arbeitsgruppen, i.d.R. über Fragen der Embryonalentwicklung, Metamorphose oder Gonadenentwicklung im Mehlkäfer <i>Tribolium</i>. Dabei werden v.a. genetische Methoden (Mutanten, systemische RNAi, transgene Insekten), Mikroskopie (3D Fluoreszenzmikroskopie, Apotom, Konfokales Mikroskop, Transmissionselektronenmikroskopie - TEM), Mikromanipulation, Immunhistologie / in situ-Färbungen, sowie molekularbiologische und bioinformatische Methoden zum Einsatz kommen.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – sind fähig, anhand aktueller Publikationen entwicklungsbiologische Forschungsergebnisse in englischer Sprache zu präsentieren und kritisch zu hinterfragen; – sind in der Lage, die aktuellen Konzepte der Entwicklungsbiologie und der evolutionären Entwicklungsbiologie („Evo-Devo“) zu erklären und zu diskutieren; – können eine Vielzahl an Arbeitsmethoden zur Analyse entwicklungs-biologischer Probleme darstellen; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind in der Lage, weitgehend selbständig Arbeitshypothesen zu entwickeln, Experimente zu planen, durchzuführen und deren Ergebnisse im Kontext zu diskutieren; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – können zellbiologische Versuche auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	SL: mündlicher Seminarvortrag -(20 Min.) PL: mündliche Prüfung (30 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Mündliche Prüfung und das Protokoll gehen zu jeweils 50 % in die Benotung ein	
12	Turnus des Angebots	jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: Seminar & Übung: 120 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Keine	

1	Modulbezeichnung	Entwicklungsbiologie 2: Molekulare Kontrolle der Stammzell- und Organdifferenzierung	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. M. Frasch, Dr. I. Reim, Dr. A. Schambony, Dr. M. Schoppmeier	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Manfred Frasch	
5	Inhalt	<p>SEM: In den Studentenvorträgen werden Themen zur molekularen Steuerung von Entwicklungsvorgängen behandelt, insbesondere in der Embryonal- und Stammzellentwicklung sowie Muskel- und Herzbildung in Invertebraten- und Vertebratenmodellen. Sprache: Englisch.</p> <p>UE: Projekte in Kleingruppen zu aktuellen Forschungen in den jeweiligen Arbeitsgruppen über Genfunktionen, Transkriptions- und Signalprozesse in den o.g. Entwicklungsvorgängen. Als Modellorganismen dienen die Insekten <i>Drosophila</i> und <i>Tribolium</i> sowie der Krallenfrosch <i>Xenopus</i>. Es kommen Methoden der Genetik (Mutanten, transgene Insekten, Morpholino-Antisensenukleotide), Molekularbiologie (Inverse PCR, Genklonierung und -sequenzierung), Mikroskopie (Fluoreszenzmikroskopie, Konfokales Mikroskop), Mikroinjektionen, Immunhistologie / mRNA-in situ-Färbungen, und Bioinformatik zum Einsatz. Eines der Laborprojekte wird auf Englisch abgehalten.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – sind in der Lage, anhand aktueller Publikationen entwicklungs-biologische Forschungsergebnisse in englischer Sprache zu präsentieren und kritisch zu hinterfragen; – sind fähig, die aktuelle Konzepten der Entwicklungsbiologie und der molekularen Basis der Entwicklungssteuerung zu unterscheiden und diskutieren; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – können eine Vielzahl an Arbeitsmethoden zur Analyse entwicklungs-biologischer Probleme darstellen; – können Arbeitshypothesen entwickeln, Experimente planen, durchführen und deren Ergebnisse im Kontext diskutieren; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – können zellbiologische Versuche auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	SL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) PL: mündliche Prüfung (30 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Mündliche Prüfung und Protokoll gehen zu jeweils 50 % in die Benotung ein	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: Seminar & Übung: 120 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Keine	

1	Modulbezeichnung	Entwicklungsbiologie 3: Computersimulationen embryonaler Musterbildungsprozesse	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. M. Klingler, Dr. El-Sherif	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Klingler	
5	Inhalt	<p>SEM: In den Studierendenvorträgen werden Publikationen über Musterbildung in der Entwicklung von Tieren und Pflanzen behandelt, mit Schwerpunkt auf Reaktions-Diffusionssystemen.</p> <p>UE: Wir beginnen mit einer Auswahl sehr einfacher Systeme (radioaktiver Zerfall, Diffusion, Oszillation, Räuber-Beute-Modell, Wanderwellen, laterale Inhibition) und tasten uns dann an komplexere Modelle heran, wie Streifenbildung in 2D, Somitogenese, das Auswachsen von Adern, oder die Regulation der Blattstellung (Phyllotaxis). Auf dieser Grundlage sollen dann aktuell publizierte Modelle in unsere Software-Umgebung übertragen und "nachgerechnet" werden.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – sind in der Lage, die Mechanismen der biologischer Musterbildung zu erklären und zu diskutieren; – können den Nutzen quantitativer Modelle in der Biologie darstellen; – können publizierte Computermodelle nachvollziehen, in Simulationen testen und kritisch diskutieren; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind fähig, selbständig Arbeitshypothesen zu entwickeln, Modelle anzupassen und vorhandene Programme entsprechend zu modifizieren, um diese Modelle zu testen; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme spezifische Computerprogramme zur Modellierung von biologischen Prozessen anwenden; – können Simulationen auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	SL: mündlicher Seminarvortrag (30 Min.) PL: Klausur (60 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur und Protokoll gehen zu jeweils 50 % in die Benotung ein	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 105 h (4 Wochen halbtags) Eigenstudium (incl. Übungen am Computer): 120 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Englisch	
16	Vorbereitende Literatur	Schulwissen der Mathematik im Umfang von Abschnitt 2 bis 15 des Buches „Startwissen Mathematik und Statistik“ von Harris, Taylor, Taylor (Spektrum Verlag 2007)	

1	Modulbezeichnung	Molekulare Tumorforschung	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL/SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. R. Slany, Prof. Dr. R. Schneider-Stock (Med. Fak.)	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Robert Slany	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Grundlagen der molekularen Tumorbiologie, Onkogene, Tumorsuppressor-gene, genetische Kontrolle der Zellproliferation, Epidemiologie und Morphologie von Tumoren, molekulare Hämatopoiese, Stammzellen und Zelldifferenzierung</p> <p>UE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anreicherung von Stammzellen durch magnetische Selektion - Fluoreszenz aktiviertes cell sorting - RNA Isolierung, cDNA Synthese - Grundlagen der quantitativen „real time“ PCR - Gentransfer mit retroviralen Vektoren - Chromatinimmunopräzipitation - Detektion von Apoptose <p>Die UE ist fakultätsübergreifend.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können die aktuellen Methoden der Tumorforschung erklären und diskutieren; – sind in der Lage, die theoretischen Grundlagen der genetischen Steuerung der Zellproliferation und -differenzierung zu diskutieren; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Buchkapitels erarbeiten, kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind in der Lage anspruchsvolle Techniken moderner Zell- und Molekularbiologie anzuwenden; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – können komplexe Versuchsergebnisse auswerten und in den Kontext der bekannten Literatur stellen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	eine molekularbiologisch orientierte Bachelorarbeit wird dringend empfohlen	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Master Zell- und Molekularbiologie: 1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie, Molekulare Medizin	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: schriftliche Prüfung (45 Min.) SL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) SL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Schriftliche Prüfung 100%	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VOR/SEM + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Robert A. Weinberg: The Biology of Cancer, Garland Science	

1	Modulbezeichnung	Autoimmunität	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. F. Nimmerjahn, Dr. M. Biburger, Dr. A. Lux	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Falk Nimmerjahn	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Vorlesungen zum Thema Grundlagen Antikörper-induzierter Effektorfunktionen, Autoimmunität, Autoimmunerkrankungen, Experimentelle Modelle für Autoimmunerkrankungen, Verlust der Toleranz im humoralen Immunsystem, Entstehung von Autoantikörpern. Zusätzlich wählen die Studenten einen der Themenbereiche stellen hierzu Primärartikel in einem mündlichen Vortrag vor.</p> <p>UE: Die Übungen beinhalten Experimente, die sich mit den Mechanismen der Autoantikörperaktivität in vivo befassen. Es werden verschiedene Autoantikörpervarianten hergestellt und in Mäusen getestet. Die Aktivität der Autoantikörper wird mittels Durchflusszytometrie und Immunfluoreszenzmikroskopie in verschiedenen genetisch veränderten Mausstämmen untersucht.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können die Mechanismen, die zur Autoimmunität führen, erklären und diskutieren; – sind befähigt, die aktuelle Literatur und den Stand der Technik auf dem Gebiet der Autoimmunität zu erklären; – können selbstständig Experimente planen und durchführen; – sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme in der Lage anwendungsspezifische Messgeräte zu bedienen; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind fähig, eigene Ergebnisse zu protokollieren, kritisch zu diskutieren und zu bewerten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (45 Min.) PL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (ca. 10 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	- Klausur 60 % - mündlicher Seminarvortrag mit schriftlicher Ausarbeitung 40%	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VOR/SEM + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4 Wochen, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Janeway, Immunobiology, 7 ed., chapter 1-5	

1	Modulbezeichnung	Genetic Models in Immunobiology	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. L. Nitschke, Prof. Dr. T. Winkler	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Lars Nitschke	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Vorlesungen zum Thema Lymphozyten-Differenzierung, Humorale Immunantwort, Signalleitung in Lymphozyten und Genetischen Mausmodelle in der Immunologie. Die Studenten erarbeiten selbst ein ausgewähltes Thema aus den Vorlesungsthemen und verfassen darüber eine schriftliche Arbeit („Essay“).</p> <p>UE: Die Übungen umfassen Experimente mit genetisch veränderten Mauslinien, mit Hilfe derer der Einfluss essentieller Proteine für Lymphozyten-Differenzierung, Signaltransduktion, Bildung von Antikörpern und Einleitung von Antikörperantworten untersucht werden.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können die neusten Erkenntnisse, Konzepte und Methoden auf dem Gebiet des adaptiven Immunsystems erklären und diskutieren, dabei liegt ein Schwerpunkt auf genetischen Modellsystemen; – sind fähig, neueste Forschungsergebnisse in dem Gebiet kritisch zu evaluieren und in einer schriftlichen Arbeit, einem englisch geschriebenen „Essay“ zusammenzufassen; – sind in der Lage ein neues Experiment zu entwickeln und planen; – sind fähig, selbstständig Experimente durchzuführen und auszuwerten; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – sind in der Lage, die Ergebnisse des experimentellen Teils in einem englischen Vortrag präsentieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (45 Min.) PL: schriftlicher Essay (ca. 10 Seiten) SL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 60 % Schriftlicher Essay 40%	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit VOR/SEM + UE= 120 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Englisch	
16	Vorbereitende Literatur	Janeway, Immunobiology, 7 ed., chapter 1-5	

1	Modulbezeichnung	Mikrobiologie 3: Pathogenitätsfaktoren bei Gram-positiven Bakterien	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. A. Burkovski	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Burkovski	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Vorstellung von Pathogenitätsmechanismen in Prokaryoten, Vorstellung methodischer Ansätze zur Charakterisierung bakterieller Virulenzfaktoren, Präsentation aktueller Forschungsergebnisse.</p> <p>UE: Die Übungen dienen dem individuellen Erlernen experimenteller Methoden zur Charakterisierung von Virulenzfaktoren und setzen sich jeweils aus aktuellen Fragestellungen der Arbeitsgruppe zusammen.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können die Konzepte und methodische Ansätzen zur Pathogenität von Prokaryoten erklären und im Kontext diskutieren; – sind befähigt selbständig eine Literatur-Recherche in diesem Fachgebiet durchzuführen; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Poster fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind fähig, selbstständig Experimente zu den aktuellen methodischen Ansätzen zu planen, durchzuführen und auszuwerten; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung (20 Min.) PL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung: 50 % mündlicher Seminarvortrag: 50 %	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VOR/SEM + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Knippers, „Molekulare Genetik“, Thieme Alberts et al., „Molecular Biology of the Cell“, Garland Watson, et al. „Molecular Biology of the Gene“, Pearson	

1	Modulbezeichnung	Mikrobiologie 4: Pathogenitätsfaktoren bei Gram-negativen Bakterien	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Dr. M. Böhm, Dr. N. Tegtmeyer, Dr. S. Pachathundikandi	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Steffen Backert
5	Inhalt	VORL/SEM: Vorstellung von molekularen Pathogenitätsmechanismen in Gram-negativen Bakterien, Vorstellung methodischer Ansätze zur Charakterisierung bakterieller Virulenzfaktoren, Präsentation aktueller Forschungsergebnisse. UE: Die Übungen dienen dem individuellen Erlernen experimenteller Methoden zur Charakterisierung von bakteriellen Virulenzfaktoren und setzen sich jeweils aus aktuellen Fragestellungen der Arbeitsgruppe zusammen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> – können die Konzepte und methodische Ansätze zur Pathogenität von Prokaryoten erklären und im Kontext diskutieren; – sind in der Lage, neueste Forschungsergebnisse in diesem Fachgebiet kritisch zu besprechen und zu hinterfragen; – können den Inhalt von wissenschaftlichen Originalartikeln erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einer Posterpräsentation diskutieren; – werden befähigt, selbstständig Experimente zu den aktuellen, methodischen Ansätzen zu planen, durchzuführen und auszuwerten; – erlernen aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte fachgerecht zu bedienen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master „Zell- und Molekularbiologie“
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten) PL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.)
11	Berechnung Modulnote	schriftliches Protokoll 50%, mündlicher Seminarvortrag 50%
12	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VOR/SEM + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h
13	Turnus des Angebots	halbjährlich
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Salyers & Whitt “Bacterial Pathogenesis”, ASM Press; Cossart <i>et al.</i> “Cellular Microbiology”, ASM Press; Alberts <i>et al.</i> „Molecular Biology of the Cell“, Garland; Brock “Mikrobiologie”, Pearson; Aktuelle Original-Übersichtsartikel aus Fachzeitschriften

1	Modulbezeichnung	MPP 1: Membranproteine	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) ÜE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. N. Sauer, Prof. Dr. P. Dietrich, PD Dr. R. Stadler, PD Dr. V. Huß, Dr. F. Klebl	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Norbert Sauer, Dr. Franz Klebl	
5	Inhalt	<p>Ziel des Moduls ist es, die Physiologie und Regulation des Membrantransports anhand ausgewählter Modelltransporter zu verstehen und hierfür notwendige Techniken zu erlernen.</p> <p>Nach der Klonierung werden die Transporter in homologen (Arabidopsis, Tabak) und heterologen Expressionssystemen (Bäckerhefe, Zwiebelepidermis, Protoplasten) untersucht.</p> <p>Dabei werden unterschiedliche Transformationsverfahren (Hefetransformation, Particle gun, Protoplastentransformation) angewandt.</p> <p>Eine Untersuchung der Regulation und Expression, Lokalisation oder Funktion der Transporter kann sich anschließen. Dabei kommen je nach Bedarf quantitative PCR, Hybridprotein-Analysen oder radioaktive Aufnahmetests zum Einsatz.</p> <p>Eine weitere Methode zur Erforschung der physiologischen Bedeutung von Membrantransportern ist die Analyse der Mutanten und ihrer Phänotypen unter verschiedenen Bedingungen.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können die Mechanismen des Stofftransports über Biomembranen erklären und unterscheiden. Sie sind weiterhin in der Lage, unterschiedliche Methoden zur Analyse der Transporterfunktionen anzuwenden. Sie sind fähig, neueste Arbeitsmethoden einzusetzen und entsprechende Experimente zu planen und durchzuführen. Sie sind in der Lage neueste Fachpublikationen zu exzerpieren und vorzustellen sowie kritisch zu hinterfragen	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine besonderen Voraussetzungen nötig	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Master Zell- und Molekularbiologie: 1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung (30 Min.) SL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.)	
11	Berechnung Modulnote	Mündliche Prüfung: 100 %	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VOR/SEM + ÜE = 160 h Eigenstudium: 40 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Vergabe aktueller Fachartikel vor Modulbeginn	

1	Modulbezeichnung	MPP 2: Ionenkanäle und Signaltransduktion	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. P. Dietrich, PD Dr. R. Stadler, PD Dr. V. Huß, Dr. F. Klebl	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Petra Dietrich	
5	Inhalt	<p>UE: Experimentelle Übungen im Labor mit Methoden zur Bestimmung von Protein-Protein Interaktionen, Calcium-Antworten <i>in vivo</i>, elektrophysiologischen Eigenschaften von Ionenkanälen und Phänotypen von Arabidopsis-Mutanten:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Visualisierung der Kanal-Protein Interaktion mittels der Bimolekularen Fluoreszenzkomplementation (BIFC) und Fluoreszenzmikroskopie – Nachweis der Kanal-Protein Interaktion im Hefe-Zweihybridsystem (Y2H) – Untersuchung der Ionenkanal-vermittelten Signaltransduktion: Ca²⁺ als sekundärer Botenstoff (Aequorin-Reporteranalysen), Stressantworten in Pflanzen – Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Ionenkanälen (Patch-Clamp Technik, Zwei-Elektroden-Spannungsklemme) – Funktionelle Expression von Transportproteinen in Oocyten des Krallenfrosches <i>Xenopus laevis</i> <p>VORL: Theoretischer Hintergrund zu den Übungen wird vermittelt</p> <p>SEM: Grundlegende und aktuelle Literatur aus dem Themenbereich des Ionentransports wird in Form eines Seminars behandelt.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können unterschiedliche Methoden zur Untersuchung der Protein-Protein Interaktion erklären und diskutieren; – sind in der Lage, Methoden zur Untersuchung der Signaltransduktion in Pflanzen anzuwenden und im Kontext zu diskutieren; – verstehen die aktuellen Methoden der Membranproteinanalyse und die theoretischen Grundlagen des Membrantransports und können diese erklären und unterscheiden; – können Forschungsergebnisse im Fachgebiet kritisch diskutieren; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Vortrag fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind fähig, Experimente zu planen, durchzuführen und experimentelle Daten zu analysieren sowie aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungsspezifische Messgeräte zu bedienen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. bis 3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	M. Sc. Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung (30 Min.) SL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.)	
11	Berechnung Modulnote	Mündliche Prüfung (100%)	
12	Turnus des Angebots	Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VOR/SEM + UE = 120 h; Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	aktueller Fachartikel vor Modulbeginn	

1	Modulbezeichnung	MPP 3: Phylogenie	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) ÜE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. N. Sauer, Prof. Dr. P. Dietrich, PD Dr. R. Stadler, PD Dr. V. Huß, Dr. F. Klebl	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. N. Sauer, PD Dr. Volker Huß	
5	Inhalt	Dieses Modul beschäftigt sich mit modernen Methoden der systematischen Einordnung von Organismen (Molekulare Systematik). Am Beispiel einzelliger Organismen wird deren phylogenetische Stellung in einem molekularen Stammbaum bestimmt. Neben DNA-Isolierung und Reinigung sowie Amplifizierung der 18S rDNA und deren Klonierung und Sequenzierung, werden computergestützte Methoden zur Stammbauberechnung vermittelt.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – sind fähig, moderne Methoden der molekularen Systematik und Stammbauberechnung unter Verwendung von 18S rRNA-Sequenzdaten durchzuführen und zu erklären; – sind in der Lage, neueste Forschungsergebnisse in diesem Fachgebiet kritisch zu besprechen und zu hinterfragen; – können die spezifischen Eigenheiten der ribosomalen RNA einschließlich Introns und Sekundärstrukturen darstellen und erklären; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Vortrag fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind in der Lage, Experimente zu planen und durchzuführen; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – können molekularbiologische Versuche auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung (30 Min.) SL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) SL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Mündliche Prüfung (100%)	
12	Turnus des Angebots	Semesterweise	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VOR/SEM + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Vergabe aktueller Fachartikel vor Modulbeginn	

1	Modulbezeichnung	PBMA: Biosynthese pflanzlicher Naturstoffe	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. W. Kreis, Dr. J. Munkert, Dr. C. Rieck	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Kreis
5	Inhalt	Vom Gen zum Protein zum Naturstoff. Enzyme der von Naturstoffbiosynthese (Cardenolide, Monoterpene, Glucosinolate) werden kloniert, in <i>E. coli</i> und Hefe exprimiert, gereinigt und funktional charakterisiert. Methoden: Anzucht, RNA, DNA, PCR, Klonierung, Plasmide, rekombinantes Protein, Funktion-Assays, GC, HPLC, Proteinreinigung
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> – können die Biosynthese pflanzlicher Naturstoffe, besonders Steroide, umfassend erklären und diskutieren; – sind fähig, die aktuellsten fachbezogenen Arbeitsmethoden und deren Anwendung darzustellen und zu klären; – sind fähig, fachbezogene Experimente zu planen und durchzuführen; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – können die Versuche der Übungen auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. – können den aktuellen Stand der Fachliteratur darstellen und selbständig Internet Recherchen durchführen; – sind in der Lage, neuste Forschungsergebnisse zur Bildung pflanzlicher Naturstoffe kritisch zu besprechen und zu hinterfragen; – erweitern aufgrund der Teamfähigkeit ihre Sozialkompetenzen; – sind sich in ihrem Handeln der ethischen Verantwortung bewusst.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Absolvierung BA-PB Kurs wünschenswert
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Grundlage für Vertiefungsmodul Pharm. Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung (30 Minuten) PL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) SL: schriftliches Protokoll (ca. 30 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung: 70 % mündlicher Seminarvortrag: 30 %
12	Turnus des Angebots	Wintersemester
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VOR/SEM + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	4 Wochen, Block
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Kreis, Müller-Uri 2010; Bauer et al. 2010; Thorn et al. 2008; Burda et al. 2009; Munkert et al. 2011; Munkert et al., 2015. Kapitel Cardenolide, Monoterpene, Glucosinolate in Hänsel R, Sticher O: Pharmakognosie – Phytopharmazie. 10. Aufl. Skript VL Biosynthese (Kreis) (StudOn)

1	Modulbezeichnung	Neurobiologie	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. J.H. Brandstätter, PD Dr. D. Engelkamp, Dr. A. Gießl, Dr. H. Regus-Leidig	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Johann Helmut Brandstätter	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Vertiefte Wissensvermittlung neurobiologischer Themen aus den Bereichen Entwicklung des Säuger-Zentralnervensystems, Bildung, Struktur und Funktion von chemischen Synapsen und Proteintransport und intrazelluläre Kommunikation. Vorstellung aktueller Veröffentlichungen zu den genannten Themengebieten in Vorträgen der Studierenden.</p> <p>UE: In den Übungen werden an praktischen Beispielen Methoden in der Zell- und Neurobiologie vermittelt, wie Immunocytochemie, in situ Hybridisierung, verschiedene Arten der Gewebepreparation, RT-PCR, Zellkultur, Licht- und Elektronenmikroskopie.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – können aktuelle Themen und Konzepte der Neurobiologie umfassend erklären und diskutieren; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem englischen Vortrag fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind in der Lage verschiedene mikroskopische Verfahren und ausgewählte zell- und neurobiologische Arbeitstechniken an tierischen Zellen und Geweben anzuwenden; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – sind fähig, Ergebnisse aus den durchgeführten Experimenten in einem Protokoll darzustellen und kritisch zu deuten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündlicher englischer Seminarvortrag (30 Min.) PL: mündliche Prüfung (30 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 20 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Die Teilleistungen gehen jeweils zu einem Drittel in die Benotung ein.	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VORL/SEM + UE = 120 h Selbststudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch (mit einem englischem Seminarvortrag)	
16	Vorbereitende Literatur	Originalarbeiten zu den einzelnen Themenbereichen werden zur Verfügung gestellt.	

1	Modulbezeichnung	Molekulare Neurophysiologie	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. Andreas Feigenspan, Dr. Gabriel Knop	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Feigenspan	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Es werden methodische und theoretische Ansätze zur Zellkultur, zur Transfektion von Zellen und zur funktionellen Untersuchung heterolog exprimierter Proteine mit elektrophysiologischen und bildgebenden Verfahren gelehrt. Die Studierenden stellen aktuelle Veröffentlichungen zu diesen Themen in Vorträgen vor.</p> <p>UE: Die Expression eines Kanalproteins wird in kultivierten Zellen von der Klonierung des Vektors bis zum funktionellen Nachweis durchgeführt. Hierzu werden Methoden der Zell- und Molekularbiologie, Fluoreszenzmikroskopie sowie die Patch-Clamp-Technik eingesetzt.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können die neuesten Erkenntnisse, Konzepte und methodischen Ansätze der molekularen Neurowissenschaften erklären und diskutieren; – können wissenschaftliche Originalarbeiten aus diesem Fachgebiet fachgruppengerecht auf Englisch präsentieren und kritisch hinterfragen; – sind fähig, grundlegend wichtige zell- und molekularbiologische Arbeitstechniken anzuwenden und zu erklären sowie modernste elektrophysiologische und bildgebende Methoden darzustellen und in den Übungen durchzuführen; – sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme in der Lage, anwendungsspezifische Messgeräte bedienen; – können Ergebnisse aus den durchgeführten Experimenten in einem Protokoll darstellen und kritisch deuten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündlicher englischer Seminarvortrag (30 Min.) PL: mündliche Prüfung (30 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 20 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Die Teilleistungen gehen jeweils zu einem Drittel in die Benotung ein.	
12	Turnus des Angebots	jährlich	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VOR/SEM + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch (mit einem englischem Seminarvortrag)	
16	Vorbereitende Literatur	<p>Mark F. Bear et al., Neurowissenschaften, 2009, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg;</p> <p>Guido Hermey et al., Der Experimentator: Neurowissenschaften, 2010, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg;</p> <p>Originalarbeiten zu den einzelnen Themen werden zur Verfügung gestellt.</p>	

1	Modulbezeichnung	Zellbiologie: Signalproteine	7,5 ECTS- Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL/SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. B. Kost , Drs. A. LeBail, M. Ntefidou und Mitarbeiter	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Benedikt Kost
5	Inhalt	<p>Theoretische und praktische Einarbeitung in folgende Themenbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> – zellulären Polarisierung durch integrierte Signalprozesse – <i>in vivo</i> Lokalisierung und Dynamik von Signalproteinen – <i>in vivo</i> und <i>in vitro</i> Interaktionen zwischen Signalproteinen – <i>knock-out</i> & <i>Überexpression von Signalproteinen</i> – durch die Besprechung aktueller Literatur (VORL/SEM) <p>UE: Durchführung forschungsnaher Experimente und praktisches Training in der Anwendung folgender Techniken:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Hefe 2-hybrid assay, pull-down assay, SDS-PAGE, GFP tagging, <i>in vivo</i> Epi- und Konfokal-Fluoreszenzmikroskopie (BIFC), Pflanzen-transformation, qPCR, Southern blotting, molecular cloning
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können die oben aufgeführten Fragestellungen umfassend erklären und diskutieren; – sind befähigt die Bedeutung und den aktuellen Wissenstand zu erklären sowie Ansätze zur Weiterentwicklung auszuarbeiten; – sind in der Lage, publizierte Arbeiten sowohl hinsichtlich der Fragestellungen, der methodischen Vorgehensweisen und der Untersuchungen kritisch zu beurteilen; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Vortrag fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – sind fähig, fachbezogene Experimente zu planen und durchzuführen; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – können die Versuche des Übungsteils auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	<p>PL: Klausur (45 Min)</p> <p>PL: mündlicher Seminarvortrag (30 Min.)</p> <p>PL: schriftliches Protokoll (ca. 20 Seiten)</p>
11	Berechnung Modulnote	Die Teilleistungen gehen jeweils zu einem Drittel in die Benotung ein.
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	4 Wochen, Block
15	Unterrichtssprache	Englisch (Deutsch möglich)
16	Vorbereitende Literatur	keine

1	Modulbezeichnung	Zellbiologie: Lichtsignaling in Algen	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. G. Kreimer	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Georg Kreimer	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Vertiefte Betrachtung und Besprechung neuester Forschungsergebnisse und Methoden aus dem Gebiet der Photo-transduktion bei Pflanzen und Algen; Geißeln von <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> als Modell zum Verständnis von Signaltransduktionsprozessen in eukaryotischen Geißeln.</p> <p>ÜE: Anhand aktueller Fragestellungen werden in den Übungen Methoden zur Analyse von schnellen, lichtinduzierten Signaltransduktionsprozessen, der Lokalisation von Proteinen sowie der Isolation von Zellorganellen und Protein-Komplexen vermittelt. Zum Einsatz kommen dabei u.a. Ultrazentrifugationstechniken, spezielle hochauflösende Elektrophorese-Techniken, Western-Blotting, Immunpräzipitationen und Analysen des Phosphorylierungsgrads von Signaltransduktionsproteinen. Als Untersuchungsobjekt dient der einzellige Modellorganismus <i>Chlamydomonas reinhardtii</i>.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studenten/innen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – können am Beispiel des Modellorganismus <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> neue Ergebnisse, Konzepte und methodische Ansätze aus dem Fachgebiet erklären sowie Grundmethoden der Zell- und Molekularbiologie darstellen und anwenden; – sind befähigt, neue Forschungsergebnisse vorzustellen, einzuordnen und kritisch zu hinterfragen sowie in einem Vortrag fachgruppengerecht zu präsentieren und zu diskutieren; – können selten vermittelte zellbiologisch-biochemische Techniken, wie Ultrazentrifugation und 2D-Elektrophoresen, anwenden und erklären; – sind fähig, fachbezogene Experimente zu planen und durchzuführen; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – können die Versuche des Übungsteils auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung (30 Min) PL: mündlicher Seminarvortrag (30 Min) PL: schriftliches Protokoll (ca. 20 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Die Teilleistungen gehen jeweils zu einem Drittel in die Benotung ein.	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VORL/SEM + UE = 120h Eigenstudium: 105h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Vergabe aktueller Fachartikel vor Modulbeginn	

1	Modulbezeichnung	Zellbiologie: Signaltransduktion	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL/SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Drs. P. Richter, V. Daiker, M. Ntifidou, PD Dr. M. Lebert	

4	Modulverantwortlicher	PD Dr. Michael Lebert
5	Inhalt	<p>Theoretische und praktische Einarbeitung in folgende Themenbereiche</p> <ul style="list-style-type: none"> – Intrazelluläre Signaltransduktion am Beispiel der Licht und Schwerkraft gesteuerte Signaltransduktionsketten von einzelligen Flagellaten – Identifikation von Signaltransduktionskettengliedern – Kombination von physiologischen, biochemischen und molekularbiologischen Methoden zur Charakterisierung von Signaltransduktionsketten – Besprechung aktueller Literatur (VORL/SEM) <p>UE: Durchführung forschungsnaher Experimente und praktisches Training in der Anwendung folgender Techniken:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Computergestützte Bildverarbeitung, RNAi, Elektroporation, RT-PCR, qPCR, Western-Blotting, Transkriptomanalyse, BLAST
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – sind in der Lage, die Bedeutung, den aktuellen Wissensstands sowie die Ansätze zur weiteren Analyse der Signaltransduktion in Zellen umfassend zu erklären und zu diskutieren; – können Veröffentlichungen des Lerngebietes kritisch beurteilen; – verfügen über die Selbstkompetenz der Kommunikationsfähigkeit; – können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Vortrag fachgruppengerecht präsentieren und diskutieren; – können die Methoden zur Untersuchung der Fragestellungen des Lerngebietes erklären und anwenden; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – können die Versuche des Übungsteils auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung (30 Min.) PL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 20 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Die Teilleistungen gehen jeweils zu einem Drittel in die Benotung ein.
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 120 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	4 Wochen, Block
15	Unterrichtssprache	Deutsch (Englisch freiwillig möglich)
16	Vorbereitende Literatur	Keine

1	Modulbezeichnung	Virologie	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL und SEM (1 SWS) ÜE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	PD Dr. B. Biesinger-Zwosta, Prof. Dr. A. Ensser, Prof. Dr. T. Gramberg, Dr. A. Kreß, Prof. Dr. M. Marschall, PD Dr. F. Neipel, Prof. Dr. U. Schubert, Prof. Dr. T. Stamminger, Prof. Dr. Überla	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr. Brigitte Biesinger-Zwosta
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> – Vertieftes Verständnis unterschiedlicher viraler Genregulationsmechanismen und Replikationsstrategien, welche die Grundlage für sowohl lytische als auch persistente Infektionen darstellen – Vertieftes Verständnis der angeborenen und adaptiven Immunabwehr bei Virusinfektionen und der Möglichkeiten der Prophylaxe und Therapie. Die angeborene Immunabwehr wird an plasmazytoiden dendritischen Zellen bei retro- und herpesviralen Infektionen studiert; die humorale adaptive Immunabwehr bei Herpesvirus-Infektionen – Verständnis der Rolle der Virologie in der Aufklärung grundlegender Mechanismen der Zelle, von der praktischen Anwendung in der Gentherapie bis zur Bioinformatik
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – sind in der Lage, die Erkenntnisse und Konzepte der Human-Virologie umfassend zu erläutern und zu diskutieren; – sind befähigt die verschiedenen modernen virologischen und molekularbiologischen Arbeitstechniken zu klären und können diese gezielt im Praxiseumfeld einsetzen; – sind in der Lage selbstständig Messungen durchzuführen und die erhaltenen Daten auszuwerten; – können die Ergebnisse wissenschaftlicher Experimente kritisch beurteilen und in Form eines Referates fachgruppengerecht darstellen und diskutieren; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – können die Versuche des Übungsteils auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündlicher Seminarvortrag (ca. 20 Min.) PL: mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) SL: schriftliches Protokoll (ca. 20 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Referat (50%) mündliche Prüfung (50%)
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VORL/SEM + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Spezielle Literatur wird vor Modulbeginn an die Teilnehmer verteilt. Flint et al., Principles of Virology; Modrow et al., Molekulare Virologie

1	Modulbezeichnung	Immunologie	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Jäck, Dr. Mielenz, Dr. Schuh, Dr. Wittmann, Prof. Herrmann, Prof. Bogdan, Prof. Beuscher, Prof. Lang, Prof. Mattner, Dr. Lührmann, Dr. Schleicher	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Hans-Martin Jäck	
5	Inhalt	<p>Theorie (Vorlesungen und Seminare)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Workshop über Präsentationstechniken und Verfassen von wissenschaftlichen Manuskripten (durch Dozenten) • Studentenreferate <ul style="list-style-type: none"> ○ Übersichtsvorträge über ausgewählte immunologische Themen (Klausurstoff) ○ Präsentation einer immunologischen Schlüsselentdeckung anhand einer Originalpublikation ○ Vortrag über den Praktikumsversuch <p>Praktische Arbeit (Übung)</p> <p>Jeder Student erhält vor Beginn des Moduls eine aktuelle immunologische Fragestellung, erarbeitet einen Versuchsplan und führt diesen in 3 Wochen in einem ausgewählten Labor unter der Betreuung eines Dozenten durch.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können immunologischen Schlüsselentdeckungen und die neuesten Erkenntnisse und Konzepte der Physiologie und Pathologie des Immunsystems erklären und diskutieren; – sind in der Lage, neueste Forschungsergebnisse in diesem Fachgebiet kritisch zu besprechen, zu hinterfragen und fachgruppengerecht zu präsentieren; – können die aktuellsten Arbeitsmethoden der Immunologie erklären und im Kontext der Fragestellung anwenden; – sind in der Lage, Experimente zu planen und durchzuführen und die Ergebnisse mündlich und schriftlich zu präsentieren; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – können die Versuche des Übungsteils auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündlicher Seminarvortrag (ca. 20 Min.) PL: Klausur (ca. 30 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 20 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Gemittelte Note aus den Noten der Klausur, des Seminarvortrags und des Protokolls	
12	Turnus des Angebots	jährlich im November	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: Theorie und Labor = 120 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block (immer im November)	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Bachelor-Vorlesung Konzepte der Immunologie; Janeway Immunbiologie Infos: http://www.molim.uni-erlangen.de	

1	Modulbezeichnung	Molekulare Humangenetik	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Dr. E. Ekici, Dr. C. Kraus, Dr. F. Pasutto, Prof. Dr. A. Reis, Prof. Dr. A. Winterpacht	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. A. Winterpacht
5	Inhalt	VORL: Humangenom-Organisation, autosomal sowie X-gekoppelte dominante und rezessive Erkrankungen, klassische und molekulare Zytogenetik, Chromosomenerkrankungen, Mikrodeletionssyndrome, Tumorgenetik, Trinukleotiderkrankungen, Imprinting/Epigenetik, Kopplungsanalyse und komplexe Erkrankungen, Tiermodelle in der Humangenetik. UE: 1. Molekulare Analyse genetischer und genomischer Erkrankungen (Methoden: Fluoreszenz- <i>in situ</i> -Hybridisierung, MLPA, Mikroarrayanalysen, DNA-Sequenzierung, Kopplungs- und Assoziationsanalysen). 2. Funktionelle Genomik humaner Erkrankungen (Methoden: <i>in silico</i> -Genomanalysen, Mutagenese, Expressionsanalysen).
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> – sind in der Lage die neuesten Erkenntnisse und Konzepte der molekularen Humangenetik zu erklären und diskutieren; – sind fähig, humangenetischer Fragestellungen und Projekte selbständig zu bearbeiten; – können humangenetische Fragestellungen in anderen Bereichen der biologisch-/biomedizinischen Forschung erkennen, beurteilen und entsprechende experimentelle Strategien entwickeln; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen; – können die Versuche des Übungsteils auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. oder 2. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: schriftliche Prüfung (45 Min.) SL: schriftliches Protokoll (ca. 20 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Schriftliche Prüfung: 100 %
12	Turnus des Angebots	semesterweise
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VORL + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	4-wöchig, Block
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	keine

1	Modulbezeichnung	Paläobiologie	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Makroevolution (SS) (2 VL) Analytische Paläobiologie (SS) (4 UE)	
3	Dozenten	Prof. Dr. W. Kießling, Dr. K. DeBaets	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. W. Kießling
5	Inhalt	VORL: VL Makroevolution: Artbildungsprozesse; Phylogenie, Punctuated Equilibrium; Evolutionäre Trends; Koevolution (Red Queen); Molekulare Uhren und Evolutionsraten; Biodiversität in Raum und Zeit; Muster, Ursachen und evolutionäre Konsequenzen von Massenaussterben UE: VL Makroevolution: Artbildungsprozesse; Phylogenie, Punctuated Equilibrium; Evolutionäre Trends; Koevolution (Red Queen); Molekulare Uhren und Evolutionsraten; Biodiversität in Raum und Zeit; Muster, Ursachen und evolutionäre Konsequenzen von Massenaussterben
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> – verstehen Evolutionsprozesse auf verschiedenen Skalen; – können moderne quantitative Methoden der Ökologie und Paläobiologie anwenden; – kennen große Datenbanken zur Verbreitung von Organismen und können diese auswerten; – sind in der Lage paläobiologische Hypothesen zu entwickeln und mit modernen statistischen Verfahren zu testen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlegende EDV-Kenntnisse
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (ca. 45 Min.) PL: Seminarvortrag zu einem im Kurs erarbeiteten Fachthema unter Verwendung modifizierter R-Skripte (20 Min.).
11	Berechnung Modulnote	Seminarvortrag zum Fachkurs (50%), Klausur zur VL (50%)
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich (SS)
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: VORL + UE = 120 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	Ein Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch
16	Vorbereitende Literatur	Foote, M. & Miller, A.I. (2007): Principles of Paleontology (W.H. Freeman and Company, New York) Third Ed p 354. Aktuelle Fachliteratur

Vertiefungsmodul

1	Modulbezeichnung	Vertiefungsmodul	20 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	8 Wochen Laborkurs im gewählten Vertiefungsfach (Anwesenheitspflicht) und 4 SWS Seminar oder Vorlesung je nach Angebot des Lehrstuhls (insgesamt 20 SWS)	
3	Dozenten	Hochschullehrer der Biologie und des Studiengangs Zell- und Molekularbiologie; in Ausnahmefällen ein anderer Hochschullehrer (auf Antrag beim Prüfungsausschuss)	

4	Modulverantwortlicher	Hochschullehrer der Biologie, Immunologie, Virologie oder Humangenetik
5	Inhalt	Das Vertiefungsmodul ist als die Vorbereitung zur Masterarbeit vorgesehen und besteht aus zwei wesentlichen Teilen: <ul style="list-style-type: none"> – Mitarbeit an aktuellen Forschungsprojekten des Fachgebiets und – Belegung mehrerer Spezialvorlesungen und Seminaren aus dem Angebot des jeweiligen Fachgebietes (insgesamt 4 SWS)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> – können die aktuellen Forschungsthemen des gewählten Fachgebietes erklären und diskutieren; – sind in der Lage, neuste Forschungsergebnisse in dem Fachgebiet kritisch zu besprechen und zu hinterfragen; – können die aktuellsten Arbeitsmethoden und deren Anwendungen in der Forschung und Entwicklung des Fachbereiches erklären; – sind zur selbständiger Ausarbeitung komplexer Fragestellungen aus dem gewählten Bereich befähigt; – sind fähig, sich selbständig und kontinuierlich weiterzubilden und Experimente zu planen und durchzuführen; – können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: mündliche Prüfung 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung: 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	halbjährlich
13	Arbeitsaufwand	600 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch abhängig von der gewählten Veranstaltung
16	Vorbereitende Literatur	keine

Wahlmodule

1	Modulbezeichnung	Externes Praktikum	15 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	P: Externes Praktikum mit einem Übungsanteil von ungefähr 10 SWS	
3	Dozenten	Hochschullehrer der Biologie	

4	Modulverantwortlicher	Hochschullehrer der Biologie
5	Inhalt	Ein mindestens 6-wöchiges externes Praktikum mit einem Übungsanteil von ungefähr 10 SWS. Das externe Praktikum muss vor Antritt von einem Dozenten des Departments Biologie genehmigt werden.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> – erwerben Einblick in außeruniversitäre Arbeitsweise und Arbeitstechniken; – sind fähig grundlegende Experimente selbständig zu planen und durchzuführen; – können Daten protokollieren, interpretieren und im Rahmen der Versuchsabläufe diskutieren; – sind zur Teamarbeit befähigt.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. und/oder 2. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	SL: Praktikumsprotokoll (ca. 10 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Das Modul wird mit pass/fail bewertet.
12	Turnus des Angebots	halbjährlich
13	Arbeitsaufwand	450 h
14	Dauer des Moduls	1 bis 2 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch (Englisch freiwillig möglich)
16	Vorbereitende Literatur	keine

1	Modulbezeichnung	Englisch UNICert[®] III	15 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	4 Übungen mit je 2 SWS + Modulprüfung Je nach Entsprechendem Einstufungsergebnis oder erfolgreichem Abschluss der Niveaustufe B2 GER.	
3	Dozenten	DozentInnen des Sprachenzentrums, Abteilung Englisch für Hörer aller Fakultäten	

4	Modulverantwortlicher	Dr. Kristina Maul	
5	Inhalt	<p>Diese diversen Sprachkurse vervollständigen die fremdsprachliche Ausbildung auf Niveau C1 GER; hierbei werden auch eine Vielzahl an fachsprachlichen Kursen für Naturwissenschaftler angeboten</p> <ul style="list-style-type: none"> – Vertiefung der allgemein- und fachsprachlichen Kompetenzen im Bereich Studium und Beruf – Vermittlung und Vertiefung handlungsorientierter schriftlicher und mündlicher Kompetenzen mit fachsprachlichem und akademischen Bezug – Vermittlung von verschiedenen Kompetenzen für den internationalen Arbeits- und Studienplatz im anglophonen Umfeld 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – verfügen über allgemeinwissenschaftliche und fachbezogene sprachliche Kenntnisse und Fertigkeiten auf höherem Niveau, die sie befähigen, zu ausgewählten Themen in entsprechenden Kommunikationssituationen durch variablen Einsatz sprachlicher Mittel zu kommunizieren; – können in Wortschatz und Strukturen anspruchsvolle, längere all-gemeinsprachliche und fachbezogene Texte ausgewählter Themen-gebiete verstehen, längeren Fachvorträgen die notwendigen Infor-mationen entnehmen und explizite und implizite Inhalte erfassen; – können sich schriftlich und mündlich unter Verwendung erweiterter Strukturen und eines umfangreichen Allgemein- und Fachwortschatzes zu ausgewählten komplexen Themen, die für Arbeits- und Studienaufenthalte im Ausland relevant sind, flüssig und kommunikativ wirksam äußern und ihre persönliche Stellungnahme zusammenhängend, logisch aufgebaut und stilistisch angemessen darlegen; – können sich für eine dezidiert fachsprachliche Ausbildungsrichtung im Bereich Naturwissenschaften entscheiden. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Entsprechendes Einstufungsergebnis oder erfolgreicher Abschluss der Niveaustufe B2 GER.	
8	Einpassung in Musterstudienplan	ab 1tes Semester M.Sc.	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	SL: Teilprüfungen entsprechend der gewählten Sprachkursen (90 Min.) sowie UNICert III Zertifikatsprüfung. Vergleiche dazu Prüfungsordnung zum UNICert III Zertifikat	
11	Berechnung Modulnote	Das Modul wird mit pass/fail bewertet.	
12	Turnus des Angebots	Halbjährlich	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 120 h; Eigenstudium: 330 h	
14	Dauer des Moduls	mindestens 2 Semester	
15	Unterrichtssprache	Englisch	
16	Vorbereitende Literatur	je nach Dozent	

Nicht biologisches Wahlmodul

1	Modulbezeichnung	Nicht biologisches Wahlmodul	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	modulabhängig	
3	Dozenten	Modulabhängig	

4	Modulverantwortlicher	modulabhängig
5	Inhalt	<p>Die Studierenden wählen ein Modul aus dem Angebot der Schlüsselqualifikationspools der Universität.</p> <p>Schlüsselqualifikationen der FAU bilden einen eigenständigen Bereich, der nicht den studierten Fächern zuzuordnen ist. Die Studierenden können frei entscheiden, welche wichtigen Zusatzkenntnisse sie für ihr Studium und ihre berufliche Zukunft erwerben wollen. Angeboten werden Schlüsselqualifikationen aus folgenden Kategorien:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Argumentation und Präsentation – Sprachen – Kultur, Geschichte, Natur und Technik – Disziplinäre Grundkenntnisse – Interkulturelle Kommunikation – Praktika <p>Auf Antrag <u>beim Prüfungsausschuss</u> kann auch eine mindestens 2-jährige regelmäßige Tätigkeit in Gremien der Universität (einschließlich FSI) als äquivalente Schlüsselqualifikation anerkannt werden.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – erwerben berufsbezogene Kompetenzen (soft skills), die über die rein fachlichen Kenntnisse und Fähigkeiten hinausgehen, ein effektiveres Studium erlauben und sie in die Lage versetzen sollen, sich langfristig besser in der Wissenschaft oder auf dem Arbeitsmarkt zu behaupten; – erweitern ihre Allgemeinbildung; – erwerben disziplinenübergreifendes Wissen;
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	SL: entsprechend der einschlägigen (Fach-)Prüfungsordnung
11	Berechnung Modulnote	Modulabhängig
12	Turnus des Angebots	Modulabhängig
13	Arbeitsaufwand	150 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Modulabhängig
16	Vorbereitende Literatur	Modulabhängig

Wissenschaftliche Schlüsselqualifikation

1	Modulbezeichnung	Wissenschaftliche Schlüsselqualifikationen	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	SEM: English Scientific Presentations (2 SWS)	5 ECTS-Punkte
3	Dozenten	Dr. Victoria Jackiw	

4	Modulverantwortlicher	Dr. Victoria Jackiw	
5	Inhalt	<p>Folgende wesentlichen Schlüsselqualifikationen werden erlernt:</p> <p>Präsentation: Erstellen und Präsentieren eines Kurzvortrags (15 min.) zur Bachelorarbeit mit anschließender Diskussion und Feedback</p> <p>Verfassen von wissenschaftlichen Texten: Verfassen eines Essays zu einer wissenschaftlichen Veröffentlichung</p> <p>Diskussion: Vorstellung eines frei gewählten biologischen Themas mit Diskussion in der Gruppe</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – sind in der Lage, Bachelorarbeit selbständig zusammenzufassen und als Kurzvortrag vor der Arbeitsgruppe in englischer Sprache zu halten; – sind zu einer Diskussion der Ergebnisse in englischer Sprache befähigt – können einen Essay zu einem wissenschaftlichen Manuskript selbständig in englischer Sprache verfassen; – sind fähig, erworbene Kompetenzen bei der Vorbereitung der Präsentation zur Masterarbeit und zukünftig im Beruf einzusetzen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	SL: schriftliche Hausarbeit (ca. 4 Seiten) und mündliche Prüfung (20 Min.) (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Bestanden/nicht bestanden	
12	Turnus des Angebots	jährlich im WS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Englisch	
16	Vorbereitende Literatur	Keine	

Masterarbeit

1	Modulbezeichnung	Masterarbeit	30 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Masterthesis	
3	Dozenten	Ein Hochschullehrer der Biologie als Betreuer, in Ausnahmefällen ein anderer Hochschullehrer (auf Antrag beim Prüfungsausschuss)	

4	Modulverantwortlicher	Hochschullehrer der Biologie
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> – selbständige Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung aus dem Bereich der Molekular- und Zellbiologie innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes (6 Monate) – Erstellung eines wissenschaftlichen Berichtes (Masterthesis) – Präsentation der Ergebnisse (Kurzvortrag, ca. 30 Min.) im Rahmen eines Seminars mit anschließender Diskussion
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – sind fähig innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes eine Problemstellung aus dem Bereich der Molekular- und Zellbiologie inklusive angrenzender Bereiche mit wissenschaftlichen Methoden selbstständig zu bearbeiten und in schriftlicher Form darzustellen (Masterthesis); – entwickeln eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher Probleme; – gehen in vertiefter und kritischer Weise mit Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen der modernen Zell- und Molekularbiologie um; – sind in der Lage, geeignete wissenschaftliche Methoden weitgehend selbständig anzuwenden und weiterzuentwickeln –auch in neuen unvertrauten sowie fachübergreifenden Kontexten- und diese in wissenschaftlich angemessener Form darzustellen; – können fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich oder mündlich (z. B. die Ergebnisse der Masterarbeit in Form eines Seminarvortrags mit anschließender Diskussion) präsentieren und argumentativ vertreten; – sind fähig erworbene wissenschaftliche Kompetenzen zukünftig im Beruf einzusetzen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS im bisherigen Masterstudiengang
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: schriftliche Arbeit (ca. 50 Seiten) SL: Kurzvortrag (ca. 30 Min.)
11	Berechnung Modulnote	Note auf die schriftliche Arbeit: 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Semesterweise
13	Arbeitsaufwand	900 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch oder englisch nach Wahl der Studierenden
16	Vorbereitende Literatur	Dem Themengebiet entsprechende wissenschaftliche Artikel und Fachliteratur in Absprache mit dem Betreuer