

Modulhandbuch

für den Studiengang

Zell- und Molekularbiologie (M. Sc.)

Stand: 21.11.2018

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

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

Stand: 21.11.2018

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	10
Master-Module.....	12
BCMA I: Molekulargenetik der Pilz-Pflanze Interaktion	13
BCMA II: Bakterien-Pflanze Interaktionen	14
BCMA III: Introduction to Sequence Analysis	15
BCMA IV: Bioanalytik	16
BioPerl: Perl Programming for Biology	17
Strukturbiologie 1: Proteindesign und Designerproteine.....	18
Structure Biology 2: Structure and function relationships in biological macromolecules	19
Entwicklungsbiologie 1: Musterbildung, Wachstum und Evolution.....	21
Entwicklungsbiologie 2: Molekulare Kontrolle der Stammzell- und Organdifferenzierung	22
Developmental Biology 3: Computer simulations of embryonic patterning processes	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
PBMA: Biosynthese pflanzlicher Naturstoffe	31
Neurobiologie	32
Molekulare Neurophysiologie	33
Zellbiologie: Lichtsignaling in Algen	35
Zellbiologie: Signaltransduktion	36
Nicht-biologische Master-Module.....	37
Immunologie.....	38
Immunologie und Molekulare Mikrobiologie von Infektionskrankheiten	39
Molekulare Humangenetik	40
Palaeobiology.....	41
Virologie.....	43
Vertiefungsmodul	44
Vertiefungsmodul	45
Wahlmodule	46
Externes Praktikum	47
English UNlcert [®] III.....	48
Nicht-biologisches Wahlmodul.....	49
Nicht biologisches Wahlmodul	50
Wissenschaftliche Schlüsselqualifikation	51
Scientific key skills.....	52
Masterarbeit.....	53
Masterarbeit	54

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

		<ul style="list-style-type: none"> – 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: 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.

Master-Module

1	Modulbezeichnung	BCMA I: Molekulargenetik der Pilz-Pflanze Interaktion BCMAI: Molecular genetics of fungi-plant interaction	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. C. Koch, 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 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 BCMA2: Bacteria-plant interaction	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. U. Sonnewald, C. Koch Dr. S. Sonnewald	

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 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 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	Module name	BCMA III: Introduction to Sequence Analysis BCMA III: Einführung in die Sequenzanalyse	7.5 ECTS-Punkte
2	Courses/lectures	Laboratory course: 7 SWS Seminar: 1 SWS (for both, attendance is compulsory)	
3	Lectureres	Prof. Dr. U. Sonnewald Dr. J. M. Corral García	

4	Module co-ordinator	Prof. Dr. Uwe Sonnewald	
5	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 - 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	Learning targets 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	Recommended prerequisites	none	
8	Integration in curriculum	2. semester	
9	Module compatibility	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Method of examination	PL: oral examination (30 min.) PL: written protocol (approx. 3-5 pages)	
11	Grading procedure	30% oral examination / 70% written protocol	
12	Module frequency	SS	
13	Workload	Contact hours: 120 h Independent study: 105 h	
14	Module duration	1 semester (4 consecutive weeks)	
15	Teaching language	English	
16	Recommended reading	none	

1	Modulbezeichnung	BCMA IV: Bioanalytik BCMA IV Bioanalytics	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. U. Sonnewald Drs. 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	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) (for both, attendance is compulsory)	
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 Structural biology 1: Protein design and designer proteins	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. R. Böckmann, Y. Müller Dr. B. Schmid	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Yves. Müller	
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 (90 Min.) PL: mündlicher Seminarvortrag (20 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 15-20 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	Module name	Structure Biology 2: Structure and function relationships in biological macromolecules Strukturbiologie 2: Struktur- und Funktionsbeziehungen in biologischen Makromolekülen	7.5 ECTS-Punkte
2	Courses/lectures	Laboratory course: 7 SWS Seminar: 1 SWS for both, attendance is compulsory	
3	Lecturers	Profs. R. Böckmann, Y. Muller Dr. B. Schmid	

4	Module co-ordinator	Prof. Dr. Yves Muller
5	Contents	<p>Lecture/Seminar: Methodological and theoretical approaches for studying structure-function relationships in biological macromolecules are taught. The focus lays on the structural biology of protein regulation. Examples discussed in detail include the structure, function and regulation of G-proteins and kinases. Methods discussed in detail include computer, biophysical and molecular biology techniques for studying structure-function relationships.</p> <p>Laboratory course: The practical course focusses on modern techniques for studying structure-function relationships. These techniques include both computational methods such as atomistic and coarse-grained molecular dynamics simulations and experimental methods such as recombinant protein production, X-ray structure determination, circular dichroism measurements, isothermal titration calorimetry and mutational analysis. 50 % of the practical course will be spent working on individual projects</p>
6	Learning targets and skills	<p>The students are</p> <ul style="list-style-type: none"> – acquainted with current knowledge, concepts and methods for studying structure-function relationships in biological macromolecules. – are able to critically evaluate novel findings published in the field of structural biology. – acquainted with state-of-the-art methods for studying structure-function relationships in biological macromolecules. – are able to understand the lay-out and follow the content of a research publication in the field of structure-function relationships, are able to understand the methods and the results obtained by these methods and are able to discuss the quality of the reported results and their implications in a presentation. – are able to plan and conduct experiments in structural biology as a result of a continuous and active participation in the current module. – are able to actively operate scientific instruments and handle computer programs required for studying structure-function relationships. – are able to evaluate the data obtained in a wide range of experiments, to document the results in a report and to critically discuss any scientific implications.
7	Recommended prerequisites	none
8	Integration in curriculum	2. Semester
9	Module compatibility	Master Zell- und Molekularbiologie
10	Method of examination	PL: written examination (90 min.) PL: seminar talk (20 min.) PL: written protokoll (approx. 15-20 pages)
11	Grading procedure	written examination 40 %, seminar talk 20 %, written protocol 40 %
12	Module frequency	SS
13	Workload	Contact hours: 120 h Independent study: 105 h
14	Module duration	1 semester (4 consecutive weeks)
15	Teaching language	English
16	Recommended reading	none

1	Modulbezeichnung	Entwicklungsbiologie 1: Musterbildung, Wachstum und Evolution Developmental biology 1: Pattern formation, growth and evolution	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. M. Klingler Drs. R. Rübsam, 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 Developmental biology 2: Molecular control of stem cell and organ differentiation	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. M. Frasch Drs. I. Reim, A. Schambony, 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	Module name	Developmental Biology 3: Computer simulations of embryonic patterning processes Entwicklungsbiologie 3: Computersimulationen embryonaler Musterbildungsprozesse	7.5 ECTS credits
2	Courses/lectures	Laboratory course: 7 SWS Seminar: 1 SWS (for both, attendance is compulsory)	
3	Lecturers	Prof. Dr. M. Klingler, Dr. E. El-Sherif	

4	Module co-ordinator	Prof. Dr. M. Klingler
5	Contents	Seminar talks cover topics concerning the mechanisms of pattern formation in the development of animals and plants, with emphasis on reaction diffusion systems. In the laboratory course , we start with simple systems (radioactive decay, diffusion laws, biochemical oscillations, predator-prey models, travelling chemical waves, lateral inhibition systems) and then move to more complex models, such as formation of stripes in 2D, Drosophila segmentation, vertebrate somitogenesis, growth of veins, positioning of leaf primordia (phyllotaxis). On this basis then models from the current literature are brought into our software environment and we explore the properties and experimental implications of these models in the computer.
6	Learning targets and skills	Students will acquire the following skills: they <ul style="list-style-type: none"> – are familiar with current concepts concerning the biochemical basis of pattern formation in developmental biological processes – have obtained an understanding of the practical use of differential equations and reaction diffusion models – are able to present and critically discuss mathematical models in current developmental research articles – are able to independently develop working hypotheses, and to plan, program and analyse reaction diffusion models to test these hypotheses – can discuss their results and defend their conclusions in proper context – are able to use the techniques and the equipment for the laboratory course in a proper way – are able to discuss and reflect the topics of the seminar
7	Recommended prerequisites	none
8	Integration in curriculum	From semester 1 onwards
9	Module compatibility	MA. Integrated Life Sciences MA Zell- und Molekularbiologie
10	Method of examination	PL: written examination of 60 min. PL: protocol of 10-15 pages SL: seminar talk of ca. 30 min. (ungraded task)
11	Grading procedure	Oral examination 50% Protocol 50%
12	Module frequency	once per year, WS
13	Workload	Contact hours: 120 h Independent study: 105 h
14	Module duration	1 semester (4 consecutive weeks)
15	Teaching language	English
16	Recommended reading	Introductory review articles will be provided electronically

1	Modulbezeichnung	Molekulare Tumorforschung Molecular tumor research	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL/SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. R. Slany	

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 Autoimmunity	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. F. Nimmerjahn Drs. M. Biburger, 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	Module name	Genetic Models in Immunobiology Genetische Modelle der Immunbiologie	7.5 ECTS-Punkte
2	Courses/lectures	Laboratory course: 7 SWS Seminar: 1 SWS (for both, attendance is compulsory)	
3	Lecturers	Prof. L. Nitschke, T. Winkler	

4	Module co-ordinator	Prof. Dr. Lars Nitschke	
5	Content	<p>Seminar: Lectures about lymphocyte differentiation, humoral immune response, signal transduction in lymphocytes and genetic mouse models in immunology. The students write an English essay about selected topics of the lectures.</p> <p>Laboratory course: The practical class comprises experiments with genetically modified mouse lines. These experiments analyse the influence of essential proteins for lymphocyte development, signalling, formation of antibodies and immune responses.</p>	
6	Learning targets and skills	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> – are able to discuss and explain findings, concepts and methods in adaptive immunity, with an emphasis on genetic mouse models; – can evaluate current research results in immunology and can summarize them in a written essay; – can develop and plan a new experiment; – can perform and analyse experiments independently; – can handle modern laboratory machines; – can present the results of their experiments in an oral English presentation. 	
7	Recommended prerequisites	none	
8	Integration in curriculum	1. Semester	
9	Module compatibility	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Method of examination	PL: written examination (45 min.) PL: written essay (approx. 10 pages) SL: Seminar talk (20 min.)	
11	Grading procedure	written examination 60 % written essay 40%	
12	Module frequency	once per year, WS	
13	Workload	Contact hours: 120 h Independent study: 105 h	
14	Module duration	1 semester (4 consecutive weeks)	
15	Teaching language	English	
16	Recommended reading	Janeway, Immunobiology, 7 ed., chapter 1-5	

1	Modulbezeichnung	Mikrobiologie 3: Pathogenitätsfaktoren bei Gram-positiven Bakterien Microbiology 3: Mechanisms of pathogenicity in Gram-positive bacteria	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 Ansätze 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 Microbiology 4: Mechanisms of pathogenicity in Gram-negative bacteria	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Drs. M. Böhm, N. Tegtmeyer, 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	Salysers & 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 MPP1: Membrane proteins	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) ÜE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. N. Sauer, P. Dietrich Drs. R. Stadler, 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 MPP 2: Ionic channels and signal transduction	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. P. Dietrich, Drs. R. Stadler, 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	PBMA: Biosynthese pflanzlicher Naturstoffe PBMA: Biosynthesis of plant natural products	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. W. Kreis, Drs. J. Munkert, 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. J. H. Brandstätter, A. Feigenspan, Drs. N. Babai, R. Frischknecht, J. von Wittgenstein	

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Johann Helmut Brandstätter	
5	Inhalt	<p>VORL/SEM: Vertiefte Wissensvermittlung neurobiologischer Themen aus den Bereichen Bildung, Struktur und Funktion von chemischen Synapsen, intra- und interzelluläre Kommunikation und Aktivität und Plastizität in neuronalen Netzwerken. Vorstellung aktueller Veröffentlichungen zu den genannten Themengebieten in Vorträgen der Studierenden.</p> <p>UE: In den Übungen werden an praktischen Beispielen Methoden in der Neurobiologie vermittelt: verschiedene Arten der Gewebepreparation und verschiedene molekulare, biochemische, zellbiologische, mikroskopische und physiologische Verfahren zur Untersuchung von Zellen, Geweben und Organen.</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 Molecular neurobiology	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. Dr. Andreas Feigenspan, Dr. Norbert Babai	

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 Hermeijer et al., Der Experimentator: Neurowissenschaften, 2010, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg;</p> <p>Originalarbeiten zu den einzelnen Themen werden zur Verfügung gestellt.</p>	

1	Module name	Cell Biology: Signal proteins Zellbiologie: Signalproteine	7.5 ECTS credits
2	Courses/lectures	Seminar: 1 SWS Laboratory Course: 7 SWS (for both, attendance is compulsory)	
3	Lecturers	Prof. B. Kost , Drs. A. LeBail, M. Ntefidou und Mitarbeiter	

4	Module co-ordinator	Prof. Benedikt Kost	
5	Contents	<p>Theoretical (VORL/SEM) and Laboratory Course (UE) introduction into the following topics: cellular polarization based on integrated signaling processes, <i>in vivo</i> localization & dynamics of signaling proteins, <i>in vivo</i> & <i>in vitro</i> interactions between signaling proteins, <i>knock-out</i> & overexpression of signaling proteins. VORL/SEM: Discussion of recent scientific papers. UE: Execution of experiments closely related to ongoing research & practical training in the application of the following techniques: yeast 2-hybrid assay, pull-down assay, SDS-PAGE, GFP tagging, <i>in vivo</i> epifluorescence and confocal microscopy, plant transformation, qPCR, Southern blotting, molecular cloning.</p>	
6	Learning targets and skills	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> – can explain and discuss the topics listed in the content section; – understand the relevance of these topics as well as current knowledge concerning them, and are capable of proposing approaches to further enhance this knowledge; – are able to critically assess scientific publications dealing with the listed topics, and to identify suitable strategies to extend the work presented in these publications; – are capable of presenting in a literature seminar the results of a published scientific study as well as the methods on which this study is based; – are able to plan as well as execute reasonable and informative experiments relevant to the listed topics, and as a consequence of the regular participation in the UE can operate all equipment required for these experiments; – are capable of writing a protocol that summarizes and critically discusses their own results they generated in the UE 	
7	Recommended prerequisites	none	
8	Integration in curriculum	From semester 2 onwards	
9	Module compatibility	M.Sc. Zell- und Molekularbiologie	
10	Method of examination	PL: written examination (45 min.) PL: seminar talk (30 min.) PL: written protocol (approx. 20 pages)	
11	Grading procedure	Each PL counts one-third	
12	Module frequency	SS	
13	Workload	Contact hours: 120 h Independent study: 105 h	
14	Module duration	1 semester (4 consecutive weeks)	
15	Teaching language	English	
16	Recommended reading	none	

1	Modulbezeichnung	Zellbiologie: Lichtsignaling in Algen Cell biology: Light signaling in algae	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 Cell biology: Signal transduction	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL/SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Drs. M. Lebert, M. Ntifidou, P. Richter	

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

Nicht-biologische Master-Module

1	Modulbezeichnung	Immunologie Immunology	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Prof. H.-M. Jäck (Koordinator), A. Bozec, U. Gaipl, G. Krönke Drs. Mielenz, W. Schuh, J. Wittmann, M. Zaiss, B. Frey, S. Frey, A. Hueber, M. Hoffmann, K. Zaiss-Sarter	

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: schriftliches Protokoll (ca. 20 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Gemittelte Note aus den Noten 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 oder https://www.molim.med.fau.de/	

1	Modulbezeichnung	Immunologie und Molekulare Mikrobiologie von Infektionskrankheiten	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	VORL und SEM (1 SWS) UE (7 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozenten	Dr. Schleicher/Dr. Petter (Koordination), Prof. C. Bogdan, S. Krappmann, R. Lang, J. Mattner, D. Vöhringer Drs. D. Soulat, A. Lührmann	

4	Modulverantwortlicher	PD Dr. Schleicher / Dr. Petter
5	Inhalt	<p>VORL / SEM Vorlesungen und interaktive Seminare zum Thema Wirt-Pathogen-Interaktion am Beispiel verschiedener Infektionskrankheiten. Themen sind u.a. die Pathogen-erkennung durch das Immunsystem, zelluläre und humorale Effektormechanismen der angeborenen und adaptiven Immunabwehr, Wirkungsweisen von Pathogenitätsfaktoren sowie Immunevasionsstrategien von mikrobiellen Erregern. Aus einem der Themenbereiche wird von den Studierenden ein aktueller Primärartikel in Form eines Vortrags vorgestellt. Workshop über das Erstellen einer Präsentation und das Verfassen eines wissenschaftlichen Protokolls.</p> <p>UE Jeder Studierende erhält zu Beginn des Moduls eine Fragestellung aus dem angegebenen Themenbereich und erarbeitet mit Hilfestellung der Dozenten einen Versuchsplan, der in 3 Wochen in einem ausgewählten Labor durchgeführt wird. Abschlussbesprechung der erzielten Ergebnisse mit dem Dozenten.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ können Mechanismen der Pathogenität von Erregern und der Infektionsabwehr erklären und diskutieren ▪ können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels aus dem Fachgebiet erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat sachgerecht präsentieren und diskutieren ▪ können aktuell gängige Arbeitsmethoden der Immunologie und molekularen Mikrobiologie erklären und im Kontext der Fragestellung anwenden; ▪ sind in der Lage, Experimente zu planen und durchzuführen und die Ergebnisse schriftlich in einem Protokoll zusammenzufassen; ▪ können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme anwendungs-spezifische Messgeräte bedienen;
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: Seminarvortrag mit Diskussion zur Theorie des Moduls (ca. 20+10 Min.) PL: schriftliches Protokoll (ca. 10-15 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	50% Seminarvortrag + Diskussion (Theorie), 50% Protokoll (Praxis)
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 Immunobiology 9th ed., 2017; Abbas Cell.&Mol. Immunology, 9th ed. 2018; Mims, The Pathogenesis of Infectious Diseases, 6th ed., 2016; Schaechter's Mechanisms of Infectious Diseases, 5 th ed. 2012; http://www.mikrobiologie.uk-erlangen.de/forschung-lehre/

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

4	Modulverantwortlicher	Prof. Dr. A. Winterpacht
5	Inhalt	<p>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.</p> <p>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).</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <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	Module name	Palaeobiology Paläobiologie	7,5 ECTS-Punkte
2	Courses/lectures	Macroevolution (SS) (2 VL) Analytical Palaeobiology (SS) (4 UE)	
3	Lecturers	Prof. Dr. W. Kießling, Dr. K. De Baets	

4	Module co-ordinator	Prof. Dr. W. Kießling	
5	Contents	<p>Lecture: This lecture introduces large-scale evolutionary patterns and discusses underlying mechanisms. The lecture will confront students with current macroevolutionary theories. Metrics of evolutionary rates and the identification of relevant evolutionary factors are taught. The focus is on biotic and abiotic controls of extinctions and originations. Scales and hierarchies of evolution are discussed in depth, as are the causes of evolutionary trends.</p> <p>Laboratory course: This module presents modern methods of quantitative analyses of the fossil record. Computer exercises are introduced by short lectures on theoretical foundations. Students use R (www.r-project.org) and modify existing scripts to apply them to palaeobiological problems using data from the Paleobiology Database (www.paleobiodb.org) and other sources. Topics covered are reconstructions of biodiversity and their dynamics, measuring evolutionary rates, quality of the fossil record, and sampling standardization.</p>	
6	Learning targets and skills	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Recognize, understand and reproduce large-scale evolutionary patterns. – Know multi-level evolutionary theory – Describe the basics of phylogenetic reconstructions, the identification of evolutionary rates and relevant evolutionary factors. – Identify biotic and abiotic controls of extinction and origination – Present the proofs for a hierarchical organization of evolutionary processes – Understand and apply modern quantitative methods of analyzing the fossil record at large – Use R and tailor existing scripts for palaeobiological problems – Apply statistics to separate biologically meaningful signals from random noise 	
7	Recommended prerequisites	Basic knowledge in electronic data processing	
8	Integration in curriculum	2. Semester	
9	Module compatibility	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Method of examination	PL: written examination (approx. 45 min.) PL: Seminar talk (20 min.).	
11	Grading procedure	Seminar talk (50%), written examination (50%)	
12	Module frequency	SS	
13	Workload	Contact hours: Lecture +Laboratory course = 120 h Independent study: 105 h	
14	Modul duration	one semester	
15	Teaching language	English	

16	Recommended reading	<p>Stanley, S.M. (1998) Macroevolution: patterns and processes Levinton, J.S. (2001) Genetics, Paleontology, and Macroevolution. Zimmer, C. & Emlen, D. (2012) Evolution: Making Sense of Life Benton, M. J. and Harper, D. A. T. (2009) Introduction to Paleobiology and the fossil record. Foote, M. & Miller, A. I. (2006) Principles of paleontology. Hammer, Ø. & Harper, D.A.T. (2008) Paleontological Data Analysis Foote, M. & Miller, A.I. (2007): Principles of Paleontology (W.H. Freeman and Company, New York) Third Ed p 354. Current Scientific Literature</p>
----	----------------------------	--

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

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 Praxisumfeld 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	

Vertiefungsmodul

1	Modulbezeichnung	Vertiefungsmodul Advanced module	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 External internship	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	Module name	English UNICert [®] III Englisch UNICert [®] III	15 ECTS-Punkte
2	Courses/lectures	4 Lectures/Seminars (2 SWS each + module examination)	
3	Lecturers	Lecturers of the Sprachenzentrum (Abteilung Englisch für Hörer aller Fakultäten)	

4	Module co-ordinator	Dr. Kristina Maul	
5	Content	<p>These diverse language courses complete the foreign language training at level C1 GER; a variety of language courses for natural scientists are offered</p> <ul style="list-style-type: none"> – Deepening of general and subject-specific language skills in the fields of study and work – Transfer and deepening of practically relevant written and spoken skills in subject-specific and academic contexts – Transfer of various skills for international work and study in the Anglophone sphere. 	
6	Learning targets and skills	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> – have command of general scientific and subject-specific language knowledge and skills to a high level, which allows them to communicate regarding selected topics in their associated communication contexts using varied application of language resources. – can understand longer general and subject-specific texts involving advanced vocabulary and structures in specific fields, extract important information from longer presentations and grasp both implicit and explicit content. – can express themselves fluently and effectively regarding specific topics relevant to studying and work abroad, both in writing and orally using advanced structures and extensive general and subject-specific vocabulary and present their individual position in a contextualized, logical and appropriate manner. – can decide on dedicated subject-specific language training in the area of natural sciences. 	
7	Recommended prerequisites	Placement test at level 3 or 4, or successful grade at level B2 GER.	
8	Integration in curriculum	1 semester onwards	
9	Module compatibility	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Method of examination	<p>SL: Method of examination according to the chosen language course (90 min.) SL: examination of the UNICert III certificate. Please compare examination regulations for the UNICert III certificate.</p>	
11	Grading procedure	pass/fail	
12	Module frequency	WS and SS	
13	Workload	<p>Contact hours: 120 h Independent study: 330 h</p>	
14	Module duration	at least 2 Semester	
15	Teaching language	English	
16	Recommended reading	Depends on the lecturer	

Nicht-biologisches Wahlmodul

1	Modulbezeichnung	Nicht biologisches Wahlmodul Non-biological elective module	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	Module name	Scientific key skills Wissenschaftliche Schlüsselqualifikation	5 ECTS-Punkte
2	Courses/lectures	SEM: English Scientific Presentations (2 SWS)	5 ECTS-Punkte
3	Lecturers	Dr. Victoria Jackiw	

4	Module co-ordinator	Dr. Victoria Jackiw	
5	Contents	<p>The following key qualifications will be learnt:</p> <p>Oral presentation: Prepare and present a short (15 min) PowerPoint presentation on one's bachelor's thesis followed by discussions and feedback</p> <p>Composition of a scientific essay: Compose an essay on a published research paper</p> <p>Discussion: Present a biological topic of choice for discussion in a group</p>	
6	Learning targets and skills	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> – should be able to independently summarize their bachelor's thesis and present it orally in English before their peers; – should be capable of discussing the results of their data in English; – should be able to independently summarize in English a published research paper in an essay; – should be able to apply their acquired competence in English to the writing and presenting of their master's thesis and to their future professions. 	
7	Recommended prerequisites	none	
8	Integration in curriculum	3. Semester	
9	Module compatibility	Master Zell- und Molekularbiologie	
10	Method of examination	SL: written homework (approx. 4 pages) and oral examination (20 Min.) (unbenotet)	
11	Grading procedure	Pass/fail	
12	Module frequency	WS	
13	Workload	Contact hours: 30 h Independent study: 120 h	
14	Module duration	1 Semester	
15	Teaching language	English	
16	Recommended reading	none	

Masterarbeit

1	Modulbezeichnung	Masterarbeit Master thesis	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