

Modulhandbuch

für den Studiengang

**Integrated Life Sciences:
Biologie, Biomathematik, Biophysik
(B. Sc.)**

Stand: Oktober 2019

**Modulhandbuch für den
Bachelorstudiengang Integrated Life Sciences: Biologie, Biomathematik, Biophysik**

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

Stand: 15.10.2019

Bezug: Prüfungsordnung vom 23. Dezember 2009, zuletzt geändert durch Satzungen vom 11. Mai 2015

Bildnachweis: Werner et al., Protoplasma (2011) 248: 225-235

Inhaltsverzeichnis

Betreuung des Bachelorstudienganges Integrated Life Sciences: Biologie, Biomathematik, Biophysik.....	4
Präsentation des Bachelorstudienganges Integrated Life Sciences: Biologie, Biomathematik, Biophysik	5
Studienkonzept	5
Studienverlaufsplan Bachelor ILS.....	7
Modulbezeichnungen	11
ILS-M1 (MfILS I): Mathematik für Integrated Life Sciences I.....	12
ILS-M2 (MfILS II): Mathematik für Integrated Life Sciences II.....	14
ILS-M4 (StochMod) Stochastische Modelle	15
ILS-M5 (DGM) Differentialgleichungsmodelle	16
ILS-M6 (MVBI) Mathematische Verfahren der Bioinformatik	17
ILS-P1 Grundlagen der Experimentalphysik 1	19
ILS-P2 Grundlagen der Experimentalphysik 2	20
ILS-P3 Grundlagen der Experimentalphysik 3	21
ILS-P4 Strukturphysik	22
ILS-P5 Physik der Biologischen Materie	23
ILS-B1 Grundlagen der Zellbiologie und Genetik	25
ILS-B2 Molekularbiologie	27
ILS-B3 Biochemie und Physiologie	29
ILS-B4 Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung.....	30
ILS-C1 Einführung in die Chemie	32
ILS-C2 Chemisches Praktikum	33
ILS-C3 Physikalische Chemie	34
ILS-I1 Optik und Mikroskopie.....	36
ILS-I2 Genomanalysen und Phylogenie.....	37
ILS-I3 Strukturbiologie und Kristallographie	38
ILS-I4 Metabolische Netzwerke	39
ILS-W3 Physikalisch Biologisches Wahlpflichtmodul	41
ILS-W1 Wahlpflichtmodul Computational Biology (Teil 1).....	42
ILS-W1 Wahlpflichtmodul Computational Biology (Teil 2).....	43
ILS-W2 Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul (Teil 1)	44
ILS-W2 Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul (Teil 2)	45
ILS-S Schlüsselqualifikationen	47
ILS-V Vertiefungsmodul	49
Bachelorarbeit	51

Betreuung des Bachelorstudienganges Integrated Life Sciences: Biologie, Biomathematik, Biophysik 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 A1-02.326
Tel. 09131/ 85 28057, E-Mail bio-studiendekan@fau.de

→ **Vorsitzender Prüfungsausschuss Bachelor Integrated Life Sciences: Biologie, Biomathematik, Biophysik** (Prüfungsfragen in den Studiengängen)

Prof. Dr. Ben Fabry

Department Biologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Henkestraße 91, 91052 Erlangen, Raum 02.072
Tel: 09131- 85 28818, E-Mail: bfabry@biomed.uni-erlangen.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. Christian Koch (Fachstudienberatung)

Department Biologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Staudtstraße 5, 91058 Erlangen
Tel. 09131 - 85- 28257, E-Mail christian.koch@fau.de

Präsentation des Bachelorstudienganges Integrated Life Sciences: Biologie, Biomathematik, Biophysik

Studienkonzept

In den ersten vier Semestern werden zu gleichen Teilen fundierte Kenntnisse der Biologie, Mathematik und Physik vermittelt (je 30 ECTS-Punkte). Die Lehreinheiten (Module) schließen dabei meist Rechenübungen und oder Laborpraktika ein. Zusätzlich wird bewusst der Schwerpunkt auf die Interdisziplinarität des Studiengangs gelegt. So gibt es spezifische integrierte Module, in denen die Inhalte durch Dozenten der verschiedenen Fachrichtungen gemeinsam gelehrt werden (20 ECTS-Punkte). Außerdem werden die Grundlagen der Chemie (15 ECTS-Punkte) vermittelt.

Die Schwerpunkte des Studiums liegen im Bereich

- Molekularbiologie, Zellbiologie, Strukturbiologie, Kristallographie
- Genetik und Genomik, „Computational biology“ und Bioinformatik
- Biomathematische Methoden zur Modellierung biologischer Vorgänge
- Strukturphysik, Biophysik, bildgebende Verfahren, Mikroskopie

Struktur des Studiengangs

Sem.	Mathematik	Physik	Biologie	Chemie	Integrierte Module	ECTS
1	Mathematik für Ingenieure I (7,5 ECTS) Statistische Methoden für ILS (2,5 ECTS)	Grundlagen der Experimental-physik 1 (5 ECTS)	Grundlagen der Zellbiologie & Genetik (7,5 ECTS)		Optik & Mikroskopie (5 ECTS)	30
2	Mathematik für Ingenieure II (5 ECTS)	Grundlagen der Experimental-physik 2 + 3 (je 5 ECTS)	Molekularbiologie (7,5 ECTS)	Einführung in die Chemie (5 ECTS) Chemisches Praktikum (5 ECTS)		30
3	Stochastische Modelle (5 ECTS)	Strukturphysik (7.5 ECTS)	Biochemie & Physiologie (7,5 ECTS)	Physikalische Chemie (5 ECTS)	Strukturbiologie & Kristallographie (5 ECTS) Genomanalyse & Phylogenie (5 ECTS)	32.5
4	Differentialgleichungsmodelle (5 ECTS) Mathematische Verfahren der Bioinformatik (5 ECTS)	Physik der Biologischen Materie (7.5 ECTS)	Zell-Zell-kommunikation, Signalverarbeitung & Entwicklung (7,5 ECTS)		Metabolische Netzwerke (5 ECTS)	32.5
	30 ECTS	30 ECTS	30 ECTS	15 ECTS	20 ECTS	
5	Wahlpflichtmodule (2 aus 3)					30
	Physikalisch Biologisches WPM (15 ECTS)	Computational Biology (Teil 1 + 2: je 7,5 ECTS)		Molekularbiologisches WPM (Teil 1 + 2: 5 und 10 ECTS)		
6	Vertiefungsmodul (5 ECTS)	Bachelorarbeit (12 ECTS) & Seminar (3 ECTS)		Schlüsselqualifikationen (5 ECTS)		25
						180

Studienverlaufsplan Bachelor ILS

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.	5. Sem.	6. Sem.		
MMSfN (ILS-M1): Mathematik für Integrated Life Sciences I	Mathematik für Ingenieure I (Kurs C)	4				10	5						<u>Portfolioprüfung:</u> PL: Klausur 90 Min. SL: freiwillige Hausaufgaben (7 von 14 Einzelaufgaben) mit Bonus auf die Klausur (unbenotet) SL: schriftliches Testat am Rechner 50 Min. (unbenotet)	1
	Übung zur Vorlesung Mathematik für Ingenieure I		2				1,5							
	Statistische Methoden für Integrated Life Sciences	1					2,5							
	Rechnerübung zur Vorlesung Statistische Methoden für Integrated Life Sciences		1				1							
MfN (ILS-M2): Mathematik für Integrated Life Sciences II	Mathematik für Ingenieure II (Kurs C)	4				5		3				<u>Portfolioprüfung:</u> PL: Klausur 90 Min. SL: freiwillige Hausaufgaben (7 von 14 Einzelaufgaben) mit Bonus auf die Klausur (unbenotet)	1	
	Übung zur Vorlesung Mathematik für Ingenieure II		2					2						
StochMod (ILS-M4): Stochastische Modelle	Stochastische Modelle	2				5			3			<u>Portfolioprüfung:</u> PL: Klausur einmal 90 Min. SL: wöchentliche Hausaufgaben (unbenotet)	1	
	Übungen zu Stochastische Modelle		1						1					
	Praktikum Stochastische Modelle			1						1				
(ILS-M5): Differentialgleichungsmodelle	Differentialgleichungsmodelle	2				5				3		<u>Portfolioprüfung:</u> PL: Klausur 90 Min. SL: wöchentliche Hausaufgaben (unbenotet)	1	
	Übungen zu Differentialgleichungsmodelle		2							2				
MVBI (ILS-M6): Mathematische Verfahren der Bioinformatik	Mathematische Verfahren der Bioinformatik	2				5				3		<u>Portfolioprüfung:</u> PL: Klausur 90 Min. SL: 7-10 Hausaufgaben (unbenotet)	1	
	Übungen zu Mathematische Verfahren der Bioinformatik		2							2				

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.	5. Sem.	6. Sem.		
ILS-P1: Grundlagen der Experimentalphysik 1	Grundlagen der Experimentalphysik 1	3				5	4					PL: Klausur 90 Min.	1	
	Übungen zu Grundlagen der Experimentalphysik 1		1				1							
ILS-P2: Grundlagen der Experimentalphysik 2	Grundlagen der Experimentalphysik 2	3				5		4				PL: Klausur 90 Min.	1	
	Übungen zu Grundlagen der Experimentalphysik 2		1					1						
ILS-P3: Grundlagen der Experimentalphysik 3	Praktikum Grundlagen der Experimentalphysik			3		5		5				SL: ca. 10 Protokolle mit Testat zu den Versuchen (unbenotet)	0	
ILS-P4: Strukturphysik	Strukturphysik	4				7,5			5			PL: Klausur 90 Min.	1	
	Übungen zu Strukturphysik		2						2,5					
ILS-P5: Physik der Biologischen Materie	Physik der Biologischen Materie	3				7,5				4		PL: Klausur 90 Min.	1	
	Übungen zu Physik der Biologischen Materie		3							3,5				
ILS-B1: Grundlagen der Zellbiologie und Genetik	Grundlagen der Zellbiologie und Genetik	5				7,5	7,5					PL: Klausur 90 Min.	1	
ILS-B2: Molekularbiologie	Molekularbiologie	3				7,5		3,5				<u>Portfolioprüfung:</u> PL: Klausur 90 Min. SL: ca. 10 Protokolle mit Testat (unbenotet)	1	
	Übungen zur Molekularbiologie		5						4,0					
ILS-B3: Biochemie und Physiologie	Biochemie und Physiologie	3				7,5			4,0			<u>Portfolioprüfung:</u> PL: Klausur 90 Min. SL: ca. 3 Protokolle (unbenotet)	1	
	Übungen zur Biochemie und Physiologie		3							3,5				
ILS-B4: Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung	Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung	3				7,5				4		<u>Portfolioprüfung:</u> PL: Klausur 90 Min. SL: 4 Protokolle (unbenotet)	1	
	Übungen zu Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung		3								3,5			

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.	5. Sem.	6. Sem.		
ILS-C1: Einführung in die Chemie	Allgemeine Chemie	4				5		3					PL: Klausur 120 Min.	1
	Übungen zu Allgemeine Chemie		3					2						
ILS-C2: Chemisches Praktikum	Chemisches Praktikum			1,5		5		3					SL: ca. 10 Protokolle (unbenotet)	0
	Seminar zum Chemischen Praktikum				0,5			2						
ILS-C3: Physikalische Chemie	Grundlagen der Physikalischen Chemie	2				5			2,5				PL: Klausur 90 Min.	1
	Übungen zu Grund-lagen der Physikalischen Chemie				2				2,5					
ILS-I1: Optik und Mikroskopie	Optik und Mikroskopie	1				5	1						PL: Benotetes Protokollheft	1
	Übungen zu Optik und Mikroskopie		4				4							
ILS-I2: Genomanalysen und Phylogenie	Genomanalysen und Phylogenie	2				5			2,5				<u>Portfolioprüfung:</u> PL: Klausur 90 Min. SL: Projektarbeit mit Kurzvortrag 15 Min. (unbenotet)	1
	Praktikum zu Genomanalysen und Phylogenie			3					2,5					
ILS-I3: Strukturbiologie und Kristallographie	Strukturbiologie und Kristallographie	2				5			2				<u>Portfolioprüfung:</u> PL: Klausur 60 Min. (80% der Modulnote) PL: Protokollhefte (20 % der Modulnote)	1
	Übungen zu Strukturbiologie		2						1,5					
	Übungen zu Kristallographie		2						1,5					
ILS-I4: Metabolische Netzwerke	Metabolische Netzwerke	2				5				3			PL: Klausur 90 Min.	1
	Übungen zu Metabolische Netzwerke		2							2				

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.	5. Sem.	6. Sem.		
Physikalisch Biologisches Wahlpflichtmodul	Vorlesungen zu modernen Anwendungen Bio-physikalischer Methoden	2				15					5		PL: ca. 9-10 benotete Kolloquien und benotete Protokolle	1
	Praktikum und Seminar zu modernen Anwendungen Bio-physikalischer Methoden			11							10			
Wahlpflichtmodul „Computational Biology“ (Teil 1)	Computational Biology Teil 1	2				7,5					3		Portfolioprüfung: PL: Klausur 90 Min. (80% der Modulnote) PL: Seminarvortrag ca. 20 Min. (20% der Modulnote)	1
	Übung und Seminar zu Computational Biology Teil 1		4,5							4,5				
Wahlpflichtmodul „Computational Biology“ (Teil 2)	Computational Biology Teil 2	2				7,5					3		Klausur 90 Min.	1
	Übung zu Computational Biology Teil 2		2,5	2						4,5				
Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul¹⁾ (Teil 1)	Vorlesung	2				5					5		PL: Klausur 45 Min.	2
Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul¹⁾ (Teil 2)	Übung mit Seminar		13			10					10		Portfolioprüfung gemäß jeweiliger Modulbeschreibung ²⁾	1
Schlüsselqualifikationen³⁾	modulabhängig	4				5						5	SL: modulabhängig (unbenotet)	0
Vertiefungsmodul	Übungen und Seminare aus dem Bereich in dem die Bachelorarbeit angefertigt wird	4				5						5	SL: Protokollheft bzw. ⁴⁾ Hausaufgaben (unbenotet)	0
Bachelormodul	Seminar zum Bachelormodul					15						3	PL: Schriftliche Arbeit SL: Kurzvortrag ca. 20 Min. (unbenotet)	1
	Bachelorarbeit											12		
Summe SWS:		69	48-54	8,5-21,5	2,5									
		Summe ECTS:				180	27,5	32,5	32,5	32,5	27,5	27,5		

¹⁾ Angebot der Fachmodule aus dem Studiengang Bachelor Biologie.

²⁾ Art und Umfang der Prüfung sowie die Einordnung der Leistungen als Prüfungs- und/oder Studienleistungen sowie deren Gewichtung zur Berechnung der Modulnote sind abhängig vom jeweils gewählten Modul und dem Modulhandbuch zu entnehmen. Eine Prüfung des Molekularbiologischen Wahlpflichtmoduls wird in der Regel in Form einer Portfolioprüfung abgehalten, welche sich aus einer Klausur (45 Min.), einem Seminarvortrag (20 Min.) sowie einem Protokoll über die Versuche des Übungsteils zusammensetzt.

³⁾ Veranstaltungen aus dem Angebot an Schlüsselqualifikationen der Universität Erlangen-Nürnberg. Alternativ ein Englischsprachkurs oder ein anderes Angebot aus den Vorschlägen des Prüfungsausschusses.

⁴⁾ Welche Studienleistung im Vertiefungsmodul verlangt wird, richtet sich nach dem gewählten Fach, bzw. dem zuständigen Betreuer.

Modulbezeichnungen

Pflichtmodule aus dem Bereich der Mathematik

1	Modulbezeichnung	MfILS I (ILS-M1) : Mathematik für Integrated Life Sciences I	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Mathematik für Ingenieure I (4 SWS) UE: Übung zur VL Mathematik für Ingenieure I (2 SWS) VORL: Statistische Methoden für Integrated Life Sciences (1 SWS) UE: Rechnerübung zur VL Methoden für Integrated Life Sciences (1 SWS)	
3	Dozent/en	Dr. S. Kräutle, Prof. Dr. C. Richard,	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. S. Kräutle
5	Inhalt	<p>Mathematik für Ingenieure I: Grundlagen: Aussagenlogik, Mengen, Relationen, Abbildungen Zahlensysteme: natürliche, ganze, rationale und reelle Zahlen, komplexe Zahlen Vektorräume: Grundlagen, Lineare Abhängigkeit, Spann, Basis, Dimension, euklidischer Vektor, und Untervektorräume, affine Räume Matrizen, Lineare Abbildungen, Lineare Gleichungssysteme: Matrixalgebra, Lösungsstruktur linearer Gleichungssysteme, Gauß-Algorithmus, inverse Matrizen, Matrixtypen, lineare Abbildungen, Determinanten, Kern und Bild, Eigenwerte und Eigenvektoren, Basis, Ausgleichsrechnung Grundlagen Analysis einer Veränderlichen: Grenzwert, Stetigkeit, elementare Funktionen, Umkehrfunktionen Statistische Methoden für Integrated Life Sciences: Beschreibende Statistik: ein- und zweidimensionale Stichproben, Lagemaße, Kovarianz, Korrelation, lineare Regression Wachstumsmodelle: lineares, exponentielles, logistisches Wachstum, Allometrie Anpassung von Modellen an Daten: lineare Regression, logarithmische und doppellogarithmische Transformation Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie: Binomialverteilung, Normalverteilung, Poissonverteilung, Zusammenhänge zwischen diesen Verteilungen Beurteilende Statistik: Testen und Schätzen Sequence-Alignment: Needleman-Wunsch Algorithmus</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die grundlegenden Begriffe und Strukturen der Mathematik und können diese erklären; • sind in der Lage, den Aufbau des Zahlensystems darzustellen; • sind fähig, sicher mit Vektoren und Matrizen umzugehen und diese zu beschreiben; • können Lösungsmethoden zu linearen Gleichungssystemen anwenden • verstehen die Grundlagen der Analysis und der mathematisch exakten Analysemethoden und können diese erklären; • können Beweistechniken in o. g. Bereichen anwenden und sind zu strukturiertem Denken fähig; • können Aspekte des Wechselspiels zwischen mathematischer Modellierung und der Auswertung von Daten in relevanten Situationen der Lebenswissenschaften erklären; • sind in der Lage, professionelle Statistiksoftware anzuwenden, um einfache biologische Prozesse zu modellieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen wird Schulwissen in Mathematik
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (90 Min) SL: freiwillige Hausaufgaben mit Bonus auf die Klausur (unbenotet) SL: Schriftl. Testat am Rechner (50 Min., unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100 % der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS

13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 120 h, Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik für Ingenieure: Skripte des Dozenten • W. Merz, P. Knabner, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler: Lineare Algebra und Analysis in R, Springer, 2013 • K. Finck von Finckenstein, J. Lehn et al. • Arbeitsbuch für Ingenieure, Band I, Teubner • Modellbildung und Statistik. G. Keller, Mathematik in den Life Sciences, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2011

1	Modulbezeichnung	MfN (ILS-M2): Mathematik für Integrated Life Sciences II	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Mathematik für Ingenieure II (4 SWS), UE: Übungen zur Vorlesung Mathematik für Ingenieure II (2 SWS)	
3	Dozent/en	Dr. S. Kräutle	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. S. Kräutle	
5	Inhalt	<p>Differentialrechnung einer Veränderlichen: Ableitung mit Rechenregeln, Mittelwertsätzen, L'Hospital, Taylor-Formel, Kurvendiskussion</p> <p>Integralrechnung einer Veränderlichen: Riemann-Integral, Hauptsatz der Infinitesimalrechnung, Mittelwertsätze, Partialbruchzerlegung, uneigentliche Integration</p> <p>Folgen und Reihen: Reelle und komplexe Zahlenfolgen, Konvergenzbegriff und -sätze, Folgen und Reihen von Funktionen, gleichmäßige Konvergenz, Potenzreihen, iterative Lösung nicht-linearer Gleichungen</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Differential- und Integralrechnung einer reellen Veränderlichen sicher anwenden und Berechnungen vornehmen; • sind befähigt, mit mathematischen Modellen umzugehen und diese anzuwenden; • können den Konvergenzbegriff bei Folgen und Reihen erklären; • sind in der Lage, mit Grenzwerten zu rechnen; • können Beweistechniken in o. g. Bereichen sicher anwenden und sind zu strukturiertem Denken fähig. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Besuch der Vorlesung Mathematik für Ingenieure I wird empfohlen.	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Integrated Life Sciences	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (90 Min) SL: freiwillige Hausaufgaben mit Bonus auf die Klausur (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	100% der Klausurnote	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 h, Eigenstudium: 60 h;	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skripte des Dozenten • W. Merz, P. Knabner, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler: Lineare Algebra und Analysis in R, Springer, 2013 • K. Finck von Finckenstein, J. Lehn et al. • Arbeitsbuch für Ingenieure, Band I, Teubner 	

1	Modulbezeichnung	StochMod (ILS-M4) Stochastische Modelle	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Stochastische Modelle (2 SWS) UE: Übungen zu Stochastische Modelle (1 SWS), Anwesenheitspflicht selbständige Bearbeitung von Übungsaufgaben PR: Praktikum Stochastische Modelle (1 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Dr. A. Depperschmidt, Prof. C. Richard	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. A. Depperschmidt
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung (Wahrscheinlichkeitsräume, wichtige Verteilungen, Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeit, Zufallsvariable) • Elementare stochastische Prozesse (Markovketten, Verzweigungsprozesse, Moranmodell, stochastische Räuber-Beute Modelle) • Theoretische und konzeptionelle Grundlagen der mathematischen Statistik (Schätzungen, Testen, Datenanalyse)
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können selbständig die formalen Konzepte erarbeiten, die im Umgang mit der Modellierung von stochastischen Vorgängen erforderlich sind; • können in einer Gruppe ihren Lösungsvorschlag für ein nicht triviales stochastisches Problem angemessen erklären und alternative Lösungsvorschläge erfolgreich vergleichen; • können die erlernten stochastische Konzepte und Modelle in konkreten Fragestellungen innerhalb eines vorgegebenen Zeitrahmens mit dem Rechner modellieren und erschöpfend analysieren; • sind in der Lage statistische „Kochrezepte“ und Vorgehensweise kritisch zu hinterfragen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences, B.Sc. Geowissenschaften, Lehramtsstudium (Gymnasium) der Informatik, wenn das zweite Fach nicht Mathematik ist.
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (90 Min) SL: wöchentlich 1 Übungsblatt (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Vorlesungsskript

1	Modulbezeichnung	(ILS-M5) Differentialgleichungsmodelle	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Differentialgleichungsmodelle (2 SWS) UE: Übungen zu Differentialgleichungsmodelle (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. P. Knabner, W. Merz	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. P. Knabner
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Biologie: Modelle aus GDG (gewöhnliche Differentialgleichungen) oder PDG (partielle Differentialgleichungen) • Numerische Verfahren für Anfangswertaufgaben für GDG • Softwarenutzung zur Netzwerksimulation • Diffusionsgleichung stationär und instationär • Transportgleichung und Konvektions- Diffusionsgleichung.
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können numerische Verfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen in den Grundlagen erklären, sodass sie Simulationen mit gegebener Software kritisch bewerten können • können mit der in der Übung verwendeten Software zielorientiert umgehen • beherrschen die Modelle aus partiellen Differentialgleichungen soweit, dass sie biologische Phänomene einem Gleichungstyp zuordnen können
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences, Lehramtsstudium (Gymnasium) der Informatik, wenn das zweite Fach nicht Mathematik ist.
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (90 Min) SL: wöchentliche Übungsblätter/Hausaufgaben (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	<p>-Vorlesungsskript zu diesem Modul, - Eck, Ch., Garcke, H., Knabner, P, Mathematische Modellierung, Springer Verlag, 2008 -Merz, W., Knabner, P., Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Lineare Algebra und Analysis in \mathbb{R}, Springer Verlag, 2013. -Merz, W., Knabner, P., Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2: Analysis in \mathbb{R}^n und gewöhnliche Differentialgleichungen, Springer-Verlag, 2017.</p>

1	Modulbezeichnung	MVBI (ILS-M6) Mathematische Verfahren der Bioinformatik	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Mathematische Verfahren der Bioinformatik (2 SWS) UE: Übungen zu Übung zu Mathematische Verfahren der Bioinformatik (2 SWS)	
3	Dozent/en	N.N.	

4	Modulverantwortliche/r	N.N.
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Monte Carlo Simulationen • Markov Modelle (MCMC Uniform Sampling Algorithmus, Zielverteilungs-Sampler/Metropolis Algorithmen, Simulated Annealing) • Hidden Markov Modelle (Bewertungsproblem, Erkennungsproblem, Trainingsproblem, Semi-Markov Modelle) • Machine Learning (Neuronale Netze, Support Vector Machines, Klassifikation) • Faktoranalyse, Principal Component Analysis, Independent Component Analysis, zugehörige Algorithmen • Micro Arrays (Normalisierung) <p>UE Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken aus der Vorlesung erfolgt durch praktische Übungen am Rechner (MATLAB) sowie Vorstellung und Diskussion wöchentlicher Hausaufgaben in der Gruppe.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, diskrete Optimierungsalgorithmen der Bioinformatik und ihre Implementation umfassen zu erklären und diskutieren; • sind fähig, die algorithmischen Ergebnisse im Kontext großer Datenmengen und stochastischer Modellvorstellungen angemessen zu interpretieren; • können die Vorlesungsinhalte in computergestützten Übungen praktisch, zielorientiert umsetzen; • sind zum problemorientierten analytischen Denken befähigt; • erweitern aufgrund der Kommunikationsfähigkeit ihre Selbstkompetenzen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences, B.Sc. Mathematik
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (90 Min) SL: 7-10 Übungsblätter/Hausaufgaben (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Hütt, Dehnert: Methoden der Bioinformatik, Springer Haubold, Wiehe: Introduction to Computational Biology - An Evolutionary Approach, Birkhäuser

Pflichtmodule aus dem Bereich der Physik

1	Modulbezeichnung	ILS-P1 Grundlagen der Experimentalphysik 1	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Grundlagen der Experimentalphysik 1 (3 SWS) UE: Übungen zu Grundlagen der Experimentalphysik 1 (1 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. Dr. A. Schneider	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Schneider
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Mechanik: -- Messungen, Einheiten, Dimensionen, Größenordnungen -- Bewegungen in einer Raumdimension -- Bewegungen in drei Raumdimensionen -- Newtonsche Gesetze: Kraft -- Arbeit, Energie, Leistung -- Schwerpunkt, Impuls, Stoßprozesse -- Drehbewegungen -- Gravitationsgesetz -- Mechanik deformierbarer Körper, Flüssigkeiten, Gase • Schwingungen und Wellen (ungedämpfte, gedämpfte sowie erzwungene Schwingungen, Überlagerung, Wellenausbreitung, Beugung, geometrische Optik) • Thermodynamik: -- Temperatur, ideales Gas -- Kinetische Gastheorie -- Reales Gas, Phasendiagramm -- Wärmekapazität, Schmelz-, Verdampfungsenergie -- Wärmeleitung, Wärmestrahlung -- Wärmekraftmaschinen, Wirkungsgrad
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Grundlagen der Experimentalphysik darstellen; • verstehen und nachvollziehen, wie Naturvorgänge auf grundlegende Naturgesetze zurückgeführt werden können; • sind fähig, durch Üben, das erlernte Wissen auf spezielle Situationen und Fragestellungen anzuwenden; • erwerben die Kompetenz des analytischen Denkens als Mittel zur exakten Beschreibung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: E-Prüfung im Frage Antwortverfahren (90 Min)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Jede Einführung in die Experimentalphysik für Ingenieure oder Naturwissenschaftler ist geeignet, z.B. Halliday, „Physik“ (Bachelor-Edition), Wiley

1	Modulbezeichnung	ILS-P2 Grundlagen der Experimentalphysik 2	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL : Grundlagen der Experimentalphysik 2 (3 SWS) UE: Übungen zu Grundlagen der Experimentalphysik 2 (1 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. Dr. A. Schneider	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Schneider
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrizität und Magnetismus (Ladung, elektr. Feld, Strom, Magnetismus und instationäre Felder, Wechselströme) • Nichtklassische Physik (Atomaufbau, Wellenmechanik, Röntgenstrahlung und Photonen, Atomkern) • Festkörperphysik (Elektronische Zustände in Festkörpern, Elektr. Leitfähigkeit in Halbleitern, Halbleiterbauelemente) • Moderne Physik: -- Energie-Masseäquivalenz -- Quanteneigenschaften des Lichts -- Quantenmechanik -- Eindimensionale Potentiale -- Atomphysik -- Molekülphysik -- Kern- und Elementarteilchenphysik
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Grundlagen der Experimentalphysik darstellen; • verstehen und nachvollziehen, wie Naturvorgänge auf grundlegende Naturgesetze zurückgeführt werden können; • sind fähig, durch Üben, das erlernte Wissen auf spezielle Situationen und Fragestellungen anzuwenden; • erwerben die Kompetenz des analytischen Denkens als Mittel zur exakten Beschreibung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: E-Prüfung im Frage Antwortverfahren (90 Min)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Jede Einführung in die Experimentalphysik für Ingenieure oder Naturwissenschaftler ist geeignet, z.B. Halliday, „Physik“ (Bachelor-Edition), Wiley

1	Modulbezeichnung	ILS-P3 Grundlagen der Experimentalphysik 3	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	PR: Praktikum zu Grundlagen der Experimentalphysik (3 SWS) Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. Dr. B. Fabry; Dr. J. Hößl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Schneider	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Franck-Hertz-Versuch • Reales Gas • Heißluftmotor • Solarenergie/Windenergie • Röntgenstrahlung 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind fähig, durch Üben und Praktizieren, das erlernte Wissen auf spezielle Situationen und Fragestellungen anzuwenden; • sind durch regelmäßige aktive Teilnahme fähig, die Praktikumsversuche selbständig durchzuführen und dabei die Messmethoden für physikalische Größen anzuwenden; • sind fähig, die dazu notwendigen Messgeräten zu bedienen; • können physikalischer Experimente protokollieren und auswerten; • sind anvertraut mit den Sicherheitsrichtlinien des Physiklabors; • erwerben die Kompetenz des analytischen Denkens als Mittel zur exakten Beschreibung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	SL: 10 Protokolle mit Testat zu den Versuchen im Praktikum (ca. 30 Seiten, unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote		
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 h, Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Jede Einführung in die Experimentalphysik für Ingenieure oder Naturwissenschaftler ist geeignet, z.B. Halliday, „Physik“ (Bachelor-Edition), Wiley	

1	Modulbezeichnung	ILS-P4 Strukturphysik	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Strukturphysik (4 SWS) UE : Übungen zu Strukturphysik (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. Dr. T. Unruh	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. T. Unruh	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Prinzipien der Symmetriellehre • Kristallstrukturen • Prinzipien der Strukturbildung • Beugung an periodischen Strukturen • Phononen in Festkörpern • Elektronische Zustände in Festkörpern • Optische und dielektrische Eigenschaften • Grenzflächenstrukturen. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Grundlagen über den strukturellen Aufbau fester Körper und der experimentellen Methoden zu dessen Bestimmung darstellen und erklären; • können grundlegende thermische, elektrische und dielektrische Eigenschaften von Festkörpern beschreiben und ihren Bezug zu atomaren Strukturen erklären; • sind in der Lage, die Grundlagen der physikalischen Eigenschaften von Grenzflächen zu erklären; • sind befähigt, das theoretische Fachwissen im Bereich der Strukturphysik in den praktischen Übungen anzuwenden. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: E-Prüfung im Frage-Antwort Verfahren (90 Min)	
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 h, Eigenstudium: 135 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Borhardt-Ott, Einführung in die Kristallographie, Springer Verlag • Ch. Kittel, Festkörperphysik, Oldenburg Verlag • Ibach & Lüth, Festkörperphysik, Springer-Lehrbuch 	

1	Modulbezeichnung	ILS-P5 Physik der Biologischen Materie	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Physik der Biologischen Materie (3 SWS) UE : Übungen zu Physik der Biologischen Materie (3 SWS)	
3	Dozent/en	Profs. B. Fabry, K. Mecke, Drs. C. Metzner, G. Schröder-Turk	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. B. Fabry
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Kontinuumsmechanik • Thermodynamik elastischer Deformationen • Diffusionsvorgänge in biologischen Medien • Molekulare Motoren • Modelle der Muskelkontraktion • Komponenten des Zellskeletts • Rheology biologischer Materie.
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, Grundlagen der Biophysik mit Schwerpunkt molekularer Fragestellungen darzustellen und zu erklären; • können bestimmte physikalische Vorgänge (Diffusion, Deformation) in biologischen Medien nachvollziehen; • können Modelle der Muskelkontraktion verstehen und anwenden; • sind fähig, das theoretische Fachwissen im Bereich der Physik biologischer Materie in den praktischen Übungen anzuwenden.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	ILS-P1 ist empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (ca. 90 Min)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 h, Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton, Jonathon Howard, Sinauer Associates, Sunderland, MA

Pflichtmodule aus dem Bereich der Biologie

1	Modulbezeichnung	ILS-B1 Grundlagen der Zellbiologie und Genetik	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Biologie 1 (5 SWS)	
3	Dozent/en	Profs. P. Dietrich, M. Frasch, C. Koch,	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. M. Frasch
5	Inhalt	<p>Biomoleküle (Koch)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende chemische Eigenschaften von Wasser und einfacher organischer Moleküle, Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Carbonsäuren, Ester, Amine. Eigenschaften von Aminosäuren, Aufbau von Proteinen, Sekundärstrukturen, Wasserstoffbrückenbindungen, Isolelektrischer Punkt, Proteinfaltung, einfache Methoden zur Proteinanalytik,- Struktur von einfachen Zuckern, Zuckerderivaten und Polysacchariden • Struktur und Funktionen von Nukleinsäuren, DNA Struktur, Komplexität und Topologie der DNA in verschiedenen Organismen, Organellen, Viren und Plasmiden, DNA Komplementarität, Hybridisierung und einfache Methoden zur DNA Charakterisierung. Struktur und Funktionen unterschiedlicher RNA Moleküle, mRNA, tRNA rRNA, und RNA als Katalysator • Struktur und Eigenschaften von Lipiden, Membranaufbau, Proteine in Membranen und Grundlagen des Transports über Membranen,- Sequenzvergleiche homologer Proteine. <p>Zellbiologie (Dietrich)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Geschichte der Zellbiologie (Entwicklung der Mikroskopie, Zelle, Gewebe, Organe etc.) • Zellwand und Extrazelluläre Matrix (Glukosaminoglukane, Kollagen, Elastin, Fibronectin, Cellulose, Pektin, Lignin, Hydroxyprolinreiche Glykoproteine, Lipopolysaccharide, Murein, Teichonsäuren, Pseudomurein, S-Layers) • Plasmamembran (Funktion, Bausteine, Proteinanteil, Transport, ATPasen, Energetisierung, Rezeptoren, Signalleitung, <i>second messenger</i> etc.) • Zell/Zell-Verbindungen (Tight Junctions, Desmosomen, Gap Junctions, Synapsen, Plasmodesmata, elektrische Kopplung etc.) • Vakuole der Pflanzelle (Aufbau, Funktionen, Speicherung, Energetisierung etc.) • Lysosom der Tierzelle (Aufbau, Funktionen, Energetisierung etc.) • Peroxysomen (Aufbau, typische Reaktionen, Funktionen in Tier und Pflanze) • Plastiden (verschiedene Typen, Entstehung, Funktionen, Speicherung, Farbgebung, Photosynthese, Biosynthesen, Aufbau, Plastom, ATP-Synthese etc.) • Mitochondrien (Entstehung, Funktionen, Chondriom, ATP-Synthese etc.) • Ribosomen (Funktion, Polysomen, 70S <i>versus</i> 80S Ribosomen, Ribosomen von Mitochondrien und Plastiden, rRNA etc.) • Endoplasmatisches Reticulum (rau, glatt, unterschiedliche Aufgaben, Proteinsynthese und -modifikation, Sekretion, Signal Recognition Particle etc.) • Golgi-Apparat (Proteinmodifikationen, Sekretion etc.) • Zellkern (Funktion, Chromatin, Nukleosomen, Histone, DNA, Kernhülle, Kernporen etc.) • Zytoplasma, Zytosol und Zytoskelett (Mikrotubuli, Aktin, Intermediärfilamente, Motorproteine, Dyneine, Kinesine, Myosine, Muskelzelle und Muskelbewegung) • eukaryontische Geißeln und prokaryontische Flagellen (Aufbau, Axonema, Basalkörper, Centriolen, Mikrotubuli, Flagellenmotor, Mechanismen des Antriebs, Chemotaxis etc.). <p>Genetische Grundlagen (Frasch)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wachstum und Teilung (Genom/Zytoplasma Relation, Syncytium, Plasmodium, Zellzyklus, Mitosephasen, Checkpoints, Replikation) • Genexpression, Zytogenetik und Sexualität (Transkription und RNA Processing, Genomorganisation bei Pro- und Eukaryoten, sichtbare und aktive Strukturen der Chromosomen in der Interphase, Nukleolus, Lampenbürstenchromosomen, Polytäanchromosomen, Bedeutung der Sexualität, Generationswechsel, Meiose, Mechanismen der Neukombination) • Klassische Genetik (Genbegriff, Gen und Phän, Allelbegriff, Mutation und Selektion, Genpool, dominante und rezessive Merkmale, Mendel-Regeln, Genkopplung, Genkarten) • Molekulare Genetik (Genregulation, Transkriptionsfaktoren) • Entwicklung (Differenzierung und Determination, Zygotengröße und Furchungstypen,

		Invertebraten- und Vertebratenmodelle der Entwicklung, Gastrulation und Keimblätter, Epithel und Mesenchym, Organogenese, Entwicklungsgene, Kontrollgene als Transkriptionsfaktoren, Signaltransduktion und Induktion, Genkaskade bei Drosophila, Keimbahn & Soma, Stammzellkonzept, Zelltod, Krebs).
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Grundlagen der Biochemie darstellen insbesondere die Struktur und Funktionen von Zuckern, Proteinen und Nukleinsäuren (insb. DNA); • sind in der Lage, die Merkmale und Unterschiede der Zellen von Archaeen, Bakterien, Pilzen, Pflanzen und Tieren darzustellen und die Zellbestandteile- und –bausteine zu benennen und zuzuordnen; • sind fähig, biochemische Aufgaben und Funktionen der Zelle zuzuordnen • können das Grundlagenwissen der Genetik und Entwicklungsbiologie anwenden und verstehen die Rolle des Genoms für die Funktion und Entwicklung von Lebewesen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: E-Prüfung im Frage-Antwort Verfahren (90 Min.)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 75 h, Eigenstudium: 150 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	B. Alberts: Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie; W. Nultsch: Allgemeine Botanik

1	Modulbezeichnung	ILS-B2 Molekularbiologie	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Molekularbiologie und Genomik (3 SWS) Ü: Molekularbiologische Übungen (5 SWS, 3 SWS Laborübungen und 2 SWS eLearning Übung), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Profs. C. Koch, T. Winkler, Drs. M. Biburger, H. Busch, F. Klebl, N. Tegtmeyer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. T. Winkler ; Prof. Dr. C. Koch	
5	Inhalt	<p>Molekularbiologie und Genomik DNA Struktur, Historische Experimente, biochemische Aktivitäten von DNA Polymerasen (DNAPOLI vs. DNAPOLIII), Prozessivität, Nukleotid Synthese, Enzyme der Replikationsgabel, Telomerase, DNA Topologie und Topoisomerasen, Mutation und Reparaturenzyme, RNA-Polymerase von E.coli, Lac-Operon, Nukleäre RNA Polymerasen der Eukaryonten, Struktur ribosomaler RNAs und Aufbau von rRNA Genen in Pro- und Eukaryonten, Sekundärstruktur von RNA, RNA Prozessierung (RNAaseP), Grundlagen des RNA Spleißens (snRNAs), Selfsplicing, t-RNA Struktur und t-RNA Aktivierung, Proteinbiosynthese, Translationsinitiation in Prokaryonten (rbs) und Eukaryonten (eIF4E), Funktion von G-Proteinen bei der Translation. RNA als Katalysator. Struktur von Pro- und Eukaryontengenomen, Methoden der Sequenzierung von Genomen, Genkartierung, physikalische und genetische Genkarten, genetische Marker, monogenetische und komplexe Vererbungen und Erbkrankheiten des Menschen, genetische Fingerabdrücke, genetische Diagnostik, Hochdurchsatzmethoden der funktionellen Genomik (Arraytechniken).</p> <p>Praktische Übungen, Molekularbiologische Methoden DNA-Isolation, Klonierung einer Genbank, Restriktionsverdau, DNA-Gelelektrophorese, PCR, Isolierung von Stoffwechsel-mutanten der Bäckerhefe, Komplementationsgruppen, Plasmidkomplementation, RT-PCR).</p> <p>eLearning Übung: Übungen zur praktischen Anwendung von „digitalen Werkzeugen“. Biologische Datenbanken, Arbeiten mit Sequenzen, Datenanalyse und wissenschaftliche Dokumentation, domänenspezifische IT-Kompetenz.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Grundlagen der Molekularbiologie und Biochemie darstellen und erklären; • sind fähig, die Grundlagen und Methoden der Genomik zu erklären und verstehen die Rolle des Genoms für die Funktion und Entwicklung von Lebewesen; • sind aufgrund der regelmäßigen und aktiven Teilnahme in der Lage, die molekularbiologische Grundmethoden auf ausgewählte Beispiele selbständig anzuwenden und mit molekularbiologischen Laborgeräten umzugehen; • verstehen die Prinzipien molekularbiologischer Arbeitstechniken und können das Wissen bei den ausgewählten Versuchen, deren Protokollierung und Auswertung anwenden; • beherrschen den Umgang und das sterile Arbeiten mit Mikroorganismen; welches Voraussetzungen für alle molekularbiologischen, mikrobiologischen Arbeiten sowie der Zellkulturtechnik ist; • sind sich in ihrem Handeln der ethischen Verantwortung bewusst; • recherchieren schnell und zielgerichtet biologische Fragestellungen; • formulieren Datenbankabfragen und verstehen die Suchergebnisse; • erstellen aussagekräftige wissenschaftliche Abbildungen; • wenden ihr biologisches Wissen bei der Nutzung digitaler Werkzeuge an; • organisieren ihr Lernen selbstständig; • arbeiten konstruktiv in Teams; • wenden das „Learning Management System“ StudOn aus der Lernperspektive an. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: gemeinsame Klausur (90 Min) SL: Protokollheft mit Testat ca. 50 Seiten (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote	

12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 120 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Molecular Biology of the Gene (Watson et al.)

1	Modulbezeichnung	ILS-B3 Biochemie und Physiologie	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Biochemie und Physiologie (3 SWS) UE: Übungen zu Biochemie und Physiologie (3 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. C. Koch, U. Sonnewald, A. Feigenspan; Dr. J. Hofmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. C. Koch
5	Inhalt	<p>Biochemie der Zelle (6 Wochen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enzyme: Kinetik, katalytische Mechanismen, Regulation (kovalent, nicht-kovalent) • Zentraler Energiestoffwechsel: Glykolyse, Gluconeogenese, Zitrat Zyklus, Respiration • Speicherstoffwechsel: Fettsäure-Oxidation, Speicherkohlenhydrate • Aminosäurestoffwechsel und Protein-Turnover. <p>Physiologie der Pflanze (4 Wochen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Photosynthese (Licht- und Kohlenstoffreaktionen) • Stofftransport (Xylem, Phloem, Zell-Zell Transport) • Wirkprinzipien von Phytohormonen • Sekundärstoffwechsel. <p>Physiologie der Tiere (4 Wochen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erregbare Zellen (Nervenzellen, Muskelzellen) • Synapsen (Rezeptoren, Kanäle, Transmitter) • Mechanismen der inter- und intrazellulären Signalleitung und Kommunikation. <p>Praktische Übungen</p> <p>Reinigung von Proteinen, Elektronentransport in der mitochondriellen Atmungskette, biochemische Charakterisierung von Enzymen, gelektrophoretische Trennverfahren zur Proteinanalytik, immunologischer Nachweis von Proteinen.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Regulationsprinzipien von Enzymen sowie deren Bedeutung für die Physiologie tierischer- und pflanzlicher Organismen in den Grundlagen darstellen und erklären; • können den Stoffwechsels von Zellen nachvollziehen und erklären; • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme in der Lage, grundlegende biochemische Experimente selbständig zu planen und durchzuführen; • können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • sind in der Lage, die Messergebnisse selbständig auszuwerten und fachgerecht zu protokollieren; • sind zur Teamarbeit befähigt.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: gemeinsame Klausur (90 Min) SL: Protokollheft ca. 30 Seiten (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS UE in der vorlesungsfreien Zeit (3 x 15 h)
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 h, Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Informationsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung des Stoffes auf dem Portal StudOn (https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=cat_1104) und als Kopien zur Verfügung gestellt.

1	Modulbezeichnung	ILS-B4 Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung (3 SWS) UE: Übungen zu Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung (3 SWS) Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. P. Dietrich, M. Frasch, M. Klingler, B. Kost, L. Nitschke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. M. Klingler
5	Inhalt	<p>Zell-Zellkommunikation und Signalverarbeitung Steuerung durch Hormone und Licht bei Pflanzen (Modell Arabidopsis). Einsatz von Reportertransgenen zur Analyse von Zellkommunikation und Signalleitung; Transformation pflanzlicher Zellen; Kommunikation zwischen Immunzellen, Signaltransduktion über Ca⁺⁺ bzw. Tyrosin-Phosphatasen (Lymphozyten). Verwendung von knock-out-Techniken in der Maus. Wnt-, TGF-β-, FGF und Hh-Signalwege in Embryonalentwicklung und Organogenese von <i>Drosophila</i>.</p> <p>Entwicklung und Differenzierung Übersicht über die Entwicklung von Pflanzen (Arabidopsis) mit den Schwerpunkten sexuelle Reproduktion, Embryogenese & Steuerung der Meristemaktivität. Verwendung von Vorwärts-Genetik, transgenen Pflanzen & RNA-Interferenz zur Untersuchung der Entwicklung. Embryonale Musterbildung (Segmentierung) und Organogenese (Muskulatur, Herz, Auge, Extremitäten) bei <i>Drosophila</i>. Genetische Grundlagen von Entwicklungsstörungen. Analyse regulatorischer Netzwerke: Expressionsveränderungen in mutanten Embryonen; klonale Analyse und Miss-Expressionssysteme.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die grundlegenden Prozesse der Signalleitung in Zellen, der Zell-Zellkommunikation und der Entwicklung erklären; • können die wichtigsten Modellsysteme, die für Untersuchungen in diesem Forschungsfeld verwendet werden, darstellen; • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme fähig, grundlegende Experimente der Entwicklungsbiologie selbständig zu planen und durchzuführen; • sind fähig, das erworbene Wissen mithilfe mikroskopischer Arbeitstechniken praktisch anzuwenden; • können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • können die Messergebnisse auswerten und fachgerecht protokollieren; • sind sich in ihrem Handeln der ethischen Verantwortung bewusst; • sind zur Teamarbeit befähigt.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: gemeinsame Klausur zur (90 Min) SL: Protokollheft ca. 40 Seiten (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 h, Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	E. Weiler/L. Nover: „Allgemeine und molekulare Botanik“ Thieme Verlag. Kühl, Gessert: Entwicklungsbiologie (UTB basics 2010, 25 €); Informationsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung des Stoffes auf dem Portal StudOn (https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=cat_1104) und als Kopien zur Verfügung gestellt.

Pflichtmodule aus dem Bereich der Chemie

1	Modulbezeichnung	ILS-C1 Einführung in die Chemie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Allgemeine Chemie (4 SWS) UE: Übungen zu Allgemeine Chemie (3 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. J. Schatz	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. Schatz
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Naturwissenschaftliche Grundlagen: Atombau , Chemische Bindungen , Zustandsformen der Materie, Heterogene Gleichgewichte. • Allgemeine Chemie: Chemische Reaktionen, Salzlösungen, Säuren und Basen, Oxidation und Reduktion, Energetik und Kinetik • Grundlagen der Organischen Chemie: Kohlenwasserstoffe, Verbindungsklassen, Naturstoffe (Kohlenhydrate, Fette, Aminosäuren) • Metallkomplexe
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Grundlagen chemischer Vorgänge mit Relevanz zu biologischen, biochemischen und medizinischen Systemen darstellen und erklären; • können chemische Reaktionen erkennen, einordnen und formal beschreiben; • sind fähig, grundlegende Prinzipien der Chemie anzuwenden und so das Ergebnis einfacher chemischer Transformationen vorherzusagen; • können chemische Verbindungen bezüglich ihrer Wirkung auf die belebte und unbelebte Natur einschätzen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (120 Min)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 105 h, Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Werden in der Veranstaltung bekannt gegeben/besprochen

1	Modulbezeichnung	ILS-C2 Chemisches Praktikum	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	PR: Chemisches Praktikum (1,5 SWS), Anwesenheitspflicht SEM: Seminar zum Chemischem Praktikum (0,5 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. J. Schatz	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. Schatz
5	Inhalt	Chemisches Praktikum in 10 Versuchstagen: Versuchstag 1: Sicherheitsunterweisung Versuchstag 2-3: Atombau und Chemische Bindung, Löslichkeit Versuchstag 4: Säuren und Basen Versuchstag 5: Redox – Reaktionen Versuchstag 6: Energetik/Kinetik Versuchstag 7: Kohlenwasserstoffe, funktionelle Gruppen Versuchstag 8-9: Carbonylverbindungen Versuchstag 10: Peptide und Metallkomplex
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können die Grundlagen chemischer Vorgänge mit Relevanz zu biologischen, biochemischen und medizinischen Systemen darstellen und erklären; • kennen grundlegende Arbeitstechniken der Chemie und sind befähigt, einfache chemische Versuche selbständig durchzuführen • verfügen über anwendbares Wissen zum Umgang mit Gefahrstoffen und Abfällen in chemischen Laboratorien • verstehen die Prinzipien organisch-chemischer Arbeitstechniken und sind befähigt diese bei der Durchführung der Versuche, deren Protokollierung und Auswertung anzuwenden; • sind zur Teamarbeit befähigt • verfügen über Fach- und Methodenkompetenzen durch Anwendung des im Modul ILS-C1 erworbenen Wissens in der Laborpraxis.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. (oder 3.) Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	SL: ca. 10 Protokolle
11	Berechnung Modulnote	unbenotet
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Werden in der Veranstaltung bekannt gegeben/besprochen

1	Modulbezeichnung	ILS-C3 Physikalische Chemie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Grundlagen der Physikalischen Chemie (2 SWS) UE: Übungen zu Grundlagen der Physikalischen Chemie (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. F. Gröhn	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. F. Gröhn	
5	Inhalt	<p>VORL:</p> <ol style="list-style-type: none"> 0. Einleitung: Was hat Physikalische Chemie mit ILS zu tun? 1. Ideale und reale Gase 2. Enthalpie und der 1. Hauptsatz der Thermodynamik 3. Entropie und der 2. Hauptsatz der Thermodynamik 4. Das chemische Potential 5. Phasengleichgewichte und Phasendiagramme 6. Selbstorganisation von Tensiden und Lipiden 7. Kinetik Chemischer Reaktionen (einschließlich Katalyse und Enzymkinetik) 8. Instrumentelle Analytik: wahlweise <ol style="list-style-type: none"> a) Spektroskopie <i>oder</i> b) Charakterisierung von Nanostrukturen 9. Einführung in die Elektrochemie. <p>UE: Anwendung der Gasgesetze; Thermodynamische Berechnungen und Herleitungen in Anlehnung an die Hauptsätze der Thermodynamik; Lesen, Aufstellen und Diskussion von Phasendiagrammen; Anwendung des chemischen Potentials; Diskussion der Mizellbildung; Herleitung von Geschwindigkeitsgesetzen chemischer Reaktionsmechanismen; Auswertung von Experimenten zur chemischen Kinetik; kurze Diskussion verschiedener Methoden zur Nanoteilchen-Charakterisierung; Berechnung der elektromotorischen Kraft einer galvanischen Zelle, Diskussion einfacher elektrochemischer Zusammenhänge (Elektrolyse, Batterie).</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die wichtigsten Größen und die Hauptsätzen der Thermodynamik und können diese auf physikalische und chemische Zustandsänderungen (auch im biologischen Zusammenhang) anwenden; • können die Zusammenhänge molekularer Effekte und intermolekularer Wechselwirkungen mit makroskopisch messbaren Größen erklären; • sind fähig, die Grundlagen der chemischen Kinetik dazustellen und können diese auf die Kinetik komplexer Reaktionen anwenden; • können die Grundlagen der Elektrochemie erklären; • verstehen ausgewählte Methoden der physikalisch-chemischen Analytik; • können die erlernten Kompetenzen auf ihr Lerngebiet übertragen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. und 4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (90 Min)	
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote	
12	Turnus des Angebots	VORL + UE im WS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 - 2 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	P.W. Atkins: Physikalische Chemie, Wiley VCH G. Wedler: Physikalische Chemie, Wiley VCH	

Integrierte Pflichtmodule

1	Modulbezeichnung	ILS-I1 Optik und Mikroskopie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Optik und Mikroskopie (1 SWS) UE: Übungen zu Optik und Mikroskopie (4 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Verantwortlich für den Teil "Physik": Prof. Dr. B. Fabry Verantwortlich für den Teil "Biologie": Prof. Dr. J. H. Brandstätter, Prof. Dr. G. Kreimer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. H. Brandstätter, Prof. Dr. B. Fabry	
5	Inhalt	<p>VORL: Geschichte und Anwendungen der Mikroskopie, Optik des Mikroskops, Abbildung mit Linsen, Auflösungsvermögen des Mikroskops, Augenmodell, Licht-, Video- und Elektronenmikroskopie, Kontrastverfahren, Aufbau und Funktionsweise von CCD-Kameras, Grafik-Formate und Bildkompression, Einführung in die Bildverarbeitung, Umgang mit dem Licht- und Fluoreszenzmikroskop.</p> <p>UE: Erlernen von Präparationstechniken, Beobachtung typischer anatomischer Grundstrukturen und Organelle, Färbetechniken und Nachweisverfahren, Interpretation elektronenmikroskopischer Aufnahmen.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Grundlagen verschiedener optischer Verfahren und ihre Anwendungen in der Physik und den Biowissenschaften darstellen und erklären; • sind befähigt, mikroskopische und ausgewählte zellbiologische Arbeitstechniken zu erklären und diese zur Charakterisierung von pflanzlichen und tierischen Zellen/Gewebe selbständig anzuwenden; • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen fähig, verschiedene Präparationstechniken anzuwenden und können sicher mit Mikroskopen umgehen; • können elektronenmikroskopische Aufnahmen interpretieren; • verstehen die Prinzipien zellbiologischer Arbeitstechniken und können das Wissen bei den ausgewählten Versuchen, deren Protokollierung und Auswertung anwenden; • sind zur Teamarbeit befähigt. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Protokollheft ca. 50 Seiten	
11	Berechnung Modulnote	Note des Protokollheftes	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 75 h, Eigenstudium: 75 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur		

1	Modulbezeichnung	ILS-I2 Genomanalysen und Phylogenie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Genomanalysen und Phylogenie (2 SWS) PR: Praktikum zu Genomanalysen und Phylogenie (3 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Verantwortlich für den mathematischen Teil: Profs. C. Richard Verantwortlich für den biologischen Teil: Prof. Dr. Böckmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. C. Richard
5	Inhalt	<p>VORL Teil 1 (Mathematik):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stochastische Modelle für Genomsequenzen (zufällige Sequenzen, Multinomialmodell, Markowmodell, empirische Untersuchung) • Mathematische Struktur von Genen und Proteinen, statistische Tests • Sequence alignment (globale Alignments, lokale Alignments, statistische Bewertung von Alignments, multiple Alignments, Algorithmen) • Versteckte Markowketten (Würfelmodell, wahrscheinlichste versteckte Kette) • Variation in DNA-Folgen (Mutations- und Substitutionsraten, Schätzen der genetischen Variabilität) • Mathematische Grundlagen phylogenetischer Bäume (Graphen und Bäume, Distanzen, Eigenschaften der Distanzmatrix, NJ-Algorithmus) • Rechnerübungen zur Vorlesung (Programmiersprache R) • Rekonstruktion phylogenetischer Bäume: Theorie und Anwendung (Software: R) <p>VORL Teil 2 (Biologie):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biologische Fragestellungen zu den Themen Genomdatenbanken, Sequenz-Alignments, phylogenetische Bäume und Hochdurchsatz-Expressionsanalysen • Fallbeispiele aus der aktuellen Forschung werden veranschaulicht <p>PR Teil 1 (Mathematik):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechnerübungen zu Inhalten der Vorlesung (Programmiersprache R) <p>PR Teil 2 (Biologie):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biologische Fallbeispiele zu Datenbanksuche, Alignments, Phylogenie werden am Rechner beispielhaft geübt (Software Matlab) • Es wird eine Projektarbeit zur Datenbanksuche, Sequenzalignments und phylogenetischer Analyse selbständig gelöst.
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind fähig, an Fallbeispielen Genomdatenbanken online zu nutzen • verstehen Alignment und Suchalgorithmen wie BLAST • sind in der Lage, erworbenes Wissen selbständig anzuwenden, eigene Ergebnisse angemessen darzustellen und zu interpretieren • können selbstständig eine Aufgabe aus dem Bereich Genomanalyse bearbeiten und in einem Kurzvortrag darstellen • erlernen die Anwendung spezieller Datenbankprogramme • erweitern aufgrund der Kommunikationsfähigkeit ihre Selbstkompetenzen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (90 Min) SL: Projektarbeit mit Kurzvortrag 15 Min. (unbenotete Studienleistung)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 75 h, Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Hütt, Dehnert: Methoden der Bioinformatik, Introduction to Computational Genomics Cristianini, Hahn: Introduction to Computational Genomics – A case studies approach.

1	Modulbezeichnung	ILS-I3 Strukturbiologie und Kristallographie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Einführung in die Strukturbiologie (2SWS) UE 1: Übungen Kristallographie (2 SWS) UE 2: Übungen Strukturbiologie (2 SWS) Anwesenheitspflicht bei den Übungen	
3	Dozent/en	Profs. Dr. R. Neder (Physik), Profs. R. Böckmann, Y. Muller (Biologie).	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Rainer Böckmann	
5	Inhalt	<p>VORL: Prinzipien des Strukturaufbaus biologischer Makromoleküle. Klassifizierung von Proteinstrukturen. Physikalische Wechselwirkungen in biologischen Makromolekülen und Moleküldynamikberechnungen. Grundlagen der Proteinthermodynamik. Wechselwirkung biologischer Makromoleküle mit Membranen. Elektromagnetische Strahlung, Wechselwirkung mit Materie als Funktion der Wellenlänge mit dem Schwerpunkt auf Röntgenstrahlung. Wellenoptik mit Fokus auf Beugung, Beugung am Gitter, Fouriertransformation. Grundlagen der Strukturbestimmung (Elektronendichte als Fouriersumme der Struktur Faktoren) Schritte bei der Durchführung der Röntgenstrukturanalyse von biologischen Makromolekülen.</p> <p>UE 1 Kristallographie: Probenvorbereitung, Datensatzaufnahme an einem Diffraktometer und Auswertung entweder von einem organischen Kristall oder einem organischen Langmuir Blodgett Schichtsystem.</p> <p>UE 2 Strukturbiologie: Hands-on Strukturbiologie mit Modellen. Elektronendichtekarten und Röntgenstrukturanalyse eines Steroid-bindenden Proteins, Molekularer Ersatz, Verfeinerung und Validierung von Kristallstrukturen, Rechenübungen, Einführung in bioinformatische Programme.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage die grundlegenden Konzepten der Strukturbiologie zu erklären • verstehen die Prinzipien des Strukturaufbaus, der Vielfalt der Strukturen, der physikalischen Wechselwirkungen in den Makromolekülen und der Thermodynamik von Proteinfaltungen und können diese erklären; • verstehen die gängigen Techniken zur Aufklärung des Aufbaus von molekularen und supramolekularen Strukturen und können diese darstellen • erlernen in den Übungen grundlegende Methoden der experimentellen Strukturaufklärung und den Umgang mit den dazu notwendigen Geräten • können Computerprogramme zur Strukturaufklärung anwenden, die Ergebnisse interpretieren sowie Schlussfolgerungen aus eigenständigen Rechnungen ableiten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (60 Min) PL: benotete Protokolle (insgesamt ca. 15 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	80 % VORL + 20 % UE 2	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 h, Eigenstudium: 60 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	<p>Mathews, C.K., Van Holde, K.E. & Ahern, K. G.: Biochemistry Petsko, G.A. & Ringe, D.: Protein Structure and Function Van Holde, Johnson & Ho: Principles of Physical Biochemistry Exemplare dieser Bücher werden in der Gruppenbibliothek Biologie bereitgestellt. Zusatzinformationen werden im Internet in Form der verwendeten Folien und eines Skripts zur Verfügung gestellt.</p>	

1	Modulbezeichnung	ILS-I4 Metabolische Netzwerke	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Biologische und mathematische Grundlagen metabolischer Netzwerke (2SWS) UE: Übungen Metabolische Netzwerke (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. Dr. A. Burkovski (Biologie), Dr. A. Prechtel (Mathematik)	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Burkovski
5	Inhalt	<p>VORL biologischer Teil: Organisation des bakteriellen Stoffwechsels, Einheiten der Transkriptionskontrolle: Gen, Operon, Regulon, Modulon, Sigmulon, Aktivitätsregulation, globale Analysetechniken (Genomics, Transcriptomics, Proteomics, Metabolomics, Flussanalyse).</p> <p>VORL mathematischer Teil: Enzymreaktionen, Michaelis-Menten Modelle, Aufstellen der Systemgleichungen; Stöchiometrische Modellierung (am stationären Modell), Methoden der Stoffflussanalyse, Kinetische Modellierung mittels metabolischer Kontrollanalyse (Einführung der wichtigsten Sensitivitätskoeffizienten, Hauptsätze der metabolischen Kontrollanalyse).</p> <p>UE (Anwendungsbeispiele): Aktuelle Anwendungsbeispiele (Analyse von Genom- und Transkriptomdaten)</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Hauptbegriffe und die wichtigsten Analysetechniken des Lerngebietes erläutern und erklären • sind in der Lage, die Grundlagen mathematischer Prozessmodellierung zur Beschreibung, Analyse und Optimierung von Bioprozessen zu diskutieren • kennen und verstehen die Methoden der metabolischen Stoffflussanalyse sowie der kinetischen Modellierung mittels metabolischer Kontrollanalyse zur Entwicklung der Stoffwechselmodelle • können die erlernten Methoden und Prozessmodelle auf Beispielen aus aktuellen Forschungsthemen selbständig anwenden • verfügen über Selbstkompetenz des analytischen Denkens.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (90 Min)
11	Berechnung Modulnote	Ergebnis der Prüfung
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	<p>Informationsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung des Stoffes werden im Internet und als Kopien zur Verfügung gestellt.</p> <p>Lehrbücher: B. O. Palsson, Systems Biology: Properties of Reconstructed Networks, Cambridge University Press E. Klipp, W. Liebermeister, C. Wierling und A. Kowald, Systems Biology: A Textbook, Wiley-VCH Verlag R. Heinrich und S. Schuster, The Regulation Of Cellular Systems, Springer-Verlag</p>

Integrierte Wahlpflichtmodule

(Wahl von 2 Modulen aus drei Wahlpflichtmodulen)

1	Modulbezeichnung	ILS-W3 Physikalisch Biologisches Wahlpflichtmodul	15 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Biophysikalische Methoden (2 SWS) PR/SEM: Anwendungen Biophysikalischen Methoden (11 SWS), Anwesenheitspflicht	3 ECTS-Punkte 12 ECTS-Punkte
3	Dozent/en	Prof. B. Fabry, A. Feigenspan, P. Dietrich, R. Neder, T. Unruh	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. B. Fabry	
5	Inhalt	<p>VORL: Moderne Anwendungen Biophysikalischer Methoden, z.B.: Bildgebende Verfahren, Elektrophysiologie, Patch clamp, Biophysik des Membrantransports, Ionenkanäle, Imaging-Verfahren, Mathematische Modelle zur Beschreibung des Schaltverhaltens von Ionenkanälen.</p> <p>PR: Elektrophysiologie der Ionenkanäle (Zwei-Elektroden-Spannungsklemme, Patch-Clamp Technik), Ca²⁺-Imaging, Dynamik der intrazellulären Calciumkonzentration in Neuroblastomazellen der Maus, whole-cell Patch-clamp-Ableitungen von Natriumkanälen an transfizierten HEK293-Zellen, Bestimmung von Aktivierungs-, Inaktivierungs- und Recoverykinetiken, optische Pinzette, Fluoreszenz-Korrelationspektroskopie, Langmuir-Blodgett-Filmwaage, Kleinwinkel-Röntgenstreuung, Diffraktometrie.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind mit modernen biophysikalischen Methoden und Verfahren sowie deren Anwendungen vertraut; • können eigenständig Experimente planen, durchführen; protokollieren und fachgerecht auswerten; • können fachgerecht mit anwendungsspezifischen biophysikalischen Messgeräten umgehen; • verstehen die Mechanismen des Ionentransports in lebendigen Organismen und sind fähig den Calcium-Ionentransport in den Zellen mit Hilfe modernster biophysikalischen Verfahren abzubilden; • verstehen und wenden mathematische Modelle zur Beschreibung des Schaltverhaltens von Ionenkanälen an; • sind in der Lage, Veränderungen der intrazellulären Calciumkonzentration an unterschiedlichen zellulären Systemen mit Imaging-Methoden zu messen und ihre Bedeutung zu interpretieren; • sind sich in ihrem Handeln der ethischen Verantwortung bei Untersuchungen am Tier bewusst. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: 9-10 benotete Kolloquien (Gesamtdauer ca. 90 Min.) und benotetes Protokoll (ca. 50 Seiten) .	
11	Berechnung Modulnote	Gemittelte Note der Teilprüfungen	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 195h, Eigenstudium: 255h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Informationsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung des Stoffes werden auf StudOn (https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=cat_1104) und als Kopien zur Verfügung gestellt.	

1	Modulbezeichnung	ILS-W1 Wahlpflichtmodul Computational Biology (Teil 1)	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Computational Biology Teil 1 (2 SWS) UE/SEM: Übung/Seminar zu Computational Biology Teil 1, (4,5 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. Dr. R. Böckmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. R. Böckmann
5	Inhalt	<p>Skalenübergreifende Modellierung biologischer Systems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Statistische Thermodynamik • molekulare Kräfte in biologischen Strukturen • Konzept der Freien Energie und ihrer Berechnung • Mikroskopische Modellierung biomolekularer Systeme, Moleküldynamik • coarse-graining von Simulationen • makroskopische Modellierung • Multiskalenmodellierung • Diffusion und Brownsche Bewegung • Kinetik
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen den Übergang von mikroskopischen Skalen zu makroskopischen Observablen • sind fähig aktuelle Simulationsmodelle in Computational Biology am Computer selbständig anzuwenden; • können sich die Inhalte aktueller Publikationen aus dem Bereich Computational Biology erarbeiten und kritisch diskutieren; • verfügen über Kommunikationskompetenz.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (90 Min) PL: Seminarvortrag (20 Min.)
11	Berechnung Modulnote	Die Klausurnote geht zu 80% und der Seminarvortrag zu 20% in die Modulnote ein.
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 97,5 h, Eigenstudium: 127,5
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Informationsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung des Stoffes werden auf StudOn (https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=cat_1104) und als Kopien zur Verfügung gestellt.

1	Modulbezeichnung	ILS-W1 Wahlpflichtmodul Computational Biology (Teil 2)	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Computational Biology Teil 2 (2 SWS) UE/SEM: Übung/Seminar zu Computational Biology Teil 2, (4,5 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. Dr. Zaburdaev	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Zaburdaev	
5	Inhalt	<p>Einführung in moderne Programmier-Sprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programmierung in C • Implementierung numerischer Algorithmen in C und Matlab • Grundsätze der Computerarithmetik: Gleitkommazahlen, Kondition eines Algorithmes <p>Numerische Verfahren für biologische Anwendungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Direkte und iterative Lösung linearer Gleichungssysteme • Lineare Ausgleichsprobleme, Methode der kleinsten Quadrate • Lösung nichtlinearer Probleme (Fixpunktsatz, Newton-Verfahren) • Polynominterpolation (Lagrange-, Newton-, Hermite-Interpolation) • Numerische Quadratur • Numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können selbständig numerische Algorithmen in Matlab und C implementieren; • beherrschen die wichtigsten Programmier-, Test- und Debugging-Techniken und Tools; • verstehen die Funktionsweise und die Einschränkungen numerischer Verfahren, können sowohl theoretisch als auch praktisch Stabilität und Konvergenz wichtigster numerischer Schemata ermitteln • können sich die Inhalte aktueller Publikationen aus dem Bereich Numerik erarbeiten und diese als Computercode implementieren 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (90 Min)	
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 97,5 h, Eigenstudium: 127,5	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Informationsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung des Stoffes werden auf StudOn (https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=cat_1104) und als Kopien zur Verfügung gestellt.	

1	Modulbezeichnung	ILS-W2 Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Vorlesung (2 SWS)	
3	Dozent/en	modulabhängig	

4	Modulverantwortliche/r	modulabhängig
5	Inhalt	Die Studierenden wählen ein naturwissenschaftliches Wahlmodul (Teil 1 , Vorlesung) aus folgenden Bereichen: Biochemie, Biotechnik, Entwicklungsbiologie, Genetik, Mikrobiologie, Molekularer Pflanzenphysiologie, Organismische Biologie, Pharmazeutische Biologie, Tierphysiologie, Zellbiologie, Immunologie, Virologie und Organische Chemie (siehe <i>Anhang 1</i>)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage sich das Fachwissen aus dem gewählten Bereich anzueignen und dieses umfassend zu erklären.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester o. 6. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	modulabhängig
13	Arbeitsaufwand	150 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	modulabhängig
16	Vorbereitende Literatur	modulabhängig

1	Modulbezeichnung	ILS-W2 Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul (Teil 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	UE: Übung/Seminar (10-14 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	modulabhängig	

4	Modulverantwortliche/r	modulabhängig
5	Inhalt	Die Studierenden wählen ein naturwissenschaftliches Wahlmodul (Teil 2, Übungs- bzw. Praktikumsanteil von 10-15 SWS) aus folgenden Bereichen: Biochemie, Biotechnik, Entwicklungsbiologie, Genetik, Mikrobiologie, Molekularer Pflanzenphysiologie, Organismische Biologie, Pharmazeutische Biologie, Tierphysiologie, Zellbiologie, Immunologie, Virologie und Organische Chemie (siehe <i>Anhang 1</i>)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage sich das theoretischen Hintergrund zu den praktischen Übungen anzueignen und dieses umfassend zu erklären; • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme fähig, grundlegende Experimente selbständig zu planen und durchzuführen; • können fachgerecht mit anwendungsspezifischen Messgeräten umgehen, • können Daten protokollieren, interpretieren und im Rahmen der Versuchsabläufe diskutieren; • können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden verstehen, erklären und kritisch bewerten; • sind zur Teamarbeit befähigt.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Art und Umfang der Prüfung sind abhängig vom jeweils gewählten Modul und den einzelnen Modulbeschreibungen zu entnehmen
11	Berechnung Modulnote	Die Berechnung der Noten ist abhängig vom jeweils gewählten Modul und den einzelnen Modulbeschreibungen zu entnehmen.
12	Turnus des Angebots	modulabhängig
13	Arbeitsaufwand	300 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	modulabhängig
16	Vorbereitende Literatur	modulabhängig

Schlüsselqualifikationen

1	Modulbezeichnung	ILS-S Schlüsselqualifikationen	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	modulabhängig	
3	Dozent/en	modulabhängig	

4	Modulverantwortliche/r	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. Die Angebote werden in Absprache mit dem Prüfungsausschuss regelmäßig überarbeitet. Angeboten werden derzeit 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.
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 Disziplinen-übergreifendes Wissen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	-
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester (keine Vorgaben bezüglich der Belegung in einem Semester)
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	gemäß der jeweils einschlägigen (Fach-)Prüfungsordnung
11	Berechnung Modulnote	unbenotet
12	Turnus des Angebots	modulabhängig
13	Arbeitsaufwand	150 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	modulabhängig
16	Vorbereitende Literatur	modulabhängig

Vertiefungsmodul

1	Modulbezeichnung	ILS-V Vertiefungsmodul	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Übungen und Seminare aus dem Bereich, in dem die Bachelorarbeit angefertigt wird (4 SWS)	5 ECTS-Punkte
3	Dozent/en	Ein Hochschullehrer der Biologie, Mathematik oder Physik	

4	Modulverantwortliche/r	Hochschullehrer der Biologie, Biomathematik oder Biophysik
5	Inhalt	Das Vertiefungsmodul ist als die Vorbereitung zur Bachelorarbeit gedacht und beruht auf Belegung von Spezialvorlesungen über aktuelle Forschungsthemen und Seminaren aus dem Angebot des jeweiligen Fachgebietes (Biologie, Biomathematik, Biophysik).
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • sind mit aktuellen Forschungsthemen des gewählten Fachgebietes vertraut • sind in der Lage neuste Forschungsergebnisse in dem Fachgebiet kritisch zu hinterfragen • verstehen die aktuellsten Arbeitsmethoden und deren Anwendungen in der Forschung und Entwicklung des Fachbereiches.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	-
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Protokollheft bzw. Hausaufgaben (ca. 40 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	unbenotet
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	-

Bachelormodul

1	Modulbezeichnung	Bachelorarbeit	15 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Bachelorthesis (12 SWS) mit Seminar (3 SWS)	15 ECTS-Punkte
3	Dozent/en	Ein Hochschullehrer der Biologie , Biomathematik oder Biophysik als Betreuer und ein Hochschullehrer der Biologie , Biomathematik oder Biophysik als Zweitgutachter	

4	Modulverantwortliche/r	Hochschullehrer der Biologie, Biomathematik oder Biophysik	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Selbständige Bearbeitung einer Fragestellung aus dem Bereich Integrated Life Science innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes (3 Monate) • Erstellung eines Berichtes (Bachelorarbeit) • Präsentation der Ergebnisse (Kurzvortrag, ca. 20 Min.) im Rahmen eines Seminars mit anschließender Diskussion. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • beherrschen die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens der Biologie, Biophysik und Biomathematik und können eine Fragestellung auf dem von ihnen gewählten Teilgebiet selbständig innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes bearbeiten; • entwickeln eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher Probleme; • setzen sich kritisch mit wissenschaftlichen Ergebnissen auseinander und können diese in den aktuellen Kenntnisstand einordnen; • sind in der Lage, ihren eigenen Fortschritt zu überwachen und steuern; • können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten; • können die Ergebnisse der Bachelorarbeit kritisch bewerten und in Form eines Seminarkurzvortrags mit anschließender Diskussion vorstellen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	90 ECTS Punkte	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftliche Arbeit (ca. 7000 Wörter) und Kurzvortrag (ca. 20 Min.)	
11	Berechnung Modulnote	Note auf die schriftliche Arbeit: 100% der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	Semesterweise	
13	Arbeitsaufwand	450 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch	
16	Vorbereitende Literatur	-	

Anhang 1: Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul.

Wahl aus dem Fachmodulangebots des B.Sc. Biologie-Studiengangs.

Achtung! Jedes Fachmodul besteht aus zwei separaten Modulen (Teil 1 und 2), welche stets in Kombination miteinander belegt werden müssen. Es kann nur ein molekularbiologisches Wahlpflichtmodul (Teil 1 mit dazugehörigem Teil 2) gewählt werden.

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Biochemie (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung Fachmodul Biochemie (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. C. Koch, U. Sonnewald Drs. Corral Garcia, S. Sonnewald	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. C. Koch
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Sink-Source-Konzept, Grundlagen des pflanzlichen Stoffwechsels • Regulation des zentralen C-Stoffwechsels in Pflanzen • Pflanzliche Antwort auf abiotischen Stress wie Trockenheit und Salzbelastung • Präformierte und induzierte Abwehrreaktionen in Pflanzen • Metabolische Umsteuerung von Pflanzen durch Pathogene • Funktion mikrobieller Effektoren, virale Infektionsstrategien • RNA Interferenz, regulatorische Funktion kleiner RNAs, Gene Silencing
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage die Grundlagen des pflanzlichen Stoffwechsels zu erklären und einzuordnen; • können virale Infektionsstrategien unterscheiden; • sind in der Lage, RNA-basierte Regulationsprozesse zu beschreiben; • können die Besonderheiten der pflanzlichen C-Stoffwechsels darstellen und erläutern; • sind befähigt, die Wechselwirkung zwischen Pathogen/Pflanze und die Abwehrmechanismen der Pflanzen zu erklären und zu klassifizieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie wird empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Wintersemester
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Lottspeich et al. Bioanalytik (Spektrum) Alberts et al. Molecular Biology of the Cell (Garland Press) Plant Physiology (Taiz and Zaiger)

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Biochemie (Teil 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Biochemie (13 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. C. Koch, U. Sonnewald Drs. Corral Garcia, S. Sonnewald	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. C. Koch
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Reinigung eines Enzyms aus Pflanzen • Biochemische Charakterisierung von Enzymen • Isolierung von RNA und DNA, PCR und Klonierung. • Expression rekombinanter Proteine in <i>E. coli</i> und Pflanzen • Methoden zur Analyse des Kohlenhydratstoffwechsels in Pflanzen • Analyse von Pflanze-Pathogen Interaktionen • Physiologische Charakterisierung von Stoffwechselmutanten
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können Prinzipien der Biochemie umfassend darstellen und übertragen; • können Stoffwechselforgänge in Pflanzen erklären; • können die Standardtechniken zur Analyse und Reinigung von Enzymen anwenden; • sind fähig, die funktionelle Genanalyse in Pflanzen zu charakterisieren; • verstehen die Herstellung sowie den Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen; • sind in der Lage, ein Modelprotein zu isolieren und charakterisieren; • sind zur Teamarbeit befähigt; • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen fähig, grundlegende biochemische Experimente selbständig zu planen und durchzuführen sowie mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umzugehen; • können biochemische Versuche auswerten und die Ergebnisse in einem Protokoll darstellen sowie kritisch diskutieren; • können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie wird empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur 45 Min.; SL: Seminarvortrag 20 Min. SL: Protokoll ca. 40 Seiten (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Semesterweise
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Lottspeich et al. Bioanalytik (Spektrum) Alberts et al. Molecular Biology of the Cell (Garland Press) Plant Physiology (Taiz and Zaiger)

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Entwicklungsbiologie (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung Fachmodul Entwicklungsbiologie (2 SWS)	
3	Dozent/en	Profs. M. Frasch, M. Klingler Drs. I. Reim, R. Rüksam, A. Schambony, M. Schoppmeier	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. M. Frasch
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Prinzipien der Entwicklungsbiologie • Musterbildung, Anlagenpläne und Gastrulation bei Insekten und Wirbeltieren • Geschlechtsbestimmung • Hox-Gene • Neurogenese bei Insekten und Vertebraten • Muskel- und Herzentwicklung • Extremitäten-Entwicklung in Insekten und Vertebraten • Entwicklung verzweigter Organsysteme • Oogenese, Spermiogenese • Stammzellen und Stammzellnischen
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können entwicklungsbiologische Prozesse und ihre genetischen Grundlagen darstellen, vergleichen und erklären; • verstehen die Transkriptionskontrolle und Regulation von Signalketten und können diese umfassend beschreiben und unterscheiden; • sind fähig, die Prinzipien der Evolutionsbiologie und deren molekularen Grundlagen im entwicklungs- und evolutionsbiologischen Kontext darzustellen und zu erklären;
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie wird empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Semesterweise
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Kühl, Gessert: "Entwicklungsbiologie" Alberts et al., „Molecular Biology of the Cell“, Kapitel 22 (PDF) Wolpert: "Principles of Development" Gilbert: "Developmental Biology"

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Entwicklungsbiologie (Teil 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Entwicklungsbiologie (13 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. M. Frasch, M. Klingler Drs. I. Reim, R. Rüksam, A. Schambony, M. Schoppmeier	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. M. Frasch
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Achsendetermination von Langkeim- und Kurzkeim-Insekten, Xenopus, Zebrafisch und Hühnchen • Segmentierung und Somitogenese • Gastrulation, Mesodermentwicklung, Muskel- und Herzentwicklung • Oogenese und Stammzellen • Regeneration • Methoden: neben mikroskopischen Techniken werden u.a. <i>in situ</i>-Hybridisierung, Immunohistochemie, Mikromanipulation, RNAi, embryonal-letale Mutanten, enhancer traps, Überexpression via Gal4/ UAS-System und chemische Genetik (Teratogenese) angewandt
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können entwicklungsbiologische Prozesse und Methoden die im Übungsteil behandelt werden darstellen, erklären und vergleichen; • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen in der Lage, entwicklungsbiologische Arbeits-techniken einschließlich molekularer und klassischer Genetik und Immunhistologie anzuwenden; • können fachgerecht mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • sind in der Lage, wissenschaftliche Sachverhalte zu präsentieren und kommunizieren; • können entwicklungsbiologische Versuche auswerten und die Daten in einem Protokoll darstellen sowie die Ergebnisse kritisch diskutieren und beurteilen; • können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels wiedergeben, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erläutern und kritisch bewerten und in einem Referat adäquat präsentieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur 45 Min. (50% der Modulnote), SL: Seminarvortrag 20 Min. (unbenotet) PL: Protokoll ca. 40 Seiten (50% der Modulnote)
11	Berechnung Modulnote	Die Teilnoten gehen mit dem gleichen Gewicht (jeweils 50%) in die Modulnote ein.
12	Turnus des Angebots	Semesterweise
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Kühl, Gessert: "Entwicklungsbiologie"; Alberts et al., „Molecular Biology of the Cell“, Kapitel 22 (PDF); Wolpert: "Principles of Development"; Gilbert: "Developmental Biology"

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Genetik (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung Fachmodul Genetik (2 SWS)	
3	Dozent/en	Profs. F. Nimmerjahn, R. Slany	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. R. Slany	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Formale Genetik, Kopplungskarten, SNPs, HAP-Map, Selektion • Transkriptionskontrolle in Eukaryonten • Genregulation durch Signalketten • Chromatin-Modifikationen und Epigenetik • RNA-Interferenz • Mutation und Reparatur • Zellzyklus • Genetische Ursachen von Krebs • Einführung in das Immunsystem 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Prinzipien der formalen Genetik inkl. moderner Aspekte der menschlichen Vererbung umfassend erläutern und das Wissen anwenden; • können ihr vertieftes Wissen über die Transkriptionskontrolle, die Regulation von Signalketten sowie der Epigenetik darstellen und erklären; • können die grundlegenden Kenntnisse über die Tumorbologie sowie der Stammzellkonzepte einordnen und erklären; • verstehen die Funktionsweise des Immunsystems in den Grundlagen und können diese erläutern. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100 % der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	<p>Knippers, „Molekulare Genetik“, Thieme Alberts et al., „Molecular Biology of the Cell“, Garland Watson, et al. „Molecular Biology of the Gene“, Pearson</p>	

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Genetik (Teil 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Genetik (13 SWS) Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. F. Nimmerjahn, L. Nitschke, R. Slany, T. Winkler	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. R. Slany
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Klonierung eines Expressionsplasmids für eukaryotische Zellen. • Nachweis und Test der Funktion von Promoter- und Enhancer-Sequenzen mittels Luciferase Reporter-Gen-Assay in Säuger Zellen • Analyse einer B-Zell-Depletion in vivo mittels Durchflusszytometrie und Immunfluoreszenzmikroskopie • Nutzung des Internets in der Genetik zur DNA-Sequenz -Recherche und -Analyse • Bearbeitung und Darstellung von wissenschaftlichen Daten anhand eines Artikels aus der Primärliteratur • begleitende Vorlesung: biochemisch-physikalische Grundlagen molekularbiologischer Methoden
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können genetischen Grundlagen/Prinzipien und Methoden, die im Übungsteil behandelt werden, darstellen, vergleichen und erklären; • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen fähig, molekulargenetische Experimente zu planen und durchzuführen; • können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • können molekulargenetische Versuche auswerten und die Daten in einem Protokoll darstellen sowie die Ergebnisse kritisch diskutieren; • können Datenbanken im Internet zur DNA-Sequenzanalyse und Recherche benutzen; • können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur 45 Min. SL: Protokoll ca. 40 Seiten (unbenotet) SL: Seminarvortrag 20 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100 % der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Wintersemester
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
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	Fachmodul Immunologie (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung Immunologie (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. H.-M. Jäck (Koordinator), A. Bozec, U. Gaipl, G. Krönke, Drs. Dr. Mielenz, W. Schuh, J. Wittmann, M. Zaiss, B. Frey, S. Frey, A. Hueber, M. Hoffmann, K. Zaiss-Sarter	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. M. Jäck	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Geschichte und Konzepte der Immunologie • Angeborene Immunität (Makrophagen, Komplement, immunologische Barrieren, Pattern recognition) • Humorale Immunität (Antikörper, B-Zellreifung, Antikörperdiversität, Toleranz, Gedächtnis, Klassenwechsel, Affinitätsreifung, Effektorreaktionen) • Zelluläre Immunität (T-Zellreifung, positive und negative Selektion, T-Zell-Rezeptoren, Signaltransduktion, Generierung von Helfer-, Killer- und regulatorischer T-Zellen, Effektormechanismen) • Regulation der Immunantwort (Zytokine, Signaltransduktion) • Grundlagen der Infektionsabwehr (T Zell-Subpopulationen, antimikrobielle Abwehrmechanismen, Makrophagen und Granulozyten) • Vakzinierung • Transplantation • Immunologische Erkrankungen (Allergie, Autoimmunität, Immundefizienzen, lymphatische Tumoren) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, die Geschichte und die Grundkonzepte der Immunologie grundlegend darzustellen und zu erläutern; • können den aktuellen Kenntnisstand zur Funktionsweise der angeborenen, humoralen und zellulären Immunität, über immunologische Erkrankungen sowie zu den Prinzipien der Abwehr von Infektionskrankheiten umfassend darstellen und erklären; • sind sich in ihrem Handeln der ethischen Verantwortung bewusst. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie Bachelor of Science Molekularmedizin BA ILS – Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul Teil 1 Bachelor of Life Science Engineering	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.	
11	Berechnung Modulnote	Klausur: 100 % der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	semesterweise	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 h, Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Immunologie, Janeway et al., 5. Auflage (deutsch) Wörterbuch der Immunologie http://www.molim.uni-erlangen.de/bachelor/index.html	

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Immunologie (Teil 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Immunologie (13 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. H.-M. Jäck (Koordinator), A. Bozec, U. Gaipl, G. Krönke, Drs. Dr. Mielenz, W. Schuh, J. Wittmann, M. Zaiss, B. Frey, S. Frey, A. Hueber, M. Hoffmann, K. Zaiss-Sarter	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. M. Jäck
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Methoden der Immunologie • Überblick über die Konzepte der Immunologie • Einsatz von Methoden: Durchflusszytometrie, Infektionsassays, Westernblot, RNA-Interferenz, Immunpräzipitation, Apoptose- und Zellzyklusmessungen, Isolierung von Lymphozyten, Metabolische Markierung, Transfektion von DNA in kultivierte Säugetierzellen; in vivo Infektionsmodelle
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, die Geschichte und die Grundkonzepte der Immunologie grundlegend darzustellen und zu erläutern; • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen fähig, die Methoden der Immunologie zu verstehen, Experimente zu planen und durchzuführen; • können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • können die Ergebnisse durchgeführter Experimente kritisch beurteilen und in Form eines Referates darstellen; • können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren; • können dabei die Gruppe zur aktiven Diskussion anregen; • sind zur Teamarbeit befähigt; • sind sich in ihrem Handeln der ethischen Verantwortung bewusst.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie Bachelor of Science Molekularmedizin BA ILS – Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Seminarvortrag 20 Min. PL: Protokoll ca. 40 Seiten
11	Berechnung Modulnote	Die Prüfungen gehen jeweils zu 1/2 in die Modulnote ein.
12	Turnus des Angebots	Ü: jährlich im WS (Semesterferien)
13	Arbeitsaufwand	Übungen mit Seminar: Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Immunologie, Janeway et al., 5. Auflage (deutsch) Wörterbuch der Immunologie http://www.molim.uni-erlangen.de/bachelor/index.html

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Mikrobiologie (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung Fachmodul Mikrobiologie (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. Dr. S. Backert, Dr. N. Tegtmeyer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. S. Backert
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Überblick über den mikrobiellen Stoffwechsel • Generelle Prinzipien der Stoffwechselorganisation • Biotechnische und medizinische Konsequenzen • Bakterielle Stoffwechselleistungen • Aktuelle Themen der Mikrobiologie
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Physiologie von Mikroorganismen umfassend darstellen und Unterschiede diskutieren; • verstehen die Prinzipien der Transkriptionskontrolle, sowie der Regulation von Signalketten und sind in der Lage diese zu beschreiben und zu erklären; • können biotechnologische Anwendungen von Mikroorganismen darstellen; • können die Pathogenitätsmechanismen von Bakterien grundlegend erklären.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote.
12	Turnus des Angebots	jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Knippers, „Molekulare Genetik“, Thieme Madigan et al., „Brock – Mikrobiologie“, Pearson

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Mikrobiologie (Teil 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Mikrobiologie (13 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. Dr. S. Backert, Dr. N. Tegtmeyer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. S. Backert
5	Inhalt	<p>A-Teil: Erlernen von grundlegenden mikrobiologische Techniken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Makroskopische Untersuchung und Mikroskopie von Bakterien, sowie Anwenden von Färbetechniken • Selektive Anreicherung und Identifizierung von Bakterien • Bestimmung der Zellzahl in einer Bakterienkolonie • Bestimmung der Phagenzahl in einem Plaque • Bakterienwachskurve und Wirkung verschiedener Antibiotika auf <i>E. coli</i> • Herstellung von Nährmedien • Transformation von <i>Acinetobacter</i> • Plasmid-Isolierung, Restriktionsanalyse und Agarose-Gelelektrophorese • Herstellung von Proteinlysaten und Polyacrylamid-Gelelektrophorese <p>F-Teil: Erlernen des selbständigen wissenschaftlichen Arbeitens anhand der Durchführung von zwei (wählbaren) Versuchen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion von <i>Bacillus subtilis</i> Reporter-Stämmen zur Analyse der Kohlenstoffkatabolitenrepression in vivo • Aufreinigung von HPr, das an Genregulation und Zuckertransport beteiligt ist, mittels Affinitätschromatographie und Durchführung einer in vitro Phosphorylierung • Nachweis der Stickstoff-abhängigen Induktion der Genexpression auf RNA-Ebene oder durch Fluoreszenzmessungen in vivo • Übertragung von Antibiotika-Resistenzen zwischen <i>E. coli</i>-Stämmen mittels horizontalen Gentransfers (Konjugation)
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können mikrobiologischen Prozesse und Methoden die im Übungsteil behandelt werden darstellen, vergleichen und erklären • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen fähig, molekularbiologische und proteinbiochemische Experimente zu planen, durchzuführen und können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • können mikrobiologische Versuche auswerten und die Daten in einem Protokoll darstellen sowie die Ergebnisse kritisch diskutieren; • sind in der Lage, den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels zu erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse zu erklären und kritisch zu bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht zu präsentieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: benoteter Vortrag 20 Min. PL: benotete Klausur 45 min PL: benotetes Protokoll ca. 40 Seiten
11	Berechnung Modulnote	Die Teilleistungen gehen jeweils zu 1/3 in die Modulnote ein.
12	Turnus des Angebots	semesterweise
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium:105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Knippers, „Molekulare Genetik“, Thieme Madigan et al., „Brock – Mikrobiologie“, Pearson

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Molekulare Pflanzenphysiologie (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung Fachmodul MPP (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. Dr. Dietrich, Dr. F. Klebl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. P. Dietrich
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Stickstoffstoffwechsel (NH_4^+, NO_3^--Reduktion, N_2-Fixierung) • Schwefelstoffwechsel • Phosphatstoffwechsel • Polyolstoffwechsel • abiotischer Stress (Kälte-, Salz- und Trockenstress; P-, S- und Fe-Mangel, Cd- und Al-Toxizität) • biotischer Stress (Virus-, Pilz- und Bakterieninfektion, Gen-für-Gen-Hypothese, R- und avr-Gene, PAMPs, SAR, hypersensitiver Response, Elizitoren, Phytoalexine) • Molekularbiologie der Phytohormone
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, grundlegende und aktuelle pflanzenspezifische, zell- und molekularbiologischer Themen (Phytopathologie, Stressphysiologie, Zell-Zell-Kommunikation Hormonregulation und Stofftransport) umfassend zu erläutern und zu diskutieren; • können spezifische stoffwechselphysiologische Vorgänge auf biochemischer und morphologischer Ebene eingehend diskutieren und die Änderungen biotischer und abiotischer Faktoren auf das Gesamtsystem Pflanze einschätzen und beurteilen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Richter, "Biochemie der Pflanzen", Thieme-Verlag Heldt, "Pflanzenbiochemie", Spektrum-Verlag Taiz, Zeiger, "Physiologie der Pflanzen", Spektrum Verlag

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Molekulare Pflanzenphysiologie (Teil 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul MPP (13 SWS) Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Drs. F. Klebl, R. Stadler	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. P. Dietrich
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Erlernen grundlegender biochemischer, molekularbiologischer und immunhistochemischer Methoden • Proteinreinigung, –modifikation und -nachweismethoden • Herstellung und Analyse von transgenen Pflanzen • Particle Gun, Reporteranalysen, in-situ-Färbungen, Fluoreszenzmikroskopie, Konfokale Laserscanning Mikroskopie • Analyse von Transportvorgängen an biologischen Membranen • Analyse von Genfunktionen im heterologen System • Aufnahmeexperimente mit radioaktiven Zuckern in Algen und Hefen, Szintillationszähler, DC-Chromatographie, Autoradiografie
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die pflanzenphysiologischen Prozesse und Methoden die im Übungsteil behandelt werden darstellen, vergleichen und erklären • können moderne zellbiologische Analysetechniken anwenden; • sind in der Lage, zu konkreten Fragestellungen experimentelle Untersuchungsmöglichkeiten zu erarbeiten, deren Durchführung zu planen und eine Erwartungseinschätzung fundiert zu begründen; • können Daten protokollieren, interpretieren und im Rahmen der Versuchsabläufe diskutieren; • können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen moderne proteinchemische, molekularbiologische, immunhistochemische und radioaktive Techniken an verschiedenen Organismengruppen (Arabidopsis, Tabak, Algen, Hefen) anwenden; • können fachgerecht mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • können den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels erarbeiten, die verwendeten Methoden/Ergebnisse erklären und kritisch bewerten und in einem Referat fachgruppengerecht präsentieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur ca. 45 Min. PL: benoteter Seminarvortrag 20 Min. SL: Protokoll ca. 40 Seiten
11	Berechnung Modulnote	Die Modulnote berechnet sich aus den Einzelnoten. Diese gehen zu 80 % (Klausur) oder zu 20% (Vortrag) in die Modulnote ein.
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Richter, "Biochemie der Pflanzen", Thieme-Verlag; Heldt, "Pflanzenbiochemie", Spektrum-Verlag; Taiz, Zeiger, "Physiologie der Pflanzen", Spektrum Verlag

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Pharmazeutische Biologie (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung Fachmodul Pharmazeutische Biologie (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. W. Kreis	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. W. Kreis
5	Inhalt	Biogene Arzneistoffe – Biogene Arzneistoffen werden nach Indikationen angeordnet präsentiert. Typische Indikationsgruppen sind: Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts und seiner Anhangsdrüsen (z. B. Appetitlosigkeit, Durchfall, Verstopfung, Lebererkrankungen, Gallenerkrankungen), Erkrankungen der Atemwege (z. B. Husten, Erkältung, Mucoviszidose, Keuchhusten, Grippe, grippale Infekte), Erkrankungen des Bewegungsapparates (z. B. Muskelverspannung, Rheuma), Erkrankungen der Haut (z. B. Psoriasis, Wunden, Infektionen, Tumoren), Gynäkologika (z. B. Hormonelle Störungen, PMS, Tumoren), Erkrankungen der Prostata und der ableitenden Harnwege (z. B. Benigne Prostatahyperplasie, Harnwegsinfektionen)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • sind fähig, grundlegende und aktuelle Kenntnisse der Pharmazeutischen Biologie umfassen zu erklären und diskutieren; • können die Zusammenhänge zwischen Inhaltstoffen, biologischen Wirkungen und medizinischen Anwendungen biogener Arzneistoffe erklären und zuordnen; • sind in der Lage, biologische und physiologische Grundkenntnisse mit pathophysiologischen Erkenntnissen zu verknüpfen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	benotete schriftliche Prüfung 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Schriftliche Prüfung 100 % der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Semesterweise
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester; 4 Wochen Block
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Hänsel/Sticher Pharmakognosie 10. Ed. ; Skripte der Vorlesung

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Pharmazeutische Biologie (Teil 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul (13 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. W. Kreis, Drs. W. Eisenbeiß, J. Munkert	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. W. Eisenbeiß
5	Inhalt	<p>Begleitendes Seminar Seminarthemen: Aktuelle Analyseverfahren, Neue Ergebnisse der Analytik biogener Arzneistoffe</p> <p>Praktische Übungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundstoffe: Pflanzliche Drogen; Pharmakognostische Methoden (Quellungszahl, Bitterwert, Ätherisch-Öl-Bestimmung, Teeanalyse) • Niedermolekulare Wirkstoffe: Terpenoide, Phenylpropanoide, Anthranoide, Alkaloide; Phytochemische Methoden (Qualitative und quantitative Bestimmung, HPLC, GCMS) • Hochmolekulare Wirkstoffe: Impfstoffe, Antikörper, Lektine, Proteine (Qualitative Bestimmung, Spezifische Bestimmung: ELISA, ELLA, Western-Blot, Dot-Blot, SDS-PAGE)
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können pharmazeutische/pflanzenphysiologische Grundlagen/Prinzipien und Methoden, die im Übungsteil behandelt werden, vergleichen und erklären; • sind fähig, sich den Inhalt eines wissenschaftlichen Primärartikels zu erarbeiten, die verwendeten Methoden zu erklären, kritisch zu bewerten und auf einem Poster zusammenzufassen und zu präsentieren; • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen fähig, pharmakologische und proteinbiochemische Experimente zu planen, und durchzuführen • können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • können die durchgeführten Versuche auswerten und die Daten in einem Protokoll darstellen sowie die Ergebnisse kritisch diskutieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur ca. 45 Min.) PL: benoteter Seminarvortrag 20 Min. SL: Protokoll ca. 40 Seiten (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Die Modulnote berechnet sich aus den beiden Einzelnoten, die mit 90% (Klausur) oder 10% (Poster) in die Modulnote eingehen.
12	Turnus des Angebots	Semesterweise
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester; 4 Wochen Block
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Heß 2008 „Pflanzenphysiologie“, Kreis, Müller-Uri 2010; Bauer et al. 2010; Wichtl, Luckner 2000; Skript VL Biosynthese sowie Methoden

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Neurobiologie (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung Fachmodul Neurobiologie (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. J. H. Brandstätter, A. Feigenspan, Dr. R. Frischknecht	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Feigenspan
5	Inhalt	Vertiefte Wissensvermittlung der Tier- und Humanphysiologie mit Schwerpunkt Neurobiologie: <ul style="list-style-type: none"> • Neurobiologie (Bau und Funktion des Nervensystems bei Vertebraten und Evertrebraten) • Bau und Funktion der Muskulatur (Skelett-, Eingeweide-, Herzmuskulatur) • Bau und Funktion von Sinnesorganen (Hören, Sehen, Gleichgewicht, Geruch und Geschmack, Temperaturwahrnehmung) • Regulation und Aufrechterhaltung vegetativer Körperfunktionen (Hormonsystem, Exkretion, Verdauung, Regelkreise)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • verstehen Gestalt und Funktion von Nervenzellen, Sinneszellen und Sinnesorganen • können die Prinzipien zentraler Verarbeitung von Sinnesinformationen darstellen; • verstehen die Funktion von Hormonsystemen und vegetativen Funktionen (Atmung, Verdauung, Exkretion) • können die komplexen Wechselwirkungen physiologischer Leistungen des nervösen, sensorischen und vegetativen Systems erläutern
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	M. F. Bear, B. W. Connors, M. A. Paradiso, Neurowissenschaften, Spektrum Akademischer Verlag; C. D. Moyes, P. M. Schulte, Tierphysiologie, Pearson Studium; D. Purves et al., Neuroscience, Sinauer; G. Heldmaier, G. Neuweiler, W. Rössler, Vergleichende Tierphysiologie, Springer; R. F. Schmidt, F. Lang, M. Heckmann, Physiologie des Menschen, Springer

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Neurobiologie (Teil 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Neurobiologie (13 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. J. H. Brandstätter, A. Feigenspan, Dr. I. Brehm	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Feigenspan	
5	Inhalt	Vertiefte Wissensvermittlung der Tier- und Humanphysiologie: <ul style="list-style-type: none"> • Neurophysiologie (Aktionspotentiale, Leitungsgeschwindigkeit, Simulation physikalischer Grundlagen) • Bau und Funktion der Skelettmuskulatur • Erregungsbildung und –weiterleitung im Wirbeltierherzen • Bau und Funktion von Sinnesorganen (Hören, Sehen, chemische Sinne, Temperatur) • Regulation und Aufrechterhaltung vegetativer Körperfunktionen (Hormonsystem, Exkretion, Verdauung, Regelkreise) • Histologie und Mikroskopie verschiedener Gewebe und Organe 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können physiologischen/neurobiologischen Grundlagen und Methoden, die im Übungsteil behandelt werden, darstellen, vergleichen und erklären; • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen fähig, physiologische Versuche an Organpräparaten, Tieren sowie im Selbstversuch durchzuführen; • können fachgerecht mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • sind in der Lage, Literatur in englischer Sprache zu lesen und im Seminarvortrag zu präsentieren; • können Versuchsergebnisse protokollieren, interpretieren und im Rahmen des Seminarvortrags präsentieren; • sind sich der ethischen Verantwortung beim Umgang mit höheren Organismen bewusst; • sind zur Teamarbeit befähigt. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur 45 Min. PL: Seminarvortrag 20 Min. SL: Protokoll ca. 40 Seiten (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Die Modulnote berechnet sich aus den beiden Einzelnoten, diese gehen zu 80% (Klausur) bzw. 20% (Vortrag) in die Berechnung der Modulnote ein.	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	M. F. Bear, B. W. Connors, M. A. Paradiso, Neurowissenschaften, Spektrum Akademischer Verlag; C. D. Moyes, P. M. Schulte, Tierphysiologie, Pearson Studium; D. Purves et al., Neuroscience, Sinauer; G. Heldmaier, G. Neuweiler, W. Rössler, Vergleichende Tierphysiologie, Springer; F. Schmidt, F. Lang, M. Heckmann, Physiologie des Menschen, Springer	

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Strukturbiologie (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung Fachmodul Strukturbiologie (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. R. Böckmann, Y. Müller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Y. Müller
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der molekularen Strukturbiologie • Evolutionsmechanismen in biologischen Makromolekülen • Symmetrie in oligomeren Proteinen und Proteinaggregation • Atomare Wechselwirkungen in Makromolekülen • Grundlagen der Moleküldynamik • Grundlagen der Proteithermodynamik • Faltungsmodelle und kinetische Stabilität von Makromolekülen
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können den aktuellen Kenntnisstand zur molekularen Strukturbiologie umfassend darstellen und erklären; • verstehen Struktur-Funktionsbeziehungen in biologischen Makromolekülen und können diese darstellen und zuordnen; • können strukturelle Fragestellungen nach ihrer Bedeutung einordnen; • haben ein Verständnis für strukturelle Publikationen entwickelt.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	<p>Mathews, C.K., Van Holde, K.E. & Ahern, K.G.: Biochemistry; Stryer, L., Berg, J.M. & Tymoczko, J.L.: Biochemistry; Petsko, G.A. & Ringe, D.: Protein Structure and Function; Carl Branden & John Tooze: Introduction to protein structure; Van Holde, Johnson & Ho: Principles of Physical Biochemistry. Jackson: Molecular and Cellular Biophysics.</p> <p>Exemplare dieser Bücher liegen in der Gruppenbibliothek der Biologie aus.</p>

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Strukturbiologie (Teil 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Strukturbiologie (13 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. R. Böckmann, Y. Muller, Dr. B. Schmid	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Y. Muller
5	Inhalt	Übungen und begleitende Seminare: <ul style="list-style-type: none"> • Expressionsstrategien für Struktur- und Funktionsuntersuchungen an Proteinen • Präparative chromatographische Aufreinigung von Proteinen und Proteinanalytik • Proteinkristallisation • Experimentelle Strukturaufklärung mittels Röntgenstrukturanalyse • Moleküldynamiksimulationen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen in der Lage, grundlegende Methoden der experimentellen Strukturaufklärung anzuwenden; • können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Arbeits- und Messgeräten umgehen; • sind in der Lage ein wissenschaftliches Computerbetriebssystem anzuwenden; • können computergestützte Verfahren zur Untersuchung von Makromolekülen durchführen; • können molekularbiologische, proteinanalytische und strukturbiologische Versuche auswerten und die Daten in einem Protokoll darstellen sowie die Ergebnisse kritisch diskutieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (45 Min.) PL: benotetes Protokoll ca. 40 Seiten
11	Berechnung Modulnote	schriftliche Prüfung 40% der Modulnote, Protokolle 60% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	semesterweise
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	4 Wochen
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Mathews, C.K., Van Holde, K.E. & Ahern, K.G.: Biochemistry; Stryer, L., Berg, J.M. & Tymoczko, J.L.: Biochemistry; Petsko, G.A. & Ringe, D.: Protein Structure and Function; Carl Branden & John Tooze: Introduction to protein structure; Van Holde, Johnson & Ho: Principles of Physical Biochemistry. Jackson: Molecular and Cellular Biophysics. Exemplare dieser Bücher liegen in der Gruppenbibliothek der Biologie aus.

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Virologie (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Allgemeine Virologie (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. U. Schubert (WS), B. Fleckenstein (SS), M. Tenbusch (SS)	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr. B. Biesinger-Zwosta
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Systematik, Struktur und Replikation von Viren • Pathogenese von Viruserkrankungen • Epidemiologie • Molekulare Aspekte der Virus-Wirt Wechselwirkung • Vorstellung ausgewählter humanpathogener Virusgruppen • Diagnostik in der Virologie • Therapie von viralen Infektionen • Virusimpfstoffe
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, grundlegende Kenntnisse der Human-Virologie inkl. medizinisch relevanter und molekularer Aspekte darzustellen und zu erklären; • können die Besonderheiten der Viren (Systematik, Replikation, Virus-Wirt-Wechselwirkung, Pathogenese, Diagnostik, Therapie) erklären und diskutieren; • verstehen die Prinzipien der Transkriptionskontrolle, der Regulation von Signalketten sowie der Epigenetik und können diese umfassend erklären.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	semesterweise
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Modrow et al., "Molekulare Virologie" Spektrum Verlag; Doerr/Gerlich, "Medizinische Virologie", Thieme; Flint et al., "Principles of Virology" 3rd edition, ASM Press

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Virologie (Teil 2)	15 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Virologie (13 SWS) Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. A. Ensser, T. Gramberg, M. Marschall, U. Schubert, K. Überla Drs. B. Biesinger-Zwosta, A. Knöll, K. Korn, A. Thoma-Kreß, F. Neipel	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr. B. Biesinger-Zwosta	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> – Vorstellung von speziellen Virusgruppen – Experimentelle Mitarbeit an aktuellen virologischen Fragestellungen in mindestens 2 unabhängigen Arbeitsgruppen des Instituts – Praktische Einführung in die Virusdiagnostik 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – können den aktuellen Wissensstand zu ausgewählten Virusgruppen, die im Übungsteil bearbeitet werden, umfassend erklären und diskutieren; – können die Funktionsweise des nativen und adaptiven Immunsystems grundlegend darstellen; – sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen fähig, molekular-virologische Methoden zu verstehen, Experimente zu planen und im Labor durchzuführen; – können fachgerecht mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; – sind in der Lage, die Fehlersuche in Experimenten durchzuführen; – können die durchgeführten Versuche auswerten und die Daten in einem Protokoll darstellen sowie die Ergebnisse kritisch diskutieren. – können die Ergebnisse wissenschaftlicher Experimente kritisch beurteilen und in Form eines fachgruppengerechten Referates darstellen und diskutieren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 oder 6	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur 45 Min. SL: Seminarvortrag 20 Min. (unbenotet); SL: Protokoll-ca. 20 Seiten (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote.	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 195 h, Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Modrow et al., "Molekulare Virologie" Spektrum Verlag; Doerr/Gerlich, "Medizinische Virologie", Thieme; Flint et al., "Principles of Virology" 3rd edition, ASM Press	

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Zellbiologie (Teil 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung Fachmodul Zellbiologie (2 SWS)	
3	Dozent/en	Prof. B. Kost, G. Kreimer; Dr. M. Lebert	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. B. Kost
5	Inhalt	Steuerung zellulärer Prozesse als Grundlage für die Pflanzen-entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> • Zytoskelett & Membrantransport: Struktur/Organisation, Regulation sowie Funktionen in Zellexpansion und -teilung; • Licht und Schwerkraft: Wahrnehmung (Rezeptoren), Signal-transduktion, Kontrolle von zellulären und Entwicklungsprozessen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen Aufbau und Organisation wesentlicher zellulärer Strukturen (Zytoskelett, Endomembransystem); • verstehen die Funktionen dieser Strukturen in zellulären Prozessen (Zellexpansion und -teilung); • können die Rolle dieser Prozesse in der Morphogenese erklären; • kennen Aufbau und Funktion wesentlicher Photorezeptoren • können die Regulation zellulärer Strukturen und Prozesse durch Licht, Schwerkraft und intrazelluläre Signaltransduktionsketten erklären
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Vorlesung: Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote.
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester;
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	-

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Zellbiologie (Teil 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Zellbiologie (13 SWS); Anwesenheitspflicht	
3	Dozent/en	Prof. B. Kost, G. Kreimer, Dr. M. Lebert	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. B. Kost
5	Inhalt	<p>Übungen & Seminar (aktuelle Literatur/Studentenvorträge): funktionelle Charakterisierung von Signal- & Strukturproteinen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • biochemische Analysen: Zellextrakte, rekombinante Proteine; • physiologische Analysen: Effekte von Inhibitoren • intrazelluläre Lokalisierung von Signal- und Strukturproteinen; • „knock-out“, RNAi, Überexpression: Transformation und Genexpressionsanalyse; • Modellsysteme: <i>Euglena</i>, <i>Chlamydomonas</i>, <i>Physcomitrella</i>, Tabak.
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können zentrale Aussagen publizierter Arbeiten nachvollziehen, in Form eines Vortrags fachgruppengerecht präsentieren und kritisch beurteilen; • können folgende Techniken im Kontext der behandelten Fragestellungen anwenden und erklären: <ul style="list-style-type: none"> - Biochemie: Proteinaufreinigung & -elektrophorese, Western Blotting - Molekularbiologie: Plasmid Präparation, siRNA Herstellung • Transformation: Particle gun, Elektroporation, Markergenexpression - Fluoreszenzmikroskopie: Immunfluoreszenzmarkierung, GFP • Phasenkontrastmikroskopie - quantitative Analyse des Zellverhaltens: digitale Bildverarbeitung; • können aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme an den Laborübungen fachgerecht mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • können zellbiologische Versuche auswerten und die Daten in einem Protokoll darstellen sowie die Ergebnisse kritisch diskutieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mindestens 60 ECTS-Punkten im Bachelorstudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur 45 Min. PL: Seminarvortrag 20 Min. PL: Protokoll 20 Min.
11	Berechnung Modulnote	Die Modulnote berechnet sich aus den Einzelnoten, die jeweils zu 40% (Klausur und Protokolle) und 20% (Seminarvortrag) in die Modulnote eingehen.
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS und SS
13	Arbeitsaufwand	Übungen mit Seminar: Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	4 Wochen, Block
15	Unterrichtssprache	Deutsch, z.T. Englisch
16	Vorbereitende Literatur	Im Seminar zu präsentierende Publikationen, Praktikumsskripte