

Modulhandbuch

für den Studiengang

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

Stand: Juli 2021

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

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

Stand: 16.06.2021

Bezug: Prüfungsordnung vom 28.10.2019

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

Inhaltsverzeichnis

Betreuung des Bachelorstudienganges Integrated Life Sciences: Biologie, Biomathematik, Biophysik am Department

Biologie der FAU Erlangen-Nürnberg.....	4
Präsentation des Bachelorstudienganges Integrated Life Sciences: Biologie, Biomathematik, Biophysik	5
Studienkonzept	5
Studienverlaufsplan Bachelor ILS.....	7
Modulbezeichnungen	11
ILS-M1 Mathematik für Integrated Life Sciences I.....	12
ILS-M2 Mathematik für Integrated Life Sciences II	14
ILS-M4 Stochastische Modelle	15
ILS-M5 Differentialgleichungsmodelle.....	16
ILS-M6 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 Molekulare Biophysik & Strukturbiologie	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

➔ **Studiendekanin** (Allgemeine Fragen zum Studium)

Prof. Dr. Petra Dietrich

Department Biologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Staudtstraße 5, 91058 Erlangen, Raum B1 03.584
Tel. 09131/ 85 25208, 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. Rainer Böckmann (Fachstudienberatung)

Department Biologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Staudtstraße 5, 91058 Erlangen, Raum B1-03.570
Tel. 09131 - 85- 25409, E-Mail rainer.boeckmann@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)	27.5
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)		32.5
3	Stochastische Modelle (5 ECTS)	Strukturphysik (7.5 ECTS)	Biochemie & Physiologie (7,5 ECTS)	Physikalische Chemie (5 ECTS)	Genomanalyse & Phylogenie (5 ECTS)	30
4	Differential-gleichungsmodelle (5 ECTS) Mathematische Verfahren der Bioinformatik (5 ECTS)	Physik der Biologischen Materie (7.5 ECTS)	Zell-Zell-kommunikation, Signalverarbeitung & Entwicklung (7,5 ECTS)		Molekulare Biophysik & Strukturbiologie (5 ECTS)	30
	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) Metabolische Netzwerke (5 ECTS)	30
						180

Studienverlaufsplan Bachelor ILS

	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
			V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
1	ILS-M1: Mathematik für Integrated Life Sciences I	Mathematik für Ingenieure I (Kurs C)	4				10	5						PL: Klausur 90 Min. SL: pÜL 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							
2	ILS-M2: Mathematik für Integrated Life Sciences II	Mathematik für Ingenieure II (Kurs C)	4				5		3					PL: Klausur 90 Min.	1
		Übung zur Vorlesung Mathematik für Ingenieure II		2					2						
3	ILS-M4: Stochastische Modelle	Stochastische Modelle	2				5			3				PL: Klausur 90 Min.	1
		Übung zu Stochastische Modelle		1						1					
		Praktikum Stochastische Modelle			1					1					
4	ILS-M5: Differentialgleichungsmodelle	Differentialgleichungsmodelle	2				5				3			PL: Klausur 90 Min.	1
		Übung zu Differentialgleichungsmodelle		2							2				
5	ILS-M6: Mathematische Verfahren der Bioinformatik	Mathematische Verfahren der Bioinformatik	2				5				3			PL: Klausur 90 Min.	1
		Übung zu Mathematische Verfahren der Bioinformatik		2							2				
6	ILS-P1: Grundlagen der Experimentalphysik 1	Grundlagen der Experimentalphysik 1	3				5	4						PL: Klausur 90 Min.	1
		Übung zu Grundlagen der Experimentalphysik 1		1				1							
7	ILS-P2: Grundlagen der Experimentalphysik 2	Grundlagen der Experimentalphysik 2	3				5		4					PL: Klausur 90 Min.	1
		Übung zu Grundlagen der Experimentalphysik 2		1					1						
8	ILS-P3: Grundlagen der Experimentalphysik 3	Praktikum Grundlagen der Experimentalphysik			3		5		5					SL: pÜL (unbenotet)	0
9	ILS-P4:	Strukturphysik	4				7,5			5				PL: Klausur 90 Min.	1

	Strukturphysik	Übung zu Strukturphysik		2					2,5					
10	ILS-P5: Physik der Biologischen Materie	Physik der Biologischen Materie	3				7,5			4			PL: Klausur 90 Min.	1
		Übung zu Physik der Biologischen Materie		3						3,5				
11	ILS-B1: Grundlagen der Zellbiologie und Genetik	Grundlagen der Zellbiologie und Genetik	5				7,5	7,5					PL: Klausur 90 Min.	1
12	ILS-B2: Molekularbiologie	Molekularbiologie	3				7,5		3,5				PL: Klausur 90 Min. SL: pÜL (unbenotet)	1
		Übung zur Molekularbiologie		5					4					
13	ILS-B3: Biochemie und Physiologie	Biochemie und Physiologie	3				7,5			4			PL: Klausur 90 Min. SL: pÜL (unbenotet)	1
		Übung zur Biochemie und Physiologie		3						3,5				
14	ILS-B4: Zell- Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung	Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung	3				7,5			4			PL: Klausur 90 Min. SL: pÜL (unbenotet)	1
		Übung zu Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung		3						3,5				
15	ILS-C1: Einführung in die Chemie	Allgemeine Chemie	4				5		3				PL: Klausur 120 Min.	1
		Übung zur allgemeinen Chemie		3					2					
16	ILS-C2: Chemisches Praktikum	Chemisches Praktikum			1,5		5		3				SL: pÜL (unbenotet)	0
		Seminar zum Chemischen Praktikum				0,5			2					
17	ILS-C3: Physikalische Chemie	Grundlagen der Physikalischen Chemie	2				5			2,5			PL: Klausur 90 Min.	1
		Übung zu Grundlagen der Physikalischen Chemie				2				2,5				
18	ILS-I1: Optik und Mikroskopie	Optik und Mikroskopie	1				5	1					PL: pÜL ca. 50 Seiten Protokollheft	1
		Übung zu Optik und Mikroskopie		4				4						
19	ILS-I2: Genomanalysen und Phylogenie	Genomanalysen und Phylogenie	2				5			2,5			PL: Klausur 90 Min.	1
		Praktikum zu Genomanalysen und Phylogenie			3					2,5				
20	ILS-I3: Molekulare Biophysik und Strukturbiologie	Molekulare Biophysik und Strukturbiologie	2				5			3			PL: Klausur 90 Min.	1
		Übung zu Molekulare Biophysik und Strukturbiologie		2						2				

21	ILS-14: Metabolische Netzwerke	Metabolische Netzwerke	2				5						3	PL: Klausur 90 Min.	1
		Übung zu Metabolische Netzwerke		2									2		
22	Physikalisch Biologisches Wahlpflichtmodul	Vorlesung zu modernen Anwendungen Biophysikalischer Methoden	2				15					5		PL: mündl. Prüfung 90 Min. PL: pÜL ca. 50 Seiten	1
		Übung und Seminar zu modernen Anwendungen Biophysikalischer Methoden		11								10			
23	Wahlpflichtmodul Computational Biologie (Teil 1)	Vorlesung Computational Biology Teil 1	2				7,5					3		PL: Klausur 90 Min. und PL: SeL 20 Min. (80 u. 20% der Modulnote)	1
		Übung und Seminar zu Computational Biology Teil 1		4,5								4,5			
24	Wahlpflichtmodul Computational Biologie (Teil 2)	Vorlesung Computational Biology Teil 2	2				7,5					3		PL: Klausur 90 Min.	1
		Übung zu Computational Biology Teil 2		2,5	2							4,5			
25	Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul (Teil 1) ¹⁾	Vorlesung	2				5					5		PL: Klausur 45 Min.	2
26	Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul (Teil 2) ¹⁾	Übung mit Seminar		13			10					10		vergl. § 43 Abs. 3 ²⁾	1
27	Schlüsselqualifikationen ³⁾	Modulabhängig	4				5						5	SL: modulabhängig (unbenotet)	0
28	Vertiefungsmodul ⁴⁾	Übung und Seminar aus dem Bereich in dem die Bachelor Arbeit angefertigt wird		3		1	5						5	SL: vgl. § 6 Abs. 3 und 4 ABMPO/NatFak ⁴⁾	0
29	Bachelor Arbeit	Verteidigung der Bachelorarbeit					15						3	PL: schriftliche Arbeit ca. 7000 Worte SL: Seminarvortrag ca. 20 Min. (unbenotet)	1
		Bachelorarbeit											12		
Summe SWS:			63- 65	60- 66	8- 10,5	3,5									
Summe ECTS:						180	27,5	32,5	30	30	30	30			

¹⁾ Angebot der Fachmodule aus dem Bachelorstudiengang Biologie gemäß § 46 Abs. 2 **FPOBAMABio**. Das molekularbiologische Wahlpflichtmodul (Teil 1) entspricht dabei dem Fachmodul (Teil 2) und das Wahlpflichtmodul (Teil 2) dem Fachmodul (Teil 1).

²⁾ Vgl. § 46 Abs. 3. Art und Umfang der Prüfung im Molekularbiologischen Wahlpflichtmodul, sowie deren Gewichtung zur Berechnung der Modulnote sind abhängig vom konkreten didaktischen Charakter des jeweils gewählten Moduls und dem Modulhandbuch zu entnehmen.

³⁾ Wählbar sind Veranstaltungen aus dem Angebot an Schlüsselqualifikationen der FAU. Art und Umfang der Prüfung sind abhängig vom konkreten didaktischen Charakter des jeweils gewählten Moduls und der jeweils einschlägigen (**Fach-)**Prüfungsordnung bzw. dem entsprechenden Modulhandbuch zu entnehmen.

⁴⁾ Das Vertiefungsmodul (4 SWS) ist als die Vorbereitung zur Bachelorarbeit gedacht und beruht auf der Belegung von Spezialseminaren über aktuelle Forschungsthemen oder von Seminaren aus dem Angebot des jeweiligen Fachgebietes (Biologie, Biomathematik, Biophysik) oder einer praktischen Übung zur Vorbereitung auf die Bachelorarbeit. Art und Umfang der Prüfung im Vertiefungsmodul sind abhängig vom konkreten didaktischen Charakter der jeweils gewählten speziellen Lehrveranstaltungen und dem Modulhandbuch zu entnehmen. In der Regel muss bei einer praktischen Übungsleistung ein Protokollheft und bei einer Übungsleistung ein Bericht oder eine Hausarbeit erstellt werden.

Erläuterungen:

V = Vorlesung

Ü = Übung

P = Praktikum

S = Seminar

SWS = Semesterwochenstunden

ECTS = Punkte des European Credit Transfer Systems

SL = Studienleistung

PL = Prüfungsleistung

pÜL: praktische Übungsleistung gemäß § 6 Abs. 4 **ABMPO/NatFak**

SeL = Seminarleistung gemäß § 6 Abs. 4 **ABMPO/NatFak**

ÜL = Übungsleistung gemäß § 6 Abs. 4 **ABMPO/NatFak**

Modulbezeichnungen

Pflichtmodule aus dem Bereich der Mathematik

1	Modulbezeichnung	ILS-M1 Mathematik für Integrated Life Sciences I ILS-M1 Mathematics for 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	Lehrende	Dr. S. Kräutle, Prof. Dr. C. Richard	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. S. Kräutle
5	Inhalt	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
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: • 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h, Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	• 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 • G. Keller, Mathematik in den Life Sciences, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2011

1	Modulbezeichnung	ILS-M2 Mathematik für Integrated Life Sciences II ILS-M1 Mathematics for 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	Lehrende	Dr. S. Kräutle	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. S. Kräutle
5	Inhalt	Differentialrechnung einer Veränderlichen: Ableitung mit Rechenregeln, Mittelwertsätzen, L'Hospital, Taylor-Formel, Kurvendiskussion Integralrechnung einer Veränderlichen: Riemann-Integral, Hauptsatz der Infinitesimalrechnung, Mittelwertsätze, Partialbruchzerlegung, uneigentliche Integration Folgen und Reihen: Reelle und komplexe Zahlenfolgen, Konvergenzbegriff und -sätze, Folgen und Reihen von Funktionen, gleichmäßige Konvergenz, Potenzreihen, iterative Lösung nicht-linearer Gleichungen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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)
11	Berechnung Modulnote	100% der Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h, Eigenstudium: 60 h;
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• 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	ILS-M4 Stochastische Modelle ILS-M4 Stochastic models	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	Lehrende	Dr. A. Depperschmidt, Prof. C. Richard	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. A. Depperschmidt
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • 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)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	Vorlesungsskript

1	Modulbezeichnung	ILS-M5 Differentialgleichungsmodelle ILS-M5 Differential equation models	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Differentialgleichungsmodelle (2 SWS) UE: Übungen zu Differentialgleichungsmodelle (2 SWS)	
3	Lehrende	Prof. W. Merz	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. W. Merz
5	Inhalt	• Mathematische Biologie-Modelle zu gewöhnlichen Differentialgleichungen (GDGn) • Typisierung der GDGn • Lösungsverfahren für verschiedene Typen von GDGn • Spezielle Verfahren für lineare GDGn • Erlernen des Software-Pakets Matlab und numerische Lösungsverfahren für GDGn • Vorstellung der drei Grundtypen partieller Differentialgleichungen (PDGn)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • sind in der Lage selbständig Modellierungsaufgaben durchzuführen; • den Typ einer GDG zu erkennen; • beherrschen die entsprechenden Lösungsverfahren auf die jeweiligen Typen GDGn; • beherrschen den Umgang mit dem Software Tool Matlab und wenden selbständig geeignete Verfahren auf die entsprechenden Typen von GDGn an; • sind in der Lage selbständig Lösungsverfahren auf die erwähnten Grundtypen PDGn anzuwenden.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Inhaltliche Voraussetzung sind die Module ILS-M1 und M2
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)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	-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 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.

1	Modulbezeichnung	ILS-M6 Mathematische Verfahren der Bioinformatik ILS-M6 Mathematical algorithms in Bioinformatics	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	Lehrende	Dr. F. Wein	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. F. Wein
5	Inhalt	• 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) UE Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken aus der Vorlesung erfolgt durch praktische Übungen am Rechner sowie Vorstellung und Diskussion wöchentlicher Hausaufgaben in der Gruppe.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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.
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)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	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 ILS-P1 Foundations of Experimental Physics 1	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Grundlagen der Experimentalphysik 1 (3 SWS) UE: Übungen zu Grundlagen der Experimentalphysik 1 (1 SWS)	
3	Lehrende	Prof. Dr. A. Schneider	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Schneider
5	Inhalt	• 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 (ungedämpfte, gedämpfte sowie erzwungene Schwingungen, Überlagerung von Schwingungen) • Thermodynamik: -- Temperatur, ideales Gas -- Kinetische Gastheorie -- Reales Gas, Phasendiagramm -- Wärmekapazität, Schmelz-, Verdampfungsenergie -- Wärmeleitung, Wärmestrahlung -- Wärmekraftmaschinen, Wirkungsgrad
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • können die Grundlagen der Experimentalphysik in den Bereichen der Mechanik, Schwingungen und Wellen sowie der Thermodynamik 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	Jede Einführung in die Experimentalphysik für Ingenieure oder Naturwissenschaftler ist geeignet, z.B. Giancoli, „Physik“, Pearson; F. Kuypers: Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler 1 und 2, Wiley; Halliday, „Physik“ (Bachelor-Edition), Wiley

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Schneider
5	Inhalt	• Elektrizität und Magnetismus (Ladung, elektr. Feld, Strom, Magnetismus und zeitabhängige Felder, Gleich- und Wechselstromkreise) • Mechanische und elektromagnetische Wellen (Wellenausbreitung, Beugung, geometrische Optik) • Nichtklassische Physik (Atomaufbau, Grundzüge der Quantenmechanik, Röntgenstrahlung und Photonen, Atomkern) • Festkörperphysik (Kristallaufbau, Elektronenbänder, Elektr. Leitfähigkeit in Halbleitern, Halbleiterbauelemente)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • können die Grundlagen der Experimentalphysik in den Bereichen der Elektrizität, nichtklassischen Physik, Festkörperphysik und der modernen Physik 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	Jede Einführung in die Experimentalphysik für Ingenieure oder Naturwissenschaftler ist geeignet, z.B. Giancoli, „Physik“, Pearson; F. Kuypers: Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler 1 und 2, Wiley; Halliday, „Physik“ (Bachelor-Edition), Wiley

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Schneider
5	Inhalt	• Franck-Hertz-Versuch • Reales Gas • Heißluftmotor • Solarenergie/Windenergie • Röntgenstrahlung
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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 Physikalabors; • 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: Protokollheft und Testat zu den Versuchen im Praktikum (ca. 30 Seiten, unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	Jede Einführung in die Experimentalphysik für Ingenieure oder Naturwissenschaftler ist geeignet, z.B. Halliday, „Physik“ (Bachelor-Edition), Wiley

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. T. Unruh
5	Inhalt	• Symmetriellehre und Kristallstruktur • Strukturaufklärung mit Diffraktionsmethoden • Lokale und kollektive Dynamik in kondensierter Materie (Diffusion, Phononen, elektrische und dielektrische Eigenschaften) • Grundlagen der Spektroskopie • Grundlagen und einfache Anwendungen von UV/VIS Spektroskopie, IR Spektroskopie, Raman Spektroskopie, NMR Spektroskopie, dynamischer Lichtstreuung, QENS
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • können die Grundlagen über den strukturellen Aufbau kondensierter Materie und die experimentellen Methoden zu deren Bestimmung darstellen und erklären; • können grundlegende thermische, optische, elektrische und dielektrische Eigenschaften von Festkörpern beschreiben und ihren Bezug zu atomaren Strukturen erklären; • sind in der Lage, die Grundlagen der Spektroskopie und spezieller spektroskopischer Methoden zu erklären und an einfachen Beispielen zu veranschaulichen; • 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: schriftliche Prüfung (90 Min)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h, Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	• Borchardt-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 ILS-P5 Physics of Biological Matter	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Physik der Biologischen Materie (3 SWS) UE : Übungen zu Physik der Biologischen Materie (3 SWS)	
3	Lehrende	Prof. B. Fabry, K. Mecke, Drs. C. Metzner, G. Schröder-Turk	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. B. Fabry
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h, Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	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 ILS-B1 Foundations of Cell Biology and Genetics	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Grundlagen der Zellbiologie und Genetik (5 SWS)	
3	Lehrende	Profs. P. Dietrich, W. Herzog., C. Koch	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wiebke Herzog
5	Inhalt	Biomoleküle (Koch) • 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. Zellbiologie (Dietrich) • Einführung und Geschichte der Zellbiologie (Entwicklung der Mikroskopie, Zelle, Gewebe, Organe etc.) • Zellwand und Extrazelluläre Matrix (Glukosaminoglykane, 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 Pflanzenzelle (Aufbau, Funktionen, Speicherung, Energetisierung etc.) • Lysosom der Tierzelle (Aufbau, Funktionen, Energetisierung etc.) • Peroxisomen (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 versus 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.). Genetische Grundlagen (W. Herzog) • 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, Polyänchromosomen, 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	Die Studierenden • 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 zuordnen • 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h, Eigenstudium: 150 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	B. Alberts: Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie; W. Nultsch: Allgemeine Botanik

1	Modulbezeichnung	ILS-B2 Molekularbiologie ILS-B2 Molecular Biology	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	Lehrende	Prof. 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	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). Praktische Übungen, Molekularbiologische Methoden DNA-Isolation, Klonierung einer Genbank, Restriktionsverdau, DNA-Gelelektrophorese, PCR, Isolierung von Stoffwechsel-mutanten der Bäckerhefe, Komplementationsgruppen, Plasmidkomplementation, RT-PCR). eLearning Übung: Übungen zur praktischen Anwendung von „digitalen Werkzeugen“. Biologische Datenbanken, Arbeiten mit Sequenzen, Datenanalyse und wissenschaftliche Dokumentation, domänenspezifische IT-Kompetenz.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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 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: Klausur (90 Min) SL: Protokollheft mit Testat ca. 50 Seiten (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote

12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	Molecular Biology of the Gene (Watson et al.)

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. C. Koch
5	Inhalt	Biochemie der Zelle (6 Wochen) • Enzyme: Kinetik, katalytische Mechanismen, Regulation (kovalent, nicht-kovalent) • Zentraler Energiestoffwechsel: Glykolyse, Gluconeogenese, Zitrat Zyklus, Respiration • Speicherstoffwechsel: Fettsäure-Oxidation, Speicherkohlenhydrate • Aminosäurestoffwechsel und Protein-Turnover. Physiologie der Pflanze (4 Wochen) • Photosynthese (Licht- und Kohlenstoffreaktionen) • Stofftransport (Xylem, Phloem, Zell-Zell Transport) • Wirkprinzipien von Phytohormonen • Sekundärstoffwechsel. Physiologie der Tiere (4 Wochen) • Erregbare Zellen (Nervenzellen, Muskelzellen) • Synapsen (Rezeptoren, Kanäle, Transmitter) • Mechanismen der inter- und intrazellulären Signalleitung und Kommunikation. Praktische Übungen Reinigung von Proteinen, Elektronentransport in der mitochondriellen Atmungskette, biochemische Charakterisierung von Enzymen, gelektrophoretische Trennverfahren zur Proteinanalytik, immunologischer Nachweis von Proteinen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • können die Regulationsprinzipien von Enzymen sowie deren Bedeutung für die Physiologie tierischer- und pflanzlicher Organismen in den Grundlagen darstellen und erklären; • können den Stoffwechsel von Zellen nachvollziehen und erklären; • sind 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: 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h, Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	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 ILS-B4 Cell-Cell communication, Signal Processing and Development	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	Lehrende	Profs. P. Dietrich, W. Herzog, M. Klingler, B. Kost, L. Nitschke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. M. Klingler
5	Inhalt	Zell-Zellkommunikation und Signalverarbeitung Steuerung durch Hormone und Licht bei Pflanzen (Modell Arabidopsis). Einsatz von Reportergenen zur Analyse von Zellkommunikation und Signalleitung; Transformation pflanzlicher Zellen; Kommunikation zwischen Immunzellen, Signaltransduktion über Ca⁺⁺ bzw. Thyrosin-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>. 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.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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 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: Klausur zur (90 Min) SL: Protokollheft ca. 40 Seiten (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h, Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	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).

Pflichtmodule aus dem Bereich der Chemie

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. J. Schatz
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 105 h, Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	

1	Modulbezeichnung	ILS-C2 Chemisches Praktikum ILS-C2 Chemical Lab course	Chemi5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	PR: Chemisches Praktikum (1,5 SWS), Anwesenheitspflicht SEM: Seminar zum Chemischem Praktikum (0,5 SWS)	
3	Lehrende	Prof. J. Schatz	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. J. Schatz
5	Inhalt	Chemisches Praktikum - Blockpraktikum: Inhalte: Sicherheitsunterweisung, Atombau und Chemische Bindung, Löslichkeit, Säuren und Basen, Redox – Reaktionen, Energetik/Kinetik, Kohlenwasserstoffe, funktionelle Gruppen, Carbonylverbindungen, Peptide und Metallkomplex
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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 selbstständig 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: Protokollheft ca. 50 Seiten
11	Berechnung Modulnote	Unbenotet
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. F. Gröhn
5	Inhalt	VORL: 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 a) Spektroskopie <i>oder</i> b) Charakterisierung von Nanostrukturen 9. Einführung in die Elektrochemie. 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).
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • verstehen die wichtigsten Größen und die Hauptsätze 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 darzustellen 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 - 2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	P.W. Atkins: Physikalische Chemie, Wiley VCH G. Wedler: Physikalische Chemie, Wiley VCH

Integrierte Pflichtmodule

1	Modulbezeichnung	ILS-I1 Optik und Mikroskopie ILS-I1 Optics and Microscopy	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Optik und Mikroskopie (1 SWS) UE: Übungen zu Optik und Mikroskopie (4 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	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	VORL: Geschichte und Anwendungen der Mikroskopie, Optik des Mikroskops, Abbildung mit Linsen, Auflösungsvermögen des Mikroskops, Licht-, Video- und Elektronenmikroskopie, Kontrastverfahren, Umgang mit dem Licht- und Fluoreszenzmikroskop. UE: Erlernen von Präparationstechniken, Beobachtung typischer anatomischer Grundstrukturen und Organelle, Färbetechniken und Nachweisverfahren, Interpretation elektronenmikroskopischer Aufnahmen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h, Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. C. Richard
5	Inhalt	VORL Teil 1 (Mathematik): - 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) VORL Teil 2 (Biologie): - Biologische Fragestellungen zu den Themen Genomdatenbanken, Sequenz-Alignments, phylogenetische Bäume und Hochdurchsatz-Expressionsanalysen - Fallbeispiele aus der aktuellen Forschung werden veranschaulicht PR Teil 1 (Mathematik): - Rechnerübungen zu Inhalten der Vorlesung (Programmiersprache R) PR Teil 2 (Biologie): - 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	Die Studierenden - 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)
11	Berechnung Modulnote	Klausurnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h, Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	Hütt, Dehnert: Methoden der Bioinformatik, Introduction to Computational Genomics Cristianini, Hahn: Introduction to Computational Genomics – A case studies approach.

1	Modulbezeichnung	ILS-I3 Molekulare Biophysik & Strukturbioogie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Molekulare Biophysik und Strukturbioogie (2SWS) UE: Übungen zur Biophysik und Strukturbioogie (2 SWS)	
3	Lehrende	Profs. R. Böckmann (Physikteil), Y. Muller (Biologieteil).	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Rainer Böckmann
5	Inhalt	• Prinzipien des Strukturaufbaus biologischer Makromoleküle • Physikalische Wechselwirkungen in biologischen Makromolekülen: gebundene und nicht-gebundene Wechselwirkungen, Elektrostatik von Biomolekülen im Vakuum und in Lösung, Moleküldynamikberechnungen • Grundlagen der Proteinthermodynamik • Wechselwirkung biologischer Makromoleküle mit Membranen • Wechselwirkung von Proteinen mit Nukleinsäuren • Strukturvorhersage von Proteinen • Experimentelle Methoden zur Bestimmung von Struktur-Funktionsbeziehungen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • sind in der Lage, die grundlegenden Konzepte der Strukturbioogie 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 von Struktur-Funktionsbeziehungen und können diese darstellen, • und können Computerprogramme zur Strukturvorhersage anwenden, die Ergebnisse interpretieren sowie Schlussfolgerungen aus eigenständigen Rechnungen ableiten.
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 (60 Min)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100 % der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	Dill, Bromberg: Molecular Driving Forces Sackmann, Merkel: Lehrbuch der Biophysik Phillips: Physical Biology of the Cell Kuriyan: The Molecules of Life

1	Modulbezeichnung	ILS-I4 Metabolische Netzwerke ILS-I4 Metabolic Networks	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Metabolische Netzwerke (2SWS) UE: Übungen Metabolische Netzwerke (2 SWS)	
3	Lehrende	Prof. Dr. A. Burkovski (Biologie), Dr. A. Prechtel (Mathematik)	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Burkovski
5	Inhalt	VORL biologischer Teil: Organisation des bakteriellen Stoffwechsels, Einheiten der Transkriptionskontrolle: Gen, Operon, Regulon, Modulon, Sigmulon, Aktivitätsregulation, globale Analysetechniken (Genomics, Transcriptomics, Proteomics, Metabolomics, Flussanalyse). 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). UE (Anwendungsbeispiele): Aktuelle Anwendungsbeispiele (Analyse von Genom- und Transkriptomdaten)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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	6. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Integrated Life Sciences
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (90 Min)
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Informationsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung des Stoffes werden im Internet und als Kopien zur Verfügung gestellt. 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

Integrierte Wahlpflichtmodule

(Wahl von 2 Modulen aus drei Wahlpflichtmodulen)

1	Modulbezeichnung	ILS-W3 Physikalisch Biologisches Wahlpflichtmodul ILS-W3 Mandatory Elective Module in Biological Physics	15 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Biophysikalische Methoden (2 SWS) Ü/SEM: Anwendungen Biophysikalischen Methoden (11 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Profs. B. Fabry, A. Feigenspan, P. Dietrich, R. Neder, T. Unruh	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. B. Fabry
5	Inhalt	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. PR: Elektrophysiologie der Ionenkanäle (Zwei-Elektroden-Spannungsklemme, Patch-Clamp Technik), Ca ²⁺ -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.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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: Kolloquium (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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 195h, Eigenstudium: 255h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	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) ILS-W1 Mandatory Elective Module in Computational Biology (Part 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	Lehrende	Prof. Dr. R. Böckmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. R. Böckmann
5	Inhalt	Skalenübergreifende Modellierung biologischer Systems • 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	Die Studierenden • 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 97,5 h, Eigenstudium: 127,5
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	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) ILS-W1 Mandatory Elective Module in Computational Biology (Part 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	Lehrende	Prof. Dr. Zaburdaev	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Zaburdaev
5	Inhalt	Einführung in moderne Programmier-Sprachen • Programmierung in C • Implementierung numerischer Algorithmen in C • Grundsätze der Computerarithmetik: Gleitkommazahlen, Kondition eines Algorithmes Numerische Verfahren für biologische Anwendungen: • Direkte und iterative Lösung linearer Gleichungssysteme • Lineare Ausgleichsprobleme, Methode der kleinsten Quadrate • Lösung nichtlinearer Probleme (Fixpunktsatz, Newton-Verfahren) • Polynominterpolation (Lagrange-, Newton-, Hermite-Interpolation) • Numerische Differentiation und Quadratur • Numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen • Erzeugung von Zufallsvariablen und Monte-Carlo-Methode
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 97,5 h, Eigenstudium: 127,5
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	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) ILS-W2 Mandatory Elective Module in Molecular Biology (Part 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	VORL: Vorlesung (2 SWS)	
3	Lehrende	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 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 in Zeitstunden	150 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	modulabhängig
16	Literaturhinweise'	modulabhängig

1	Modulbezeichnung	ILS-W2 Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul (Teil 2) ILS-W2 Mandatory Elective Module in Molecular Biology (Part 2)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	UE: Übung/Seminar (10-14 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	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 • sind in der Lage sich das theoretischen Hintergrund zu den praktischen Übungen anzueignen und dieses umfassend zu erklären; • sind 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 in Zeitstunden	300 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	modulabhängig
16	Literaturhinweise'	modulabhängig

Schlüsselqualifikationen

1	Modulbezeichnung	ILS-S Schlüsselqualifikationen ILS-S Key Skills	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	modulabhängig	
3	Lehrende	modulabhängig	

4	Modulverantwortliche/r	modulabhängig
5	Inhalt	Die Studierenden wählen ein Modul aus dem Angebot der Schlüsselqualifikationspools der Universität. 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: • Argumentation und Präsentation • Sprachen • Kultur, Geschichte, Natur und Technik • Disziplinäre Grundkenntnisse • Interkulturelle Kommunikation • Praktika.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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 in Zeitstunden	150 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	modulabhängig
16	Literaturhinweise'	modulabhängig

Vertiefungsmodul

1	Modulbezeichnung	ILS-V Vertiefungsmodul ILS-Advanced Module	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Übungen und Seminare aus dem Bereich, in dem die Bachelorarbeit angefertigt wird (4 SWS)	5 ECTS-Punkte
3	Lehrende	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 • 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 in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h, Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	-

Bachelormodul

1	Modulbezeichnung	Bachelorarbeit Bachelor Thesis	15 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Bachelorthesis (12 SWS) mit Seminar (3 SWS)	15 ECTS-Punkte
3	Lehrende	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	• 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	Die Studierenden • 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 in Zeitstunden	450 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Literaturhinweise'	-

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. Beachten Sie, dass:

- das Fachmodul Teil 1 (Bachelor Biologie) entspricht dem Wahlpflichtmodul Teil 2 im ILS-Studiengang
- das Fachmodul Teil 2 (Bachelor Biologie) entspricht dem Wahlpflichtmodul Teil 1 im ILS-Studiengang.

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Biochemie (Teil 2) Advanced Module Biochemistry (Part 2)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung mit Seminar Fachmodul Biochemie (3 SWS)	
3	Lehrende	Profs. C. Koch, U. Sonnewald Drs. S. Sonnewald, W. Zierer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christian Koch
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • 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 ILS wird empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	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 1) Advanced Module Biochemistry (Part 1)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Biochemie (13 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Prof. U. Sonnewald, C. Koch, Drs. S. Sonnewald, J. Hofmann, S. Reinert, W. Zierer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christian Koch
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • können Prinzipien der Biochemie umfassend darstellen und übertragen; • können Stoffwechselvorgänge 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 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 ILS wird empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
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	Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	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 2) Advanced Module Developmental Biology (Part 2)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung mit Seminar Fachmodul Entwicklungsbiologie (3 SWS)	
3	Lehrende	Profs. W. Herzog, M. Klingler; A. Schambony Drs. R. Rübsam, M. Schoppmeier	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wiebke Herzog
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • 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 ILS wird empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	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 1) Advanced Module Developmental Biology (Part 1)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Entwicklungsbiologie (13 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Prof. W. Herzog, M. Klingler, A. Schambony Drs. R. Rübsam, M. Schoppmeier	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wiebke Herzog
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • können entwicklungsbiologische Prozesse und Methoden die im Übungsteil behandelt werden darstellen, erklären und vergleichen; • sind 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
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
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	Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	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 2) Advanced Module Genetics (Part 2)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung mit Seminar Fachmodul Genetik (3 SWS)	
3	Lehrende	Profs. F. Nimmerjahn, A. Lux, L. Nitschke, R. Slany, T. Winkler, Dr. M. Biburger	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Robert Slany
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • 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 und 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100 % der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im Wintersemester und Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	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 Genetik (Teil 1) Advanced Module Genetics (Part 1)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Genetik (13 SWS) Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Prof. F. Nimmerjahn, A. Lux, L. Nitschke, R. Slany, T. Winkler, Dr. M. Biburger	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Robert Slany
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • können genetischen Grundlagen/Prinzipien und Methoden, die im Übungsteil behandelt werden, darstellen, vergleichen und erklären; • sind 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 und 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
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	Jährlich im Wintersemester und Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	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 2) Advanced Module Immunology (Part 2)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung mit Problem-orientierten Lerneinheiten in Immunologie (3 SWS)	
3	Lehrende	Profs. H.-M. Jäck, U. Gaipf, D. Mielenz Drs. W. Schuh, J. Wittmann, B. Frey, K. Pracht	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Hans-Martin Jäck
5	Inhalt	• 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) • Schutzimpfung • Transplantation • Immunologische Erkrankungen (Allergie, Autoimmunität, Immundefizienzen, lymphatische Tumoren)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • sind in der Lage, die Geschichte und die Grundkonzepte der Immunologie in Problem-orientierten Lerneinheiten 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 in Problem-orientierten Lerneinheiten 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 (Faktor Modulnote 2)
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Immunologie, Janeway et al., 9. Auflage (deutsch, Springer) Wörterbuch der Immunologie https://www.molim.med.fau.de/teaching/bachelor/

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Immunologie (Teil 1) Advanced Module Immunology (Part 1)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen (Laborpraktikum) mit Seminar zum Fachmodul Immunologie (10 und 3 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Prof. H.-M. Jäck (Koordinator), A. Bozec, U. Gaipl, G. Krönke, Drs. D. Mielenz, K. Pracht, W. Schuh, J. Wittmann, M. Zaiss, B. Frey, S. Frey, K. Zaiss-Sarter	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Hans-Martin Jäck
5	Inhalt	• 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
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • sind in der Lage, die Geschichte und die Grundkonzepte der Immunologie grundlegend darzustellen und zu erläutern; • sind 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	Jährlich im WS (Semesterferien)
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Übungen mit Seminar: Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester (4-Wochen-Blockveranstaltung)
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Janeway et al.: Immunologie, 9. Auflage (deutsch, Springer) Wörterbuch der Immunologie https://www.molim.med.fau.de/teaching/bachelor/

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Mikrobiologie (Teil 2) Advanced Module Microbiology (Part 2)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung mit Seminar Fachmodul Mikrobiologie (3 SWS)	
3	Lehrende	Prof. Dr. S. Backert, Dr. N. Tegtmeyer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Steffen Backert
5	Inhalt	• Überblick über den mikrobiellen Stoffwechsel • Generelle Prinzipien der Stoffwechselorganisation • Biotechnische und medizinische Konsequenzen • Bakterielle Stoffwechselleistungen • Aktuelle Themen der Mikrobiologie
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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 ILS dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote.
12	Turnus des Angebots	Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	Knippers, „Molekulare Genetik“, Thieme Madigan et al., „Brock – Mikrobiologie“, Pearson

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Mikrobiologie (Teil 1) Advanced Module Microbiology (Part 1)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Mikrobiologie (10 und 3 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Prof. Dr. S. Backert, Dr. N. Tegtmeier	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Steffen Backert
5	Inhalt	• A-Teil: Erlernen von grundlegenden mikrobiologische Techniken: • 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 • F-Teil: • Erlernen von praktischen Grundlagen der Molekularbiologie: • Eigenständige Herstellung von Puffern und Lösungen • Bestimmung von DNA-Konzentrationen • Ansetzen von Übernachtskulturen • Plasmid-Isolierung, Restriktionsanalyse und Agarose-Gelelektrophorese • Präparation eines Proteinrohextraktes, Bradford-Assay und Polyacrylamid-Gelelektrophorese • Erlernen des selbständigen wissenschaftlichen Arbeitens anhand der Durchführung von zwei Versuchen: • Übertragung von Antibiotika-Resistenzen zwischen <i>E. coli</i>-Stämmen mittels horizontalen Gentransfers (Konjugation) • Überexpression der Protease HtrA und Untersuchung der proteolytischen Aktivität mittels Casein-Zymografie Literaturseminar: Erstellung und Präsentation eines wissenschaftlichen Vortrages anhand eines aktuellen, englischsprachigen Fachjournal-Artikels.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • können mikrobiologische Prozesse und Methoden, die im Übungsteil behandelt werden, darstellen, vergleichen und erklären • sind 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 BA ILS – Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul
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	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium:105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester (4-Wochen-Blockveranstaltung)
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

16	Literaturhinweise	Knippers: „Molekulare Genetik“, (Thieme), Madigan et al., „Brock – Mikrobiologie“, (Pearson)
----	--------------------------	---

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Molekulare Pflanzenphysiologie (Teil 2) Advanced Module Molecular Plant Physiology (Part 2)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung mit Seminar Fachmodul MPP (3 SWS)	
3	Lehrende	Profs. M. Albert, P. Dietrich, Dr. F. Klebl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Albert
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • 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 ILS dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	Richter, "Biochemie der Pflanzen", Thieme-Verlag Heldt, "Pflanzenbiochemie", Spektrum-Verlag Taiz, Zeiger, "Physiologie der Pflanzen", Spektrum Verlag

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Molekulare Pflanzenphysiologie (Teil 1) Advanced Module Molecular Plant Physiology (Part 1)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul MPP (13 SWS) Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Prof. Dr. M. Albert, Drs. I. Albert, F. Klebl, R. Stadler	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Albert
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • 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 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 ILS dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
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 in Zeitstunden	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Richter, "Biochemie der Pflanzen", Thieme-Verlag; Heldt, "Pflanzenbiochemie", Spektrum-Verlag; Taiz, Zeiger, "Physiologie der Pflanzen", Spektrum Verlag

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Pharmazeutische Biologie (Teil 2) Advanced Module Pharmaceutical Biology (Part 2)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung mit Seminar Fachmodul Pharmazeutische Biologie (3 SWS)	
3	Lehrende	Dr. J. Munkert	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Gregor Fuhrmann
5	Inhalt	Pharmazeutische Biotechnologie
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden – sind fähig, grundlegende und aktuelle Kenntnisse der Pharmazeutischen Biologie umfassend 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 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie BA ILS – Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100 % der Modulnote (Faktor Modulnote 2)
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Bechthold A.(2012) Pharmazeutische Biotechnologie kompakt , Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; Auflage: 1; Skripte der Vorlesung

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Pharmazeutische Biologie (Teil 1) Advanced Module Pharmaceutical Biology (Part 1)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Pharmazeutische Biologie (10 und 3 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Prof. Dr. G. Fuhrmann, Drs. J. Munkert, C. Rieck	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. J. Munkert
5	Inhalt	Begleitendes Seminar Seminarthemen: Aktuelle Analyseverfahren, Neue Ergebnisse der Analytik biogener Arzneistoffe Praktische Übungen – Grundstoffe: Pflanzliche Drogen; Pharmakognostische Methoden (Quellungszahl, Bitterwert, Ätherisch-Öl-Bestimmung, Saponine, Teeanalyse) – Niedermolekulare Wirkstoffe: Terpenoide, Phenylpropanoide, Anthranoide, Alkaloide, Glucosinolate; Phytochemische Methoden (Qualitative und quantitative Bestimmung, HPLC, GCMS)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden – 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; – können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; und die Daten in einem Protokoll darstellen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul wird erst wieder im Wintersemester 2022/23 angeboten! Erststudiengang Biologie dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	
9	Verwendbarkeit des Moduls	BA ILS – Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (45 Min.) PL: benoteter Seminarvortrag 20 Min. SL: Protokoll ca. 40 Seiten (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Die Modulnote berechnet sich aus den beiden Einzelleistungen, die mit 90% (Klausur) bzw. 10% Seminarvortrag in die Modulnote eingehen.
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester (4-Wochen-Blockveranstaltung)
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Blaschek W. (Hrsg.) (2016) Wichtl - Teedrogen und Phytopharmaka. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; Auflage: 6 Sticher O, Heilmann J, Zündorf I (2015): Hänsel / Sticher Pharmakognosie Phytopharmazie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; Auflage: 10

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Neurobiologie (Teil 2) Advanced Module Neurobiology (Part 2)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung mit Seminar Fachmodul Neurobiologie (3 SWS)	
3	Lehrende	Prof. J. H. Brandstätter, Dr. A. Feigenspan, Dr. J. Wittgenstein	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Feigenspan
5	Inhalt	Vertiefte Wissensvermittlung der Tier- und Humanphysiologie mit Schwerpunkt Neurobiologie: • Neurobiologie (Bau und Funktion des Nervensystems bei Vertebraten und Invertebraten) • 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 • 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 ILS dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im SS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	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 1) Advanced Module Neurobiology (Part 1)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Neurobiologie (13 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Prof. J. H. Brandstätter, A. Feigenspan, Dr. I. Brehm	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Feigenspan
5	Inhalt	Vertiefte Wissensvermittlung der Tier- und Humanphysiologie: • 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 • können physiologischen/neurobiologischen Grundlagen und Methoden, die im Übungsteil behandelt werden, darstellen, vergleichen und erklären; • sind 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 ILS dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
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 in Zeitstunden	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	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 Strukturbioogie (Teil 2) Advanced Module Structure Biology (Part 2)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung mit Seminar Fachmodul Strukturbioogie (3 SWS)	
3	Lehrende	Profs. R. Böckmann, Y. Muller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Yves Muller
5	Inhalt	• Grundlagen der molekularen Strukturbioogie • Evolutionsmechanismen in biologischen Makromolekülen • Oligomere Proteine, Proteinaggregation und assoziierte Krankheiten • Atomare Wechselwirkungen in Makromolekülen • Grundlagen der Moleküldynamik • Grundlagen der Proteinthermodynamik • Faltungsmodelle und kinetische Stabilität von Makromolekülen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • können den aktuellen Kenntnisstand zur molekularen Strukturbioogie umfassend darstellen und erklären; • verstehen Struktur-Funktionsbeziehungen in biologischen Makromolekülen und können diese darstellen und zuordnen; • können strukturbioogische Fragestellungen nach ihrer Bedeutung einordnen; • haben ein Verständnis für strukturbioogische 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 BA ILS – Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote (Faktor Modulnote 2)
12	Turnus des Angebots	jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Mathews, C.K., Van Holde, K.E. & Ahern, K.G.: Biochemistry, (Pearson); Stryer, L., Berg, J.M. & Tymoczko, J.L.: Biochemistry (Springer); Petsko, G.A. & Ringe, D.: Protein Structure and Function (New Science Press); Carl Branden & John Tooze: Introduction to protein structure (CRC Press); Van Holde, Johnson & Ho: Principles of Physical Biochemistry (Pearson). Jackson: Molecular and Cellular Biophysics (Cambridge University Press). Exemplare dieser Bücher liegen in der Gruppenbibliothek der Biologie aus

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Strukturbioogie (Teil 1) Advanced Module Structure Biology (Part 1)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Strukturbioogie (10 und 3 SWS), Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Profs. R. Böckmann, Y. Muller Dr. B. Schmid	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Yves Muller
5	Inhalt	Übungen und begleitende Seminare: • 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 • sind 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 strukturbioologische 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 BA ILS – Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur (45 Min.) PL: benotetes Protokoll ca. 40 Seiten
11	Berechnung Modulnote	Schriftliche Prüfung 40% der Modulnote, Protokoll 60% der Modulnote
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester (4-Wochen-Blockveranstaltung)
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Mathews, C.K., Van Holde, K.E. & Ahern, K.G.: Biochemistry, (Pearson); Stryer, L., Berg, J.M. & Tymoczko, J.L.: Biochemistry (Springer); Petsko, G.A. & Ringe, D.: Protein Structure and Function (New Science Press); Carl Branden & John Tooze: Introduction to protein structure (CRC Press); Van Holde, Johnson & Ho: Principles of Physical Biochemistry (Pearson). Jackson: Molecular and Cellular Biophysics (Cambridge University Press). Exemplare dieser Bücher liegen in der Gruppenbibliothek der Biologie aus.

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Virologie (Teil 2) Advanced Module Virology (Part 2)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung mit Seminar Allgemeine Virologie (3 SWS)	
3	Lehrende	Prof. U. Schubert	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr. Brigitte Biesinger-Zwosta
5	Inhalt	• 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	Die Studierenden • 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 Virusmorphogenese, die molekularen Aspekte der Struktur und Funktion von regulatorischen und strukturellen Virusproteinen, den Einfluss von Viren auf die Regulation von Signalketten und anderen Funktionen der Wirtszelle.
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 BA ILS – Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote (Faktor Modulnote 2)
12	Turnus des Angebots	Jährlich im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Modrow et al.: "Molekulare Virologie" (Spektrum Verlag); Flint et al.: "Principles of Virology" 3rd edition (ASM Press)

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Virologie (Teil 1) Advanced Module Virology (Part 1)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Virologie (10 und 3 SWS) Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Profs. K. Überla, A. Ensser, T. Gramberg, M. Marschall, U. Schubert, M. Tenbusch Drs. B. Biesinger-Zwosta, A. Knöll, K. Korn, J. Milbradt, F. Neipel, Ch. K. Nganou-Makamdop, N. Reuter, V. Temchura, A. Thoma-Kreß, M. Thomas	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr. Brigitte Biesinger-Zwosta
5	Inhalt	• Vorstellung von speziellen Virusgruppen und der antiviralen Immunsysteme • Experimentelle Mitarbeit an aktuellen virologischen Fragestellungen in mindestens zwei unabhängigen Arbeitsgruppen des Instituts (Labor 1 und Labor 2) • Praktische Einführung in die Virusdiagnostik
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • 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 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
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie BA ILS – Molekularbiologisches Wahlpflichtmodul
10	Studien- und Prüfungsleistungen	PL: Klausur 90 Min. (Antwort-Auswahl-Verfahren) PL: Seminarvortrag und Protokollheft (10 Min. bzw. 10 Seiten pro Labor)
11	Berechnung Modulnote	50% Klausur, 25% Labor 1, 25% Labor 2
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS (in der vorlesungsfreien Zeit)
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester (4-Wochen-Blockveranstaltung)
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	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 2) Advanced Module Cell Biology (Part 2)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	V: Vorlesung mit Seminar Fachmodul Zellbiologie (2 SWS)	
3	Lehrende	Profs. B. Kost, G. Kreimer; Dr. M. Lebert	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Benedikt Kost
5	Inhalt	Steuerung zellulärer Prozesse als Grundlage für die Pflanzen-entwicklung: • 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 • 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 ILS dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Vorlesung: Klausur 45 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% der Modulnote.
12	Turnus des Angebots	Jährlich im WS
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h, Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester;
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise'	-

1	Modulbezeichnung	Fachmodul Zellbiologie (Teil 1) Advanced Module Cell Biology (Part 1)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltung/en	Ü: Übungen mit Seminar zum Fachmodul Zellbiologie (13 SWS); Anwesenheitspflicht	
3	Lehrende	Profs. B. Kost, G. Kreimer, Dr. M. Lebert	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Benedikt Kost
5	Inhalt	Übungen & Seminar (aktuelle Literatur/Studentenvorträge): funktionelle Charakterisierung von Signal- & Strukturproteinen: • 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	Die Studierenden • 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: - 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 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 ILS dringend empfohlen
8	Einpassung in Musterstudienplan	Semester 5 und 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor of Science Biologie und ILS
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 in Zeitstunden	Übungen mit Seminar: Präsenzzeit 195 h, Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester (vierwöchige Blockveranstaltung)
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch
16	Literaturhinweise'	