RUHR UNIVERSITÄT BOCHUM RUB

Modulhandbuch für die

Studiengänge

Bachelor of Science Biochemie*

Master of Science Biochemistry*

* fachübergreifend mit der Fakultät für Biologie und Biotechnologie und der Medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum

Anlage Modulhandbuch Biochemie

November 2021

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

Modulhandbuch für den Bachelor-Studiengang Biochemie

Studienplan für den Bachelor-Studiengang Biochemie (Oktober 2012)

(1) Der folgende Studienplan gilt in Verbindung mit der Prüfungsordnung für den Bachelor-Studiengang Biochemie. Es wird empfohlen, die Lehrveranstaltungen in der in Anlage 1 angegebenen Reihenfolge zu besuchen. Für einzelne Praktika ist die erfolgreiche Teilnahme an vorhergehenden Lehrveranstaltungen entsprechend Abs. 2 erforderlich.

(2) Die Zulassung zu den nachstehend genannten Praktika ist abhängig von dem Vorliegen eines Leistungsnachweises für die im Ausbildungsgang vorhergehenden Lehrveranstaltungen (Vorleistungen) gemäß der nachstehenden Zusammenstellung.

Modul	Vorleistung(en)
Analytisch-chemisches Grundpraktikum	1. Klausur zur Vorlesung Allgemeine Chemie oder Klausur zur Vorlesung Analytische Chemie I und 2. Praktikum Allgemeine Chemie
Organisch-chemisches Grundpraktikum	Organische Chemie I oder Organische Chemie II
Physikalisch-chemisches Grundpraktikum	Mathematik für Chemiker oder Physikalische Chemie I für Biochemiker
Synthese-Praktikum, Teil Life Science	Organisch-chemisches Grundpraktikum, Praktikum Bioorganische Chemie
Physikalisch-Chemisches F-Praktikum	Physikalisch-chemisches Grundpraktikum und Physikalische Chemie III für Chemiker und Biochemiker
Molekularbiologisches Grundpraktikum	Praktikum Biochemische Arbeitstechniken und Praktikum Molekularbiologische Arbeitstechniken
Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene	Praktikum Biochemische Arbeitstechniken und Praktikum Molekularbiologische Arbeitstechniken

V = Vorlesung
Ü = Übungen
S = Seminar
Pr = Praktikum
CP = Kreditpunkte für den jeweiligen Leistungsnachweis

Sem.	Modul	V	Ü/S	Pr	CP
1.	Allgemeine Chemie	4	2	-	8
(WS)	Mathematik für Chemiker	3	1	-	7
	Physik 1 (für Biologen, Biochemiker, Chemiker u. Geologen)	2	0,5	-	4
	Einführung in die Biologie 1	2	-	-	4
	Analytische Chemie 1	2	1		4
	Praktikum Allgemeine Chemie für Biochemiker	-	-	6	4
23,5 SWS	Summe: 1. Semester	13	4,5	6	31
2.	Einführung in die Biologie II	2	-	-	3
(SS)	Organische Chemie 1	3	1	-	6
	Analytische Chemie II	2	1	-	4
	Physik II (für Biologen, Biochemiker, Chemiker und Geologen)	4	1	-	6
	Physikalisches Grundpraktikum	-	-	2	2
	Einführung in die Biochemie	2	1	-	4
	Biologisches Grundpraktikum	-	-	5	4
24,0 SWS	Summe: 2. Semester	13	4	7	29
3.	Organische Chemie II	3	1	-	7
(WS)	Physikalische Chemie 1 für Biochemiker	3	2	-	7
	Biochemie 1	2	1	-	5
	Analytisch-chemisches Grundpraktikum	-	-	8	6
	Praktikum Biochemische Arbeitstechniken	-	-	4	3
	Medizinisches Grundpraktikum	-	-	3	2
27 SWS	Summe: 3. Semester	8	4	15	30
4.	Biochemie II	2	1	-	5
(SS)	Organisch-chemisches Grundpraktikum	-	-	14	8
	Praktikum Bioorganische Chemie	-	-	4	3
	Praktikum Molekularbiologische Arbeitstechniken	-	-	4	3
	Physikalisch Chemisches Grundpraktikum	-	2	6	5
	Molekulargenetische Methoden in der Biochemie	2	1	-	4
	Grundlagen der Versuchstierkunde und Gentechnikrecht	2	-	-	2
38,0 SWS	Summe: 4. Semester	6	4	28	30
112,5 SWS	Summe 1. bis 4. Semester	40	16,5	56	120
5.	Biochemie III	2	-	-	4
(WS)	Organische Chemie III	2	-	-	4
	Physikalische Chemie III für Chemiker und Biochemiker	2	1	-	4
	Methoden der Strukturanalyse 1	2	1	-	4
	Bioethik	-	1	-	2
	Synthese-Praktikum, Teil Life Science	-	-	7	6
	Molekularbiologisches Praktikum			4	3
	Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene	1	1	4	5

Sem.	Modul	V	Ü/S	Pr	CP
	Zusatzfächer			bis	15
	Lehrveranstaltungen aus den Bereichen - Angewandte Informatik - Betriebswirtschaft & Jura - Philosophie der Naturwissenschaften - Fremdsprachen - anderer naturwissenschaftlicher Fächer				
27,0 SWS	Summe: 5. Semester	9	4	15	32
6. (SS)	Physikalisch-chemisches F-Praktikum	-	1	5	4
	Methoden der Strukturanalyse II	2	1	-	4
	Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung	2	-	-	4
	Spezialpraktikum	-	1	4	4
	Zusatzfächer			bis	15
	Lehrveranstaltungen aus den Bereichen - Angewandte Informatik - Betriebswirtschaft & Jura - Philosophie der Naturwissenschaften - Fremdsprachen - anderer naturwissenschaftlicher Fächer				
	Bachelor-Arbeit				12
17,0 SWS	Summe: 6. Semester	4	3	9	28
156,5 SWS	**Summe: 1.-6. Semester**	**53**	**23,5**	**80**	**180**

Beschreibung der Module:

Titel der Lehrveranstaltung: **Vorkurs zum Studium der Chemie und Biochemie**					
Kennung: Optional			**Workload** 30 h	**Fachsemester** vor Semester 1	**Dauer** 1 Woche
1	**Modul:** Vorkurs zum Studium der Chemie und Biochemie		**Kontaktzeit** a) 12 h b) 13 h	**Selbststudium** 5 h	**Kreditpunkte** keine
2	**Lehrformen:** (a) Vorlesung (b) Übung				
3	**Gruppengröße:** üblicherweise 180 - 200				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Nach Ende des Vorkurses soll die Studentin/ der Student - in der Lage sein, mit den Einheiten des SI-Systems und den Einheiten der wichtigsten abgeleiteten Größen bei einfachen Anwendungen richtig umzugehen. - in der Lage sein, mit dem Taschenrechner einfache Berechnungen zum Potenzieren und Logarithmieren auszuführen. - in der Lage sein, den Kurvenverlauf einfacher Funktionen zu zeichnen und die Ableitungen dieser Funktionen zu berechnen. - in der Lage sein, Grundlagen zum Aufbau von Atomen am Beispiel eines NaCl-Kristalls anzuwenden. - in die Lage versetzt werden, gut vorbereitet und motiviert in das Studium zu starten.				
5	**Inhalte:** Berechnen von Potenzen und Logarithmen mit dem Taschenrechner; Kurvenverlauf und Ableitung einfacher Funktionen; Einheiten im SI-System und abgeleitete Größen: Dichte, Kräfte, Druck, Arbeit und Energie; elektrische Größen Stromstärke, Spannung und Widerstand; elektrisches Feld; Zustandsgleichung für Gase; Aufbau der Atome; Überlegungen zur Spektroskopie an Atomen und Molekülen; Einblick in den Nanokosmos				
6	**Studiengänge:** empfohlen für die Bachelor-Studiengänge Chemie und Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** alle Studienanfänger können teilnehmen				
8	**Prüfungsformen:** keine				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** es gibt keine Kreditpunkte				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** unbenotet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** einmal jährlich jeweils in der Woche vor Beginn der Vorlesungszeit des Wintersemesters				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** A. Birkner				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: Allgemeine Chemie					
Kennung: Pflicht			**Workload** 240 h	**Fachsemester** Semester 1	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Allgemeine Chemie		**Kontaktzeit** 75 h	**Selbststudium** 165 h	**Kreditpunkte** 8 CP
2	**Lehrformen:** Vorlesung mit Übungen und begleitendem e-learning Modul				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im 1. Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Nach Ende dieses Moduls verfügen die Studierenden über grundlegende Kenntnisse zu den allgemeinen Prinzipien der Chemie und können diese sicher anwenden.				
5	**Inhalte:** Chemische Statik: Stoffe, Verbindungen, Elemente, Stöchiometrielehre, Aufbau der Atome und des Periodensystems. Chemische Energetik: Enthalpie, Enthalpie, Kalorimetrie. Chemische Bindung: Ionenkristalle, Moleküle und Orbitale, metallische Bindung, Koordinationsverbindungen. Chemische Kinetik: Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, Geschwindigkeitsgesetze, Aktivierungsenergie und Katalyse. Chemisches Gleichgewicht: Säuren und Basen, Redoxgleichgewichte. Ausgewählte Beispiele zur Stoffchemie der Elemente: Hauptgruppenelemente (Wasserstoff, 3. – 7. Hauptgruppe an ausgewählten Beispielen, Alkali- und Erdalkalimetalle. Trends im Periodensystem der Elemente. Übergangsmetalle: Koordinative Bindungen, Kristallfeldtheorie, elektronische, magnetische und optische Eigenschaften				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Keine				
8	**Prüfungsformen:** Klausur (120min.) am Semesterende				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Prof. Nils Metzler-Nolte und Dozenten der Anorganischen Chemie				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: Analytische Chemie 1					
Kennung: Pflicht			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 1	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Analytische Chemie 1		**Kontaktzeit** a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	**Selbststudium** 78 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung; b) Übung c) e-learning Module im Blackboard.				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Nach Ende dieses Moduls soll der/die Student/Studentin ein umfassendes Verständnis über die Theorie und Praxis der wichtigsten Methoden der Gravimetrie und der Volumetrie besitzen. Die Berechnung von Analysenergebnissen aus den Messwerten soll sicher beherrscht werden. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende analytisch-chemische Arbeitsweisen zu verstehen.				
5	**Inhalte:** – Der analytische Prozess, – Statistische Bewertung – Stöchiometrisches Rechnen – Gravimetrie: Fällungsreaktionen, Löslichkeit, Einzelbestimmungen, Aktivitätskoeffizienten; – Volumetrie: Neutralisationsanalysen, Fällungstitrationen, Redoxtitrationen, Komplexometrie; pH-Abhängigkeiten von Dissoziationsgleichgewichten				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Keine				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** A. Rosenhahn, W. Schuhmann, S. Seisel				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: Mathematik für Chemiker und Biochemiker 1					
Kennung: Pflicht			**Workload** 210 h	**Fachsemester** Semester 1	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Mathematik für Chemiker und Biochemiker 1		**Kontaktzeit** a) 3 SWS / 45 h b) 2 SWS / 30 h	**Selbststudium** 135 h	**Kreditpunkte** 7 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung; b) Übung und Ergänzungsübung				
3	**Gruppengröße:** Vorlesung: Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200 Übung: parallele Kleingruppen mit jeweils ca. 25 Studierenden				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Absolvent/Innen dieses Moduls haben für den Studiengang Biochemie grundlegende anwendungsrelevante Konzepte und Methoden der Mathematik, insb. der Analysis und Statistik erworben. Sie beherrschen relevante Rechentechniken sowie eine logische und strukturierte Herangehensweise an komplexe Problemstellungen. Anhand konkreter Beispiele sind sie in der Lage, Anwendungen der Mathematik in der Chemie bzw. Biochemie nachzuvollziehen und auf ähnliche Anwendungskontexte zu übertragen. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mit grundlegenden anwendungsrelevanten mathematischen Konzepten sowie mathematischen Modellvorstellungen für das naturwissenschaftliche Arbeiten umzugehen. Sie haben weiterhin die Fähigkeit erworben, logisch und mit einem angemessen Maß an Abstraktion eigenständig aber auch in Teams mathematisch präzise an Problemlösungen zu arbeiten.				
5	**Inhalte:** 1. 1. Grundlagen zur Mengenlehre, Zahlensystemen (inkl. komplexer Zahlen) sowie Abbildungen 2. Spezielle Funktionen (trigonometrische Funktionen, Exponentialfunktion, Logarithmus) 3. Folgen und Reihen (inkl. Potenzreihen) und Konvergenzuntersuchungen 4. Stetigkeit von Funktionen sowie Grenzwertuntersuchungen 5. Differentialrechnung (Ableitungen, totales Differential, Taylorreihen) 6. Integralrechnung (Integrationsregeln, bestimmte und uneigentliche Integrale, Fourierreihen) 7. Gewöhnliche Differentialgleichungen (nur der homogene lineare Fall in beliebiger Ordnung) 8. Grundlagen der deskriptiven Statistik (Lage- und Streumaße, Korrelation) 9. Grundlegende Begriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung 10. Diskrete und kontinuierliche Verteilungen 11. Symmetrische Konfidenzintervalle und Regressionsrechnung 12. Das Gauß'sche Fehlerfortpflanzungsgesetz und Zentraler Grenzwertsatz 13. Einblick in das Testen von Hypothesen				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Abiturwissen in Mathematik; Zur Auffrischung werden jährlich im September Vorkurse angeboten.				
8	**Prüfungsformen:** Klausur; Es ist der Erwerb von Bonuspunkten in drei vorlesungsbegleitenden Miniklausuren möglich.				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** E.Glasmachers, H.Dehling				
13	**Sonstige Informationen:** Die Veranstaltung wird von einem Moodle-Kurs mit Material zur Vorlesung und den Übungen begleitet.				

Titel der Lehrveranstaltung: Physik 1					
Kennung: Pflicht			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 1	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Physik 1		**Kontaktzeit** a) 4 SWS / 32 h b) 1 SWS / 8 h	**Selbststudium** 80 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung; b) Übung				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Einführung in die Grundprinzipien der klassischen Physik durch Vortrag und durch Vorführung von Experimenten. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende physikalische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.				
5	**Inhalte:** **Grundeinheiten der Physik:** Grundeinheiten (Basiseinheiten) = SI-Einheiten, Festlegung der Grundeinheiten, Kennzeichnung der Zehnerpotenzen, Messungen und Messfehler, Kurvenanpassung **Mechanik. Kinematik des Massenpunktes:** Geradlinige Bewegung eines Massenpunktes, Räumliche, nicht geradlinige Bewegung eines Massenpunktes, Gleichförmige Kreisbewegung, **Dynamik des Massenpunktes:** Kraft, Newtonschen Axiome, Kräftegleichgewichte, Arbeit, Leistung, Energie, Impuls und Impuls-Erhaltungssatz, Drehmoment, Drehimpuls, Drehimpuls Erhaltungssatz, der starre Körper, **Der feste deformierbare Körper (Elastizität):** Aufbau eines idealen Festkörpers, Zug, Druck, Schub, das Hookesche Gesetz, plastische Verformung, **Statik von Flüssigkeiten und Gasen:** Grenzflächen von Flüssigkeiten, Hydrostatik, Statik der Gase, strömende Flüssigkeiten (und Gase), Kontinuitätsgleichung, Bernoullische Gleichung, innere Reibung einer Flüssigkeit, laminare und turbulente Strömung. **Schwingungen und Wellen. Schwingungen:** Freie ungedämpfte harmonische Schwingung, freie gedämpfte (harmonische) Schwingung, erzwungene Schwingungen, **Wellen:** Allgemeine Eigenschaften und Klassifizierung, Mathematische Beschreibung einer eindimensionalen harmonischen Welle, Reflexion von Wellen, stehende Wellen, Schwebung, Doppler-Effekt, Akustik (Lehre von Schallwellen in Gasen),				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse Mathematik aus der Oberstufe und mathematische Vorkurse				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** D. Hägele (Fakultät für Physik und Astronomie)				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: **Einführungspraktikum Allgemeine Chemie (EPAC)**					
Kennung: Pflicht			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 1	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Einführungspraktikum Allgemeine Chemie		**Kontaktzeit** 60 h	**Selbststudium** 60 h (davon ca. 20 h geführt, „eLab“)	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** Laborpraktikum („Blended Learning“ mit einer längeren Laborpräsenzphase)				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende (ca. 150)				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über: - einen praktischen Bezug zum in den Vorlesungen erarbeiteten chemischen Wissen, - grundlegende handwerkliche Fertigkeiten für das chemische Experimentieren mit einfachen Laborgeräten und den Umgang mit unbedenklichen Stoffe bzw. Gefahrstoffen mit geringen Handhabungsanforderungen, sowie - Kenntnisse über das sichere und sachgerechte Arbeiten im chemischen Labor, und - Grundwissen in wissenschaftlicher Dokumentation (Laborjournal). Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die erlernten Methoden und Stoffkenntnisse (im Kontext der Vorlesung Allgemeine Chemie und Analytische Chemie 1) für die Bearbeitung einfacher chemischer Problemstellungen zu Ionenreaktionen in wässriger Lösung in selbständig entworfenen Experimenten umzusetzen.				
5	**Inhalte:** 1) Sicherheitsmodul „Laborführerschein“ mit Online- und Präsenzveranstaltungen (Verhalten im Labor, Umgang mit Gefahrstoffen, Verhalten im Notfall, Brandschutzvorlesung, Löschübung) 2) Vorbereitung auf die Präsenzphasen durch ein virtuelles Laborpraktikum (eLab) 3) Präsenzphase I: Versuchstage mit definiertem Versuchsablauf a) Chemische Grundoperationen: Sachgerechter Umgang mit Stoffen, Wägen, Volumenmessung b) Stoffchemie und Reaktivität: Säure-Base-Reaktionen, Redoxreaktionen, Fällungsreaktionen c) Grundlagen der Fachsprache, Dokumentation der Versuche und Auswertung 4) Präsenzphase II: Freies Arbeiten in der Qualitative Analyse a) Praktische Grundlagen der Stoffchemie, Reaktivität von Ionenverbindungen in wässriger Lösung b) Selbstständige Versuchsplanung und Durchführung, Interpretation und Dokumentation der Nachweisreaktionen Die Veranstaltungen der Präsenzphasen werden durch Online-Angebote unterstützt				
6	**Studiengänge:** B.Sc. Chemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** keine				
8	**Prüfungsformen:** Teilnahme an Präsenzveranstaltungen; Onlinetests, Eingereichte Labor-Mitschriften, Abgabe von Analyseergebnissen				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Teilnahme an allen Präsenzveranstaltungen, attestierte Labor-Mitschriften, sowie korrekte Analyse aller Proben in Präsenzphase II				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich gegen Ende des WS bis in die vorlesungsfreie Zeit				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** R. Schmid				
13	**Sonstige Informationen:** Blended Learning Angebot mit eLearning Label der RUB (Kursübersicht unter http://moodle.ruhr-uni-bochum.de)				

Titel der Lehrveranstaltung: Biologie für Biochemiker 1					
Kennung: Pflicht			**Workload** 90 h	**Fachsemester** Semester 1	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Biologie für Biochemiker 1		**Kontaktzeit** 2 SWS / 16 * 2 h	**Selbststudium** 75 h	**Kreditpunkte** 3 CP
2	**Lehrformen:** Vorlesung				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 70				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Diese Lehrveranstaltung vermittelt das Basiswissen über Aufbau und Funktion von Zellen und über die Regulation zellulärer Prozesse, erläutert an einfachen Beispielen. Die Absolventen sollen über Grundkenntnisse in biologischen Systemen (tierische Organismen, Schwerpunkt Säugetiere) verfügen. Kompetenzen: Durch den Besuch der Lehrveranstaltung sollen die Studierenden Grundkenntnisse in Neurobiologie und Zellbiologie erlangen. Sie sollen die Fähigkeit erwerben, grundlegende molekulare und zelluläre Prinzipien zu erkennen und kausale Zusammenhänge herzustellen. Studierende sollen Aspekte der vegetativen Physiologie und Sinnesphysiologie insbesondere im Hinblick auf biochemisch relevante Stoffwechselvorgänge erlernen.				
5	**Inhalte:** Zellaufbau (tierische Zelle) Aufbau und Funktionen von Membranen und Organellen Gewebearten und ihre Funktion Mineralhomöostase Physiologie der Niere – Anatomie, Funktionseinheiten, Durchblutung, glomeruläre Filtration, Clearance, tubulärer Transport, Resorption, Elektrolyttransport (Henle-Schleife, distaler Tubulus), Hormonwirkungen, Sekretion, Harnkonzentrierung Atmungsorgane (Lunge, Kieme, Trachee) - Anatomie, Funktion der Atemwege, Alveolen, Ventilation, Gasaustausch, Atmungsregulation, Transport Sauerstoff und Kohlendioxid, Physiologie des Blutes Verdauungstrakt – Magen, Pankreas, Leber- und Gallensystem, Dünndarm, Dickdarm Verdau von Proteinen Verdau von Kohlenhydraten Verdau von Fetten Organisation des Nervensystems ZNS – Anatomie, Neurotransmitter, Rezeptoren, neurodegenerative Erkrankungen Neurone Ionentheorie der Erregung Funktion der Synapsen Muskel und Muskelkontraktion - Skelettmuskel, elektromechanische Kopplung, sliding filament Theorie, Aktin-Myosin, Troponin, Energiebedarf, Herzmuskel, Anatomie, Regulation des Herzschlages, Vagus, Sympathikus zentrale Synapse molekulare und zelluläre Grundlagen der Sinnesphysiologie – Sinne, Mechanorezeption, Sehen, Signalaufnahme und Verarbeitung, Verarbeitung im zentralen visuellen System, Farben sehen, Geschmack, Geschmackssinneszelle, Geschmacksqualitäten, Riechen, Physiologie des Hörens				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie;				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:**				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich (Wintersemester)				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** H. Lübbert, M. Andriske, F. Paris, G. Gisselmann				
13	**Sonstige Informationen:** Die Vorlesungsfolien werden zur Nachbereitung und für das Selbststudium im Blackboard hinterlegt.				

Titel der Lehrveranstaltung: **Biologie für Biochemiker II**					
Kennung: Pflicht			**Workload** 90 h	**Fachsemester** Semester 2	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Biologie für Biochemiker II		**Kontaktzeit** 1 SWS / 15 h	**Selbststudium** 75 h	**Kreditpunkte** 3 CP
2	**Lehrformen:** Vorlesung				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 70				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Diese Lehrveranstaltung vermittelt das Basiswissen über Aufbau und Funktion von Zellen und über die Regulation zellulärer Prozesse, erläutert an einfachen Beispielen. Die Absolventen sollen über Grundkenntnisse in biologischen Systemen (Bakterien,Pilze, Algen und Pflanzen, Tiere) verfügen. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende biologische Fragestellungen zu verstehen und die enge Verzahnung von organismischer zu molekularer Biologie erkennen.				
5	**Inhalte:** Einführung in die Mikrobiologie Aufbau der Bakterienzelle; Wachstum Molekulare Genetik der Bakterien I Molekulare Genetik der Bakterien II Regulation der bakteriellen Genexpression Besiedlung von Extremhabitaten – mikrobielle Diversität Prinzipien mikrobieller Energiewandlung Energiegewinn durch anaerobe Prozesse – Gärungen Anaerobe Respiration - Methanogenese Respiratorische und lichtgetriebene Energiewandlung Einführung in die Pflanzenzelle N-Fixierung (Happe) Stickstoff- und Schwefel-Fixierung (Happe) Photosynthese - Lichtreaktion (Rögner) Photosynthese - Energetik/Mitchell (Rögner) Photosynthese - CO2-Fixierung (Rögner) Diversität botanischer Organismen Algen: Morphologie und Systematik Anatomie der höheren Pflanzen Pilze I: Schleimpilze, Oomycota, Chytridiomyceten, Zygomyceten Pilze II: Ascomyceten, Basidiomyceten				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie;				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Biologie für Biochemiker I				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich (Sommersemester)				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** J. Bandow, R. Kourist, T. Happe, M. Lübben				
13	**Sonstige Informationen:** Die Vorlesungsfolien werden zur Nachbereitung und für das Selbststudium im Blackboard hinterlegt.				

Titel der Lehrveranstaltung: Organische Chemie 1					
Kennung: Pflicht			**Workload** 180 h	**Fachsemester** Semester 2	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Organische Chemie 1		**Kontaktzeit** 4 SWS / 52 h	**Selbststudium** 128 h	**Kreditpunkte** 6 CP
2	**Lehrformen:** Vorlesung; Übungen werden nach Bedarf in die Vorlesung integriert				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 240				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** *Zielsetzung: Dieses Modul soll den/die Studenten/Studentin in das Basiswissen der Organischen Chemie einführen.* *Absolventen sollen strukturelle und mechanistische Grundlagen der Organischen Chemie verstehen.* Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Reaktivitäten im Bereich von funktionalisierten Alkanen, Alkenen und Alkinen einschätzen können.				
5	**Inhalte:** Struktur und Bindungen organischer Moleküle; Übersicht über funktionelle Gruppen, Stoffklassen und Naturstoffe; Herstellung, Eigenschaften und grundlegende Reaktionen von Alkanen, Halogenalkanen, Alkoholen, Alkenen und Alkinen; Einführung in spektroskopische Methoden				
6	**Verwendbarkeit des Moduls:** Als theoretisches Basiswissen für das Modul Praktische Organische Chemie; Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen der Chemie und Biochemie.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Es wird zuvor der erfolgreiche Abschluss des Moduls Allgemeine Chemie empfohlen.				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** G. Dyker (Modulbeauftragter), F. Schulz				
13	**Sonstige Informationen:** Auch als e-learning-Modul im Videokanal ChemieRUB auf Youtube angeboten. Link: http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html				

<table>
<tr><td colspan="6">Titel der Lehrveranstaltung:
Analytische Chemie II</td></tr>
<tr><td colspan="3">Kennung:
Pflicht</td><td>Workload
120 h</td><td>Fachsemester
Semester 2</td><td>Dauer
1 Semester</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">Modul:
Analytische Chemie II</td><td>Kontaktzeit
a) 2 SWS / 28 h
b) 1 SWS / 14 h</td><td>Selbststudium
81 h</td><td>Kreditpunkte
4 CP</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lehrformen:
a)Vorlesung; b) Übung; c) e-learning Module im Blackboard.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Gruppengröße:
Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 150</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Lernergebnisse/Kompetenzen:
<u>Zielsetzung:</u> Nach Ende dieses Moduls soll der/die Student/Studentin ein grundlegendes Verständnis über die Theorie und Praxis der wichtigsten chromatographischen, elektrochemischen und atomspektrometrischen Methoden der Instrumentellen Analytik besitzen. Er/Sie soll die Berechnung von Analysenergebnissen aus den experimentellen Messwerten sicher beherrschen und befähigt sein, die erhaltenen Messergebnisse kritisch zu beurteilen und mögliche Fehlerquellen zu erkennen.
<u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende Methoden der instrumentellen Analytik zu verstehen.</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Inhalte:
– Elektroanalytische Methoden: Elektrogravimetrie, Coulometrie, Potentiometrie, Konduktometrie, Voltammetrie.
– Spektroskopische Methoden: UV/VIS-Spektroskopie, Atomabsorptionsspektrometrie, Atomemissionsspektrometrie, ICP-Massenspektrometrie, Röntgenfluoreszenzanalyse.
– Trennmethoden: Flüssigkeitschromatographie, Gaschromatographie, Superkritische Fluidchromatographie, Gelelektrophorese, Kapillarelektrophorese.
– Bewertung von Analysenverfahren, Qualitätssicherung</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Studiengänge:
Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Teilnahmevoraussetzungen:
Keine</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Prüfungsformen:
Klausur</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="5">Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:
Bestehen der Klausur</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="5">Stellenwert der Note in der Endnote:
Nach CP gewichtet</td></tr>
<tr><td>11</td><td colspan="5">Häufigkeit des Angebots:
1 x jährlich</td></tr>
<tr><td>12</td><td colspan="5">Dozenten (und Modulbeauftragte):
A. Rosenhahn, W. Schuhmann, S. Seisel</td></tr>
<tr><td>13</td><td colspan="5">Sonstige Informationen:</td></tr>
</table>

Titel der Lehrveranstaltung: Physik II					
Kennung: Pflicht			**Workload** 160 h	**Fachsemester** Semester 2	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Physik		**Kontaktzeit** a) 4 SWS / 56 h b) 1 SWS / 14 h	**Selbststudium** 90 h	**Kreditpunkte** 6 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung; b) Übung				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Einführung in die Grundprinzipien der klassischen Physik durch Vortrag und durch Vorführung von Experimenten und kurze Einführung in die Quantenphysik. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende physikalische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.				
5	**Inhalte:** **Elektrizitätslehre:** Elektrische Ladung, Elektrische Feldlinien, elektrisches Feld, Spannung, Kapazität eines Kondensators, elektrischer Strom, Stromstärke und Wirkungen, der elektrische Widerstand, Ohmsches Gesetz, Stromkreise, Kirchhoff'sche Gesetze, Arbeit und Leistung des elektrischen Stroms, Messungen von I, U, R, **Magnetisches Feld und Induktion:** Die magnetische Kraft, magnetisches Feld, Kräfte im Magnetfeld, Magnetische Induktion, Energiegehalt des magnetischen und elektrischen Feldes, Materie im elektrischen und magnetischen Feld, die Maxwellschen Gleichungen, Zeitabhängige Ströme und Spannungen, der Wechselstromgenerator, Wechselstromwiderstände, der Transformator, **Ein- und Ausschaltvorgänge:** Schwingkreis, **Mechanismen der elektrischen Leitung:** elektrische Leitungen in Flüssigkeiten, elektrische Leitung in Metallen, elektrische Leitung in Halbleitern, Leitende Kunststoffe, Elektrizitätsleitung im Vakuum, **Elektromagnetische Wellen:** Analogiebetrachtung von mechanischen und elektromagnetischen Wellenerscheinungen, Elektromagnetische Wellen, **Optik:** Natur des sichtbaren Lichtes, **Stahlenoptik (Geometrische Optik):** Strahlen und Wellenfronten, Reflexion von ebenen Wellen, Brechung von ebenen Wellen, Optische Abbildungen, **Wellenoptik:** Interferenz, Kohärenzbedingung, Interferenz nach Reflexion und Brechung, Interferenz nach Beugung, Polarisation von Lichtwellen, der Laser, **Quantenphysik:** Eindimensionale Schrödingergleichung, Pauliprinzip				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse Mathematik aus der Oberstufe und mathematische Vorkurse, Vorlesung Physik I				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** D. Hägele (Fakultät für Physik und Astronomie)				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: Physikalisches Grundpraktikum Teil I und II					
Kennung: Pflicht			**Workload** 60 h	**Fachsemester** 2.	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Physikalisches Grundpraktikum Teil I und II		**Kontaktzeit** 2 SWS / 30 h	**Selbststudium** 30 h	**Kreditpunkte** 2 CP
2	**Lehrformen:** a) Praktikum				
3	**Gruppengröße:** 12 Studierende je Gruppe				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Erwerb praktischer Fertigkeiten und induktives Erfassen von Phänomenen und Vorgängen in der Natur an ausgewählten Versuchsaufbauten der Experimentalphysik.				
5	**Inhalte:** Pflichtveranstaltung: Einführungsseminar „Bestimmung von Momentangeschwindigkeiten“ oder „Radioaktiver Zerfall einer kurzlebigen Quelle“ und Strahlenschutzunterweisung. Teil I: Ausgewählte klassische Experimente aus dem Bereich der Experimentalphysik. Teil II: Ausgewählte Versuche aus dem Bereich der Elektrizitätslehre.				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie;				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse aus Physik I				
8	**Prüfungsformen:** 1. Zur Vorbereitung muss eine schriftliche Ausarbeitung (1 bis 2 Seiten) erfolgen, die dem Betreuer bei Versuchsbeginn zum Antestat vorgelegt wird. 2. Mündliche Eingangsbefragung: Es soll durch den Betreuer festgestellt werden, ob die für die Durchführung des Versuchs notwendigen physikalischen Grundlagen entsprechend vorbereitet wurden. 3. Durchführung des Experiments gemäß der jeweiligen Versuchsanleitung. 4. Auswertung des Experiments und Anfertigen eines Protokolls.				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Insgesamt werden 8 testierte Versuche im Physikalischen Praktikum benötigt.				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Dirk Meyer				
13	**Sonstige Informationen:** http://praktikum.physik.ruhr-uni-bochum.de/fachspezifische_informationen/chemiebiochemie/allgemeine_informationen/				

Titel der Lehrveranstaltung: Einführung in die Biochemie					
Kennung: Pflicht			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 2	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Einführung in die Biochemie		**Kontaktzeit** c) 2 SWS / 28 h d) 1 SWS / 14 h	**Selbststudium** 78 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung; b) Übung				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 200				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** **Zielsetzung:** Absolventinnen und Absolventen dieses Moduls haben Grundkenntnisse der funktionenionellen Biochemie der Organe, des zelluären Kohlenhydratmetabolismus sowie der zellulären Kommunikation erworben. Sie haben ein grundlegendes Verständnis für wichtige Grundbausteine der Enährung, für Vitamine und Coenzyme und für wichtigen Stoffwechselreaktionen der Kohlenhydrate entwickelt. Darüber hinaus haben die Absolventinnen und Absolventen grundlegende Vorstellungen von der Pathobiochemie der behandelten Substanzen sowie von Integration und hormonellen Regulation des Energiestoffwechsels erarbeitet. **Kompetenzen:** Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende biochemische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.				
5	**Inhalte:** **Funktionelle Biochemie der Organe**: Energiebilanz und Ernährungszustand, Makronährstoffe (Proteine, Lipide und Kohlenhydrate), fettlösliche Vitamine, wasserlösliche Vitamine, Coenzyme, essentielle Spurenelemente **Zellulärer Metabolismus** : Kohlenhydratstoffwechsel (inkl. Glykolyse, Gluconeogenese, Glykogenstoffwechsel, Pentosphosphatweg nach Voet & Voet), Glucosehomöostase, Zuckerbausteine, Pathobiochemie des Kohlenhydratstoffwechsels **Zelluläre Kommunikation** Insulin, Glucagon und Katecholamine, Integration und hormonelle Regulation des Energiestoffwechsels				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** Einmal jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Raphael Stoll				
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungs-, Vorlesungs- und Übungsmaterialen zum Selbststudium befinden sich unter https://moodle.ruhr-uni-bochum.de/				

Titel der Lehrveranstaltung: Biologisches Grundlagenpraktikum für Biochemiker					
Kennung: Pflicht			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 2	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** **Biologisches Grundlagenpraktikum für Biochemiker**		**Kontaktzeit** 7 SWS (9Versuche) a) 2 SWS b) 5 SWS	**Selbststudium** 63 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a) Praktikumsvorbesprechung b) experimentelle Übungen				
3	**Gruppengröße:** 60 im Fachsemester eingeschriebene Studierende				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Diese Lehrveranstaltung vermittelt grundlegende Erfahrungen mit biologischen Systemen, wie Bakterien, Pilzen, Algen, Pflanzen und Tieren. Die Anwendungen von verschiedenen Methoden werden in Experimenten erprobt, die Auswertung der Versuchsergebnisse und das Abfassen eines Versuchsprotokolls geübt. Die Absolventen sollen befähigt sein, einfache praktische Laborarbeiten in den biologischen Bereichen Physiologie, Biochemie und Genetik durchzuführen. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben durch praktische Übungen die Fähigkeit, grundlegende biologische Phänomene anhand bestimmter Beispiele vertieft zu verstehen und erfassen exemplarisch die enge Beziehung von theoretischen und experimentellen Ansätzen zur Lösung biologischer Fragestellungen.				
5	**Inhalte:** Kursorganisation und Sicherheitsbelehrung Atmung und Exkretion Verdauungsphysiologische Experimente Sinnesphysiologische Experimente Photosynthetische Sauerstoffproduktion Genregulation bei Mikroorganismen Lichtgetriebene mikrobielle Energiewandlung Pfanzeninhaltsstoffe Botanische Systeme, Anatomie der Pflanzen Stickstofffixierung bei *Chlamydomonas reinhardtii*				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Biologie für Biochemiker I und Biologie für Biochemiker II				
8	**Prüfungsformen:** Antestate (Verständnis des Versuchsskripts), Abtestate (Ergebnisdiskussion und Auswertung), Kursprotokolle				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Regelmäßige Teilnahme an den Praktikumsvorbesprechungen und experimentellen Übungen, erfolgreiche Ableistung der unter Punkt 8 aufgelisteten Anforderungen				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich (Sommersemester)				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** M. Andriske, K. Gerwert, G. Gisselmann, H. Hatt, J. Bandow, A. Hemschemeier, R. Kourist, M. Nowaczyk, T. Happe, M. Lübben, H. Lübbert, F. Paris				
13	**Sonstige Informationen:** Die Vorbesprechungsfolien und Praktikumsskripte werden zur Vorbereitung der praktischen Übungen im Blackboard hinterlegt.				

Titel der Lehrveranstaltung: Organische Chemie II					
Kennung: Pflicht			**Workload** 210 h	**Fachsemester** Semester 3	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Organische Chemie II		**Kontaktzeit** 4 SWS / 64 h	**Selbststudium** 146 h	**Kreditpunkte** 7 CP
2	**Lehrformen:** Vorlesung; Übungen werden nach Bedarf in die Vorlesung integriert				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 200				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** *Zielsetzung: Diese Lehrveranstaltung erweitert das Basiswissen der Studierenden in Organischer Chemie. Absolventen verstehen erweiterte strukturelle und mechanistische Grundlagen der Organischen Chemie und können Reaktivitäten im Bereich von Aromaten, Carbonylverbindungen und Heterocyclen einschätzen.* Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, weiterführende organisch-chemische Fragestellungen zu verstehen und fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.				
5	**Inhalte:** Chemie der Aromaten; Farbstoffe, Polymere; Grenzorbitalkontrollierte Reaktionen; Eigenschaften, Herstellung und Reaktionen von Carbonylverbindungen, Amine und Heterocyclen; Polyfunktionelle Naturstoffe; Nachhaltigkeit und Atomökonomie.				
6	**Verwendbarkeit des Moduls:** Als theoretisches Basiswissen für das Modul Praktische Organische Chemie; Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen der Chemie und Biochemie.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Es wird zuvor der erfolgreiche Abschluss des Moduls Organische Chemie I empfohlen.				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** G. Dyker (Modulbeauftragter), F. Schulz				
13	**Sonstige Informationen:** Auch als e-learning-Modul im Videokanal ChemieRUB auf Youtube angeboten. Link: http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html				

Titel der Lehrveranstaltung: Physikalische Chemie I für Biochemiker/-innen und 2-Fach Bachelor					
Kennung: Pflicht			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 4	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Physikalische Chemie II		**Kontaktzeit** a) 3 SWS / 45 h b) 2 SWS / 30 h	**Selbststudium** 135 h	**Kreditpunkte** 7 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung; b) Übung				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 100				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Absolventen dieses Moduls haben Grundkenntnisse zur klassischen Thermodynamik erhalten mit Schwerpunkt auf die chemische Thermodynamik, ebenfalls thermodynamische Aspekte der Elektrochemie umfassend. Außerdem werden die Grundzüge der chemischen Reaktionskinetik vermittelt. Die kinetische Ordnung einer chemischen Reaktion kann bestimmt werden und die Konzentrationsänderungen lassen sich durch Wahl einer geeigneten Geschwindigkeitsgleichung quantitativ beschreiben und analysieren. Es können sinnvolle Rückschlüsse auf den molekularen Mechanismus der Reaktion gezogen werden. Kompetenzen: Die Studierenden können chemische Gleichgewichte mit thermodynamischen Größen quantitativ in Beziehung setzen. Sie können die Geschwindigkeit von Reaktionen, d. h. den zeitlichen Verlauf von Konzentrationsänderungen analysieren und hinsichtlich eines zugrunde liegenden Reaktionsmechanismus interpretieren.				
5	**Inhalte:** I. Klassische Thermodynamik 1. Die Hauptsätze, Maxwell Beziehungen, Kirchhoff GLeichungen und Clausius-Clapeyron 2. Mischphasenthermodynamik 3. Chemisches Potenzial, Gleichgewicht, van't Hoff'sche Beziehungen II. Elektrochemie 4. Leitfähigkeit 5. Nernst Gleichung 6. Enzymatische Kopplung elektrochemischer Prozesse III. Chemische Reaktionskinetik 7. Geschwindigkeitsgesetze einfacher chemischer Reaktionen und ihre Integration 8. Reaktionsordnung und Halbwertszeiten 9. Experimentelle Methoden der chemischen Kinetik 10. Zusammengesetzte Reaktionen (Folge-, Parallel-, Rückreaktionen, Quasistationarität) 11. Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten (Arrhenius)				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang Biochemie und 2-Fach Bachelor Chemie; Optionalbereich.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Herrmann, Havenith, Morgenstern, Nürnberger				
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungsmaterialen zum Selbststudium befinden sich im e-blackboard				

Titel der Lehrveranstaltung: Biochemie 1					
Kennung: Pflicht			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 3	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Biochemie 1		**Kontaktzeit** a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	**Selbststudium** 75 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung; b) Übung				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 70				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Die Studierenden sollen ein grundlegendes Verständnis über die molekularen und zellulären Funktionen von Proteinen, Lipiden, und Stoffwechsel erlangen, sowie Kenntnisse über deren zelluläre Kompartmentierung und Regulation Kompetenzen: Die Studierenden sollen diese Kenntnisse auf die Regulation von Enzymen, Metabolismus, und auf Grundzüge der Signaltransduktion übertragen.				
5	**Inhalte:** **Proteine – Zusammensetzung und Struktur:** Zusammensetzung • Peptidbindung • Hierarchien in der Proteinstruktur • Ramachandran Diagramm • Kollagen-Triplhelix **Faltung von Proteinen:** Nicht-kovalente schwache Wechselwirkungen • Levinthal-Paradoxon • Chaperone: GroEL und GroES **Aminosäure- und Proteinanalytik:** Immunoblotting • Elektrophorese • Affinitätschromatographie • Ultrazentrifugation • Gelchromatographie • Salzfällung **Primärsequenzbestimmung:** Endgruppenanalyse • Zusammensetzung der Aminosäuren • Fragmentierung der individuellen Untereinheiten • Edman-Abbau • Proteomanalyse • Charakterisierung durch Massenspektrometrische Methoden (MALDI-TOF, Nano-ES) **Enzyme:** Michaelis-Menten • Enzymatische Katalyse • Regulation der Enzymaktivität **Biologische Membranen:** Membranlipide • Membranproteine • Aufbau von Membranen **Transport durch biologische Membranen:** Erleichterte Diffusion • Membrantransporter • Membrankanäle **Fettsäurestoffwechsel:** Fettsäuren • Fettsäuresynthetase–Zyklus **Fettsäurestoffwechsel:** Sterolsynthese • Transport von Triacylglyceriden • LDL Rezeptor, Endocytose, Recycling **Fettsäurestoffwechsel:** Lipidabbau • Phospholipasen • beta-Oxidation • Energiebilanz **Arachidonsäure Stoffwechsel:** Prostaglandine • Prostacycline • Thromboxane **Glykolyse:** Glykolyse und Glukoneogenese • Pyruvat-Decarboxylase **Pentosephophatweg:** Oxidativer und nicht oxidativer Zweig **Krebszyclus (Tricarbonsäurezyklus):** Einzelschritte des Zyklus • Mitochondrialer Membrantransport **Membrangebundene ATP-Synthese:** Protonengradient • Mitochondriale Elektronentransportkette • ATPase: Rotationsmechanismus **Abbau von Aminosäuren:** Harnstoffzyklus • Kopplung Harnstoffzyklus-Citratzyklus **Koordination des Stoffwechsels**				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse in die Einführung in die Biochemie				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** T. Günther-Pomorski, S. Neumann				
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungs-, Vorlesungs- und Übungsmaterialen zum Selbststudium befinden sich unter https://moodle.ruhr-uni-bochum.de/				

Titel der Lehrveranstaltung: Analytisch-chemisches Grundpraktikum für Biochemiker/innen					
Kennung: Pflicht			**Workload** 180 h	**Fachsemester** Semester 3	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Analytisch-chemisches Grundpraktikum		**Kontaktzeit** 7 SWS / 28	**Selbststudium** 68 h	**Kreditpunkte** 6 CP
2	**Lehrformen:** Praktikum				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Erwerb breit angelegter Praxiskenntnisse der klassischen Verfahren der quantitativen und grundlegender Verfahren der instrumentellen Analyse; Einüben der spezifischen Arbeits-techniken der analytischen Chemie: Gerätekunde, Gerätebedienung und akribische Arbeits-technik wie analytisches Wiegen, Filtrieren, Verdünnen, Reinigen, etc.; Erlernen des primären Protokollierens der experimentellen Ergebnisse in einem Laborjournal; Selbständige Aus-wertung der Versuchsergebnisse auch mit unterstützenden Rechnerprogrammen. Erlernen des Erstellens von kompletten Versuchsprotokollen mit Einleitung, Aufgabenstellung, theoretischen Grundlagen (Vorlesungsbezug) einschließlich der sicherheitstechnischen Aspekte, experimentellen Ergebnissen, Auswertung mit Diskussion und Fehlerbetrachtung. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben grundlegende praktische Kenntnisse zur chemischen Analytik. Darüber hinaus erwerben sie erste Erfahrungen in der qualitativen Bewertung von chemischen Experimenten.				
5	**Inhalte:** – Sicherheitsunterweisung: Vermittlung praktischer Kenntnisse zur Arbeitssicherheit speziell in einem analytisch-chemischen Labor – Gravimetrie. – Volumetrie: Titereinstellung, Säure-Base-Titration; Iodometrie, Bromatometrie; Fällungstitration; Komplexometrie; Manganometrie; – Photometrie – Elektrochemische Analyse: Potentiometrie; Elektrogravimetrie; Konduktometrie – Projektarbeit zur Analyse Technischer Produkte oder Verfahren der instrumentellen Analyse – Beurteilung und Validierung der erzielten Analysenergebnisse				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Leistungsnachweis Analytische Chemie 1 oder Allgemeine Chemie oder Teilnahmenachweis Praktikum Allgemeine Chemie				
8	**Prüfungsformen:** Sicherheits- und Eingangskolloquien vor den Versuchen, Überprüfung der Ergebnisse der Analysen sowie Versuchsprotokolle				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Die erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Analysenprotokollen und die Durchführung einer Projektarbeit.				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** A. Rosenhahn, W. Schuhmann, D. Wolters				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: Praktikum Biochemische Arbeitstechniken					
Kennung: Pflichtveranstaltung		184322	**Workload** 90 h	**Fachsemester** Semester 3	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Praktikum Biochemische Arbeitstechniken		**Kontaktzeit** 4 x 14 h	**Selbststudium** 34 h	**Kreditpunkte** 3 CP
2	**Lehrformen:** Praktikum				
3	**Gruppengröße:** Ca. 8 bis 10 Studierende pro Gruppe				
4	**Lernergebnisse/Kompetenzen:** Zielsetzung: Die Studierenden sollen grundlegende Erfahrungen mit biochemischen Molekülen machen und einige wichtige experimentelle Techniken kennenlernen. Kompetenzen: Selbstständige Durchführung von Versuchen nach Versuchsskript; Protokollierung von Versuchen in zum Verständnis ausreichender Detailtiefe				
5	**Inhalte:** Vor Praktikumsbeginn findet eine Sicherheitsunterweisung statt. Hierbei werden Kenntnisse zur Arbeitssicherheit speziell in einem biochemischen Labor vermittelt. Ebenso wird der Umgang mit gefährlichen Chemikalien sowie deren Entsorgung angesprochen. Die Handhabung von elektrischen Geräten (z.B.: Zentrifugen, Elektrophorese-Apparaturen) wird besprochen. Versuche: Es werden insgesamt 5 Versuche durchgeführt. **Versuch F-02: Isolierung von alpha-Lactalbumin** Kombinierte Hitze- und Ammoniumsulfatfällung von frischer Kuhmilch, Säurefällung und Extraktion des alpha-Lactalbumins, Gelfiltration **Versuch F-03: Charakterisierung von alpha-Lactalbumin** Proteinkonzentrationsbestimmung nach Bradford, SDS-Gelelektrophorese, Coomassie-Färbung der Proteingele, Reinheitskontrolle **Versuch G-03: Charakterisierung von Urease** Aufnahme einer Michaelis- Menten-Kinetik des Enzyms Urease unter Verwendung eines Photometers. Bestimmung des Km-Wertes **Versuch G-06: Affinitätschromatographie und Charakterisierung von Immunglobulinen** Ammoniumsulfatfällung von Anti-BSA-Serum, Gelfiltration, Protein A-Säulenchromatographie, Titerbestimmung durch Doppelimmundiffusion nach Ouchterlony **Versuch F-05: Isolierung von Glykogen aus Leber** Homogenisierung von Schweineleber in Trichloressigsäure, Isolierung von Kohlenhydraten, saure und enzymatische Hydrolyse (alpha-Amylase) von Glykogen				

Titel der Lehrveranstaltung:
Medizinisches Grundpraktikum für Biochemiker/innen

Kennung: Pflicht			**Workload** 60 h	**Fachsemester** Semester 3	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Medizinisches Grundpraktikum für Biochemiker/innen		**Kontaktzeit** 3 SWS / 45 h	**Selbststudium** 15	**Kreditpunkte** 2 CP
2	**Lehrformen:** Praktikum				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 80				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Die fünf Versuche der vier Institute der Medizinischen Fakultät sollen einerseits grundlegende Techniken der Biochemie auf medizinisch relevanten Gebieten vermitteln; anderseits soll anhand der gewählten praktischen Übungen das Verständnis für komplexe biologische Zusammenhänge - auch mit pathobiochemischen Bezügen – geformt werden. Gleichzeitig soll ein Einblick in die rasante Entwicklung der analytischen bzw. diagnostisch/therapeutischen Möglichkeiten in der Medizin ermöglicht werden. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende biochemische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.				
5	**Inhalte:** **Sicherheitsaspekte:** Studenten werden in einer Einführungsveranstaltung in die Themen der Gefahrstoffe, Sicherheit und Entsorgung eingeführt. Vor jedem Versuch findet ein Sicherheitskolloquium statt. Im Rahmen der Praktika werden folgende **Themen** behandelt: **Molekularbiologie (Molekulare Humangenetik, Prof.Epplen und Mitarbeiter)** Das zentrale Thema ist die DNA. Es werden methodischen Grundlagen und Lerninhalte des Faches vermittelt, die für eine kompetente Diskussion der Schlagworte, wie „totale Genomanalyse", oder „Gentherapie" Voraussetzungen sind. **Humancytogenetik (Molekulare Humangenetik, Prof.Epplen und Mitarbeiter)** Anhand mikroskopischer Untersuchungen von Chromosomen-Präparaten werden die morphologischen Charakteristika der menschlichen Chromosoms analysiert. Erstellung eines Karyogramms eines Menschen. Chromosomendiagnostik und deren zentrale Bedeutung für die Zuordnung von Krankheitsbildern, für genetische Beratungen, Prophylaxe- und ggf. für zukünftige Therapiemöglichkeiten werden behandelt. **Zellbiologie (Institut für Anatomie, Prof. Brand-Saberi und Mitarbeiter)** Bauprinzipien der Zelle werden anhand von elektronenmikroskopischen Abbildungen studiert. Wesentliche Aspekte der klassischen histologischen Techniken werden vorgestellt Anschließend wird die Handhabung eines konventionellen Lichtmikroskops erklärt und einige ausgewählte Präparate mikroskopiert. Es werden Einblicke in die Transmissionselektronenmikroskopie, Fluoreszenzmikroskopie und in die konfokale Lasermikroskopie vermittelt und schließlich werden einfache immuncytochemische Verfahren bzw. Grundprinzipien der Zellkulturmethoden dargestellt. **Blutuntersuchungen (Institut für Physiologie, Prof. Linke und Mitarbeiter)** An Humanblut, gewonnen in der Praktikumsveranstaltung werden die folgenden Untersuchungen durchgeführt: Blutgruppenbestimmung, Ermittlung von Hämatokrit-, Hämoglobin-, Erythrozyten-Konzentration, sowie die Bestimmung der Sauerstoffsättigung der Blutprobe. **Gendiagnose (Institut für Biochemie und Pathobiochemie, Prof. Erdmann, Dr. Girzalsky und Mitarbeiter)** An eigenen Blutproben wird eine Genomanalyse durchgeführt. Eine eventuelle Mutation im Gen des SR Ca2" Freisetzungskanals bei maligner Hyperthermie mit Hilfe der Polymerasekettenreaktion soll nachgewiesen werden. **Glukosestoffwechsel (Institut für Physiologische Chemie, Prof. Erdmann und Mitarbeiter)** Im Kapillarblut der Studenten soll die Blutglucosekonzentration und die Konzentration des glykierten Hämoglobins nach oraler Glukosebelastung *(Glucosetoleranztest) bestimmt werden.*				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang der Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie und Biologie				
8	**Prüfungsformen:** Nachweis der theoretischen Vorbereitung in der praktikumsabschließenden mündlichen Besprechung; Anfertigung von schriftlichen Berichten der Ergebnisse und Schlussfolgerung zu dem durchgeführten Praktikumsversuch (Ergebnisprotokolle).				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Aktive und regelmäßige Teilnahme				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Unbenoted				

11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** B. Brand-Saberi, J. Epplen, R. Erdmann
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungsmaterialen zum Selbststudium befinden sich unter : http://www.ruhr-uni-bochum.de/biochem/lehre/biochemiker.html.de

Titel der Lehrveranstaltung:
Biochemie II

Kennung: Pflicht		a) 184400 b) 184401	**Workload** 150 h	**Fachsemester** Semester 4	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Biochemie II		**Kontaktzeit** a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	**Selbststudium** 108 h	**Kreditpunkte** 5 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung; b) Übung				
3	**Gruppengröße:** Ca. 50 Studierende				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Dieses Modul soll Kenntnisse über Struktur, Funktion und Biosynthese der Nukleinsäuren und ihrer Bausteine und damit die Grundlagen der Speicherung und Weitergabe genetischer Information vermitteln. Anhand dieser Kenntnisse werden die Mechanismen der Genexpression erarbeitet, wobei der Schwerpunkt bei Prokaryoten liegt und sowohl die Transkription einschließlich ihrer Regulation als auch die Translation betrachtet werden. Kompetenzen: Überblick über den Fluss der genetischen Information, die zugehörigen Strukturen und Mechanismen sowie pharmakologische Eingriffsmöglichkeiten.				
5	**Inhalte:** 1. Geschichte der Entdeckung der Nukleinsäuren, ihrer Struktur und Funktion 2. Biosynthese, Rückgewinnung und Abbau der Purin- und Pyrimidinnukleotide, Regulation des Nukleotidstoffwechsels, Chemotherapeutika 3. Struktur und Eigenschaften der DNA: Aufbau der Doppelhelix, verschiedene Doppelhelixformen (A, B, Z), strukturstabilisierende Wechselwirkungen, Stabilität und Denaturierung, Topologie und Superhelizität, Topoisomerasen 4. DNA-Replikation in Prokaryoten: Aufbau von DNA-Polymerasen, Pol I, Pol III-Holoenzymkomplex, Prozessivität, Genauigkeit und Fehlerkorrektur, Helikasen, Ligasen, Replikationsstart und -termination 5. DNA-Reparatur: Mutationstypen, Ursachen von Mutationen, direkte Reparatur, Exzisionsreparatur, Fehlpaarungsreparatur, Defekte von Reparaturmechanismen; DNA-Methylierung in Prokaryoten 6. Grundlagen der Gentechnik: Restriktionsenzyme, Plasmide, chemische und enzymatische DNA-Sequenzierung, Polymerase-Kettenreaktion 7. Struktur und Eigenschaften der RNA, RNA-Klassen 8. Transkription in Prokaryoten: Aufbau des RNA-Polymerase-Holoenzyms, Promotoren, Transkriptionsinitiation und -termination, Inhibitoren der prokaryotischen Transkription (Antibiotika); RNA-Prozessierung; reverse Transkription 9. Transkriptionsregulation in Prokaryoten: konstitutive und induzierbare Enzyme, *lac*-Operon, *araBAD*-Operon, *trp*-Operon, Katabolitrepression, Attenuierung, Struktur von DNA-Bindeproteinen, Riboschalter 10. Genetischer Code und tRNA: Entschlüsselung und Aufbau des genetischen Codes, Struktur der tRNA, Kopplung von Aminosäuren an tRNA, Struktur und Funktion von Aminoacyl-tRNA-Synthetasen, Genauigkeit und Fehlerkorrektur beim Beladen der tRNA, Kodon-Antikodon-Wechselwirkungen, Degenerierung des genetischen Codes, Wobble-Hypothese 11. Translation: Struktur von Ribosomen, rRNA und ribosomale Proteine, Polysomen, Translationsinitiation bei Prokaryoten und Eukaryoten, Elongation bei der prokaryotischen Translation, Elongationsfaktoren, Mechanismus der Transpeptidierung, Ribozyme, Translokation, Fehlerkorrektur bei der Translation, Translationstermination, Hemmstoffe der Translation (Antibiotika)				
6	**Studiengänge:** Bachelor Biochemie (Pflichtvorlesung), Master of Education Chemie (Fachwissenschaftlicher Vertiefungsbereich Biologische Chemie)				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Keine				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				

11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** D. Tapken, M. Hollmann
13	**Sonstige Informationen:** Materialien zum Kurs werden im Blackboard veröffentlicht (Kurs-ID 184400-ss13).

Titel der Lehrveranstaltung: Organisch Chemisches Grundpraktikum					
Kennung: Pflicht			**Workload** 330 h	**Fachsemester** Semester 4	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Organisch Chemisches Grundpraktikum		**Kontaktzeit** 18 SWS / 216 h	**Selbststudium** 114 h	**Kreditpunkte** 11 CP
2	**Lehrformen:** Praktikum				
3	**Gruppengröße:** üblicherweise ca. 140 pro Jahr (96 Praktikums-Plätze Semester-begleitend, 44 im Blockpraktikum)				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** *Zielsetzung: Dieses Modul soll den/die Studenten/Studentin ein apparatives und praktisches Verständnis der Grundoperationen der Organischen Synthese vermitteln.* Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, einfache Synthesevorschriften im Bereich der Organischen Chemie praktisch nachzuvollziehen.				
5	**Inhalte:** Organisch-chemische Reaktionen und Verfahren wie Esterbildung, Herstellung von Derivaten organischer Säuren, Elektrophile Aromatische Substitution, Nukleophile Substitution, Additionen, Wittig-Reaktion, Grignard-Reaktionen, Radikalreaktionen, Darstellung von Enaminen, Hydroborierung, Photoreaktionen, Racemattrennung. Organisch-chemische Trennverfahren wie Destillation, Sublimation, Kristallisation und Chromatographie. Einfache analytische Methoden, UV, IR, NMR.				
6	**Verwendbarkeit des Moduls:** Praxis-orientierte Grundlage für das Modul F-Synthesepraktikum Organische Chemie; Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen der Chemie und Biochemie.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Der erfolgreiche Abschluss mindestens eines der Module Organische Chemie I oder Organische Chemie II.				
8	**Prüfungsformen:** Eingangskolloquium zu jedem der Versuche, zu testierende Abgabe der Präparate, zu testierende Versuchsprotokolle, Abschlusskolloquium				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** unbenotet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 2 x jährlich: Semester-begleitend und als Blockpraktikum				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** G. Dyker (Modulbeauftragter), W. Sander, F. Schulz				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: Praktikum Bioorganische Chemie					
Kennung: Pflicht			**Workload** 90 h	**Fachsemester** Semester 4	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Praktikum Bioorganische Chemie		**Kontaktzeit** 4 SWS / 60 h	**Selbststudium** 30 h	**Kreditpunkte** 3 CP
2	**Lehrformen:** Praktikum				
3	**Gruppengröße:** ca. 100				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Die Studierenden sollen in die Grundlagen der enzymatischen Synthese und Enzymologie eingeführt werden.				
5	**Inhalte:** 1. Enzymatische Modifikation von Membranlipiden 2. Enzymatische Reduktionen 3. Aktivester in der Biokatalyse 4. Enzymatische Peptidsynthese				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Kenntnisse in Organischer Chemie, insb. sicherheitsrelevanter Aspekte				
8	**Prüfungsformen:** 1. Sicherheits- und Eingangsgespräch vor jedem Versuch 2. Synthese des Präparats (Ausbeute: min 50% der Literaturangabe) 3. Skizzieren der Versuchsdurchführung des Praktikumspräparats im Laborjournal 4. Anfertigung eines Versuchsprotokolls zu dem Praktikumspräparat				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfüllung der Anforderungen unter 8 für alle Versuche				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** keine Benotung				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Schulz, F., Günther-Pomorski, T.				
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungsmaterialen befinden sich unter https://moodle.ruhr-uni-bochum.de/				

Titel der Lehrveranstaltung:
Praktikum Molekularbiologische Arbeitstechniken

Kennung: Pflichtveranstaltung		184403	**Workload** 90 h	**Fachsemester** Semester 4	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Praktikum Molekularbiologische Arbeitstechniken		**Kontaktzeit** 4 x 14 h	**Selbststudium** 34 h	**Kreditpunkte** 3 CP
2	**Lehrformen:** Praktikum				
3	**Gruppengröße:** Ca. 8 bis 10 Studierende pro Gruppe				
4	**Lernergebnisse/Kompetenzen:** Zielsetzung: Die Studierenden sollen grundlegende Erfahrungen mit biochemischen Makromolekülen machen und wichtige molekularbiologische Grundtechniken kennenlernen. Kompetenzen: Selbstständige Durchführung von molekularbiologischen Versuchen nach Versuchsskript; Protokollierung von Versuchen in zum Verständnis ausreichender Detailtiefe.				
5	**Inhalte:** Vor Praktikumsbeginn findet eine Sicherheitsunterweisung statt. Hierbei werden Kenntnisse zur Arbeitssicherheit speziell in einem molekularbiologischen Labor vermittelt. Ebenso wird der Umgang mit gefährlichen Chemikalien sowie deren Entsorgung angesprochen. Die Handhabung von elektrischen Geräten (z.B.: Zentrifugen, Elektrophorese-Apparaturen) wird besprochen. Da einer der Versuche unter das Gentechnik-Gesetz fällt, wird eine entsprechende Belehrung durchgeführt. Versuche: Es werden insgesamt 5 Versuche durchgeführt. **Versuch F-06: Genetik von *Saccharomyces cerevisiae*** Kultivierung von Hefezellen auf Agarplatten, Analyse von temperatursensitiven Zellzyklus-Mutanten, Komplementationsanalyse von Mutanten des Purinstoffwechsels **Versuch F-07: Isolierung und elektrophoretische Analyse von RNA** Isolierung von cytoplasmatischer und Kern-RNA aus HeLa-Zellen, elektrophoretische Auftrennung in denaturierenden Polyacrylamidgelen. Reverse Transkription mit anschließender Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR) **Versuch F-08: Isolierung und Charakterisierung von hochmolekularer DNA und von Chromatin** Isolierung von genomischer DNA aus frischem Lebergewebe, Ultrazentrifugation, Aufnahme von Schmelzkurven, Restriktionsverdau, Nukleosomen-Leiter, Agarosegelelektrophorese **Versuch F-12: Isolierung von Plasmid-DNA** Gentechnisches Arbeiten mit transformierten *E.coli*-Bakterien, Restriktion von Plasmid-DNA, Agarosegelelektrophorese, Aufreinigung von Plasmid-DNA mithilfe von Säulenchromatographie **Versuch F-14: ATP-Bestimmung mittels Luciferase-Assay** Mechanischer Aufschluss („Douncen“) von Lebergewebe und HeLa-Zellen, Protein-Konzentrationsbestimmung nach Bradford, Kinetik des Abbaus von ATP im Zelllysat, Luciferase-Assay				

Titel der Lehrveranstaltung: Physikalisch-chemisches Grundpraktikum für Chemiker und Biochemiker					
Kennung: Pflicht			**Workload** 150 h	**Fachsemester** Semester 4	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Physikalisch-Chemisches Grundpraktikum		**Kontaktzeit** a) 6 SWS / 70 h b) 2 SWS / 30 h	**Selbststudium** 50 h	**Kreditpunkte** 5 CP
2	**Lehrformen:** a) Praktikum; b) Seminar				
3	**Gruppengröße:** Einzelgruppen: zwei Personen. Gesamtgruppengröße: alle Studenten der Studiengänge Bachelor Chemie und Bachelor Biochemie.				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Nach Ende des Praktikums haben Studierende ein apparatives und theoretisches Verständnis grundlegender experimenteller Techniken der Physikalischen Chemie erworben. Sie werden in der Lage sein, die durchgeführten Experimente in schriftlichen Berichten und einem Seminarbeitrag darzustellen. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, durchgeführte Experimente schriftlichen zu dokumentieren und erzielte Ergebnisse in einem Seminarbeitrag darzustellen.				
5	**Inhalte:** Apparative Methoden: Elektrodentypen, Kalorimeter, Vakuumanlagen, Gasanlagen, Physikalische und Chemische Sensoren, Datenaufnahme per Computer, Laser Themengebiete: Phasendiagramm, Kalorimetrie, Elektromotorische Kraft, Elektrolyte, Reibung, Mischungen, Oberflächenspannung, Diffusion, Leitfähigkeit, Beweglichkeit, Kinetische Funktionen, Strukturbestimmung, Spektroskopie, Fehleranalyse Präsentationstechniken: Optimale Gestaltung einer Präsentation				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse in Mathematik, Physik und Physikalischer Chemie nachgewiesen durch Kreditpunkte aus 1.) Mathematik für Chemiker 1 oder 2.) Physikalische Chemie für Biochemiker				
8	**Prüfungsformen:** Schriftliche Berichte, 15-20-minütige Präsentation				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Fachlich korrekte Darstellung der Einzelversuche in schriftlichen Berichten sowie fachlich korrekte Präsentation des zugewiesenen Themas.				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** R. Glaves, M. Havenith Newen				
13	**Sonstige Informationen:** Vor jedem Versuch ist ein Sicherheitskolloquium abzulegen. Spezielle Sicherheitsunterweisungen erfolgen z.B. bei Versuchen, in denen Laser eingesetzt werden.				

Titel der Lehrveranstaltung: **Molekulargenetische Methoden in der Biochemie**					
Kennung: Pflicht			**Workload** 120	**Fachsemester** Semester 4	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Molekulargenetische Methoden in der Biochemie		**Kontaktzeit** a) 2 SWS / 30 h b) 1 SWS / 15 h	**Selbststudium** 75 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a) Vorlesung; b) Übung				
3	**Gruppengröße:** Ca. 45				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Absolventen dieses Moduls haben Grundkenntnisse der molekularen Methoden in der Biochemie erworben. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Nukleinsäure Isolierung, über die zur Verfügung stehenden Klonierungsvektoren und über qualitative wie quantitative Nachweismethoden. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende Fragestellungen zum Nukleinsäure Nachweis und der Klonierung zu beantworten.				
5	**Inhalte:** 1. Restriktions- und Modifikationssysteme: HsdTyp I, II und III, methylierungsabhängige Restriktionssysteme, Typ II Restriktionsenzyme 2. Homing-Endonukleasen, Artifizielle Restriktionsenzyme; Aktivität von Restriktionsendonukleasen 3. Nukleinsäure Präparationsverfahren, Chemische Synthese von Oligonukleotiden, PCR 4. RNA-Präparation, Ribo-amp Verfahren, Ligation, Self-Assembly Cloning, Rekombinationsklonierung 5. Vektoren (1): Plasmide, Einzelstrang-Phagen (Phage display), Phagemide, λ-Phagen 6. Vektoren (2): Cosmide, P1-Phagen, Yeast Artificial Chromosomes, BACs, PACs 7. Protein-Expression: *E. coli*, Zellkultur, transgene Tiere 8. Gelelektrophorese, Blottingverfahren/Hybridisierung, Markierung und Nachweisverfahren 9. *In vitro* Mutagenese, Two Hybrid System 10. Real Time PCR, MicroArray Chip Technologie, RT-PCR Array, Genotypisierung 11. Nukleinsäure Sequenzierung: Maxam Gilbert, Sanger Nicklen & Coulson, NG-Sequencing, 12. Re-Sequenzierung auf Chip, Third Generation Sequencing, Deep (quantitativ) Sequencing 13. Epigenetische Regulierung, Micro-RNAs 14. Belehrung zum Umgang mit radioaktiven Stoffen, Belehrung zum Arbeiten im Labor der Sicherheitsstufe S1				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang der Chemie und Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Grundlegende Vorkenntnisse in Biochemie				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** R. Stoll				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: Grundlagen der Versuchstierkunde und Gentechnikrecht					
Kennung: Pflicht			**Workload**	**Fachsemester** Semester 4	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Einführung in die Versuchstierkunde		**Kontaktzeit** 2 SWS / 14 h	**Selbststudium**	**Kreditpunkte** 2 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung;				
3	**Gruppengröße:** üblicherweise ca. 30-50				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Dieses Modul soll den Studierenden einen ersten theoretischen Einblick in die zur Durchführung von Tierversuchen generell notwendigen theoretischen und praktischen Kenntnisse und gesetzlichen Bestimmungen vermitteln.				
5	**Inhalte:** **Zusammenfassung der Lehrgegenstände** **A. Vorlesungsteil Versuchstierkunde** **ethische Aspekte:** Mensch/Tier-Beziehung, Argumente für und gegen die Nutzung von Tieren zu wissenschaftlichen Zwecken, Beratende Kommission nach § 15 TSchG **gesetzliche Aspekte:** Definition des Tierversuches, andere Eingriffe an Tieren, Genehmigungs- und Anzeigeverfahren, sachkundige Person, zweckgezüchtete Tiere, Überwachung, weitere Gesetze mit dem Hintergrund Tierschutz **Biologie der Versuchstiere und deren Haltung:** Einsatz von Tieren für verschiedene Forschungsgebiete, Pflege und Haltung, Verbesserung der Haltungsbedingungen, Umgang mit Versuchstieren, Ernährung, Erkennen von Schmerzen und Leiden **Mikrobiologie und Krankheiten:** Gesundheitsüberwachung, Quarantäne, Hygiene, Desinfektion, spezifiziert pathogen freie Tiere, Barrieresysteme, Einfluss von Krankheiten auf Ergebnisse von Experimenten, Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit (infizierten) Tieren **Gesundheitsgefahren und Sicherheitsmaßnahmen in einem Tierlabor:** Allergien, Zoonosen, Krankheitserreger, radioaktive Materialien **Planung und Durchführung von Tierversuchen:** Erstellung eines Versuchsplanes, Auswahl und Beschaffung der Versuchstiere, Tiermodelle, Übertragbarkeit der Ergebnisse von Tierversuchen auf den Menschen, statistische Aspekte **Narkose, Analgesie und experimentelle Methoden:** Methoden der Anästhesie und Narkose, Schmerzbehandlung, Wahl der richtigen Medikamente, Verbleib der Tiere nach Versuchsende, Euthanasie, Tierkörperbeseitigung, Beispiele für häufig angewandte operative und nichtoperative Methoden **Ersatz- und Ergänzungsmethoden zu Tierversuchen:** Definition, 3-R-Prinzip (reduce, replace, refine), Möglichkeiten und Grenzen von Ersatz- und Ergänzungsmethoden				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang der Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:**				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** K-D Bremm, H-P Neidhardt				
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungsmaterialen zum Selbststudium befinden sich unter Blackboard				

Titel der Lehrveranstaltung:
Biochemie III (Biochemistry III)

Kennung: Pflichtveranstaltung		184500	**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 5	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Biochemie III (Biochemistry III)		**Kontaktzeit** 2 x 16 h	**Selbststudium** 88 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** Vorlesung (auf englisch)				
3	**Gruppengröße:** Ca. 55 Studierende				

4 Lernergebnisse/Kompetenzen:

Lernziele: Diese Vorlesung soll den Studierenden in die für eukaryontische Zellen spezifischen komplexen Regulationsvorgänge einführen, die bei der Expression genetischer Information vom Chromosom bis zur mRNA eine Rolle spielen. Des Weiteren werden die Regulationsmechanismen der Adressierung von Proteinen innerhalb der Zelle, die Zellzyklus-Regulation sowie die molekularen Grundlagen der Immunabwehr vermittelt. Zusätzlich werden die Studierenden in die Wissenschaftssprache Englisch eingeführt, durch Benutzung der englischen Sprache bei gleichzeitiger Verwendung von deutschsprachigen Folien.

Kompetenzen: Überblick über Regulationsmechanismen in Eukaryonten; Verständnis englischsprachiger Grundbegriffe der Biochemie der Eukaryonten

5 Inhalte:

Aufbau eukaryonter Zellen • Unterschiede zu Prokaryonten • Organellen

Chromosomenaufbau • Polytänie • Nukleosomen • Chromatinstruktur

Replikation bei Eukaryonten

• Mechanismus • DNA-Polymerasen • DNA-Topologie
• Topoisomerasen • Telomerase

Rekombinationsmechanismen

• DNA-Reparatur • Heteroduplex • Holliday-Struktur • recA-Protein
• Genkonversion • Transgene Tiere

Transponierbare Elemente

• Pseudogene und prozessierte Gene • Transposons • Retroposons
• Hefe TY • Drosophila FB-Elemente

Reassoziation von Nukleinsäuren

• Stabilität von Doppelstrang-Nukleinsäuren • T_m-Wert
• Repetitive DNA

Transkription bei Eukaryonten

• Kernaufbau • Transport durch Kernporen • Capping • RNA-Klassen

RNA-Polymerase I

• Ribosomale RNA • Promoter • Prozessierung • Nukleolus

RNA-Polymerase III

• Genstruktur • tRNA-Struktur • Promoterstruktur • DNA-Bindeproteine
• Zinkfinger-Proteine • Leucin-Zipper • Regulation von Transkriptionsfaktoren

RNA-Polymerase II

• Promotorstruktur • RNA Capping • Polyadenylierung • Das Spleißosom
• Spleissvarianten

Ribozyme

• Selbstspleißende Introns • Ribozyme • Tetrahymena • RNAse P
• Edieren von RNA

Regulation der Genexpression

• Transkriptionsinitiation • Enhancer/Silencer
• Modulare Transkriptionsfaktoren • 2-Hybrid-System • Steroidrezeptoren

Translokation von Proteinen

• Signalhypothese • SRP-Partikel • Docking-Proteine
• Integration von Membranproteinen • Import in Organellen

Zellzyklus • Phasen des Zellzyklus • Cycline • CDKs • Regulation

Immunsystem

	• MHC-Moleküle **Complementsystem** • Complementaktivierung • Verstärkungskaskade • MAC
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang Biochemie (Pflichtvorlesung); Master-Studiengang Chemie (Wahlvorlesung)
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Keine
8	**Prüfungsformen:** Semesterabschlussklausur
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** 4 von 96 benoteten Kreditpunkten (= 4.2%)
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich im Wintersemester
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** M. Hollmann, D. Tapken
13	**Sonstige Informationen:**

Titel der Lehrveranstaltung: Organische Chemie III					
Kennung: Pflicht			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 5	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Organische Chemie III		**Kontaktzeit** a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	**Selbststudium** 75 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung; b) Übung				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Dieses Modul soll den Studierenden moderne Methoden der Organischen Synthese vermitteln. Absolventen haben ein vertieftes Verständnis auf dem Gebiet der Carbokationen-, Radikal- und Carbenchemie sowie auf den Gebieten Carbanionen, Stereochemische Konzepte und Enolate Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Literatur zu den Themen Carbokationen, Radikale und Carbene, Carbanionen, Stereochemische Konzepte und Enolate fachlich einzuordnen.				
5	**Inhalte:** 5. Carbokationen (Thermochemie, Umlagerungsreaktionen, Nucleophile Substitution) 6. Radikale und Radikalreaktionen (Darstellung von Radikalen, ESR-Spektroskopie, Thermochemie, Radikalreaktionen) 7. Diradikale und Carbene (Erzeugung von Carbenen, Carbenreaktionen) 8. Chemie der Carbanionen (Struktur und Reaktivität von Carbanionen, Basizität, Nukleophilie) 9. Stereochemische Konzepte (Prochiralität, Stereo- und Regioselektivität, Diastereo- und Enantioselektivität, thermodynamische und kinetische Kontrolle) 10. Enolate (Aldolreaktion, Allylierungen, C-C Verknüpfungen über Ylide, enantioselektive Katalyse)				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse in Organischer Chemie				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** W. Sander, G. v. Kiedrowski				
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungsmaterialen zum Selbststudium und Übungsaufgaben befinden sich auf dem Blackboard				

Titel der Lehrveranstaltung: Physikalische Chemie III für Chemiker und Biochemiker					
Kennung: Wahlpflicht			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 5	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Physikalische Chemie		**Kontaktzeit** a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	**Selbststudium** 75 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a) Vorlesung; b) Übung				
3	**Gruppengröße:** Alle Studenten der Studiengänge BSc. Chemie und B.Sc. Biochemie mit PCIII als Wahlpflichtfach (ca. 90)				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Absolventen dieses Moduls haben die physikalischen Grundlagen verschiedener spektroskopischer Methoden und Grundkenntnisse in der Spektroskopie von Atomen und Molekülen erworben. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende spektroskopische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.				
5	**Inhalte:** 1. Experimentelle Hinweise auf Quanteneffekte 2. Quantenmechanische Grundlagen der Spektroskopie: Wellenpakete, Operatoren, Schrödingergleichung 3. Anwendung auf einfache QM Systeme (freies Teilchen, Reflexion an Barriere, Tunneleffekt) 4. Anwendung auf lokalisierte Systeme in einer Dimension: Teilchen im Kasten, harmonischer Oszillator 5. Verallgemeinerungen auf räumlich begrenzte Systeme: Separationsansatz, Drehimpuls, mehrdimensionales Teilchen im Kasten, H-Atom 6. Mehrelektronensysteme, Photoelektronenspektroskopie 7. Molekülorbitale und chemische Bindung, Born-Oppenheimer-Näherung, Elektronen-konfigurationen einfacher Moleküle, Termschemata 8. Rotations- und Schwingungsspektren einfacher Moleküle, Absorptions- und Ramanspektroskopie 9. Elektronische Anregung, Fluoreszenz und Phosphoreszenz				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse in Mathematik, Physik und Physikalischer Chemie				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** M. Havenith Newen, G. Schwaab				
13	**Sonstige Informationen:** Im elektronischen Lernsystem der RUB werden ein Skript und zusätzliche Lehrmaterialien angeboten.				

Titel der Lehrveranstaltung: Methoden der Strukturanalyse 1					
Kennung: Pflicht			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 5	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Methoden der Strukturanalyse 1		**Kontaktzeit** a)2 SWS / 30 h b)1 SWS / 15 h	**Selbststudium** 75 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung; b) Übung				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 200				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Die Teilnehmer sollen am Ende des Kurses in der Lage sein, selbständig die Struktur unbekannter chemischer Verbindungen anhand Ihrer UV-, IR-, MS- und NMR-Spektren zu bestimmen. Weiterhin sollen theoretische Grundlagen Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die in der eigenständigen Laborarbeit hergestellten Substanzen zu charakterisieren und Strukturen zu verifizieren.				
5	**Inhalte:** UV/VIS-Spektroskopie: Messtechnik, Elektronenanregung und Molekülstruktur, Extinktion, Chromophore, π-π* und n-π*-Übergänge, UV/VIS-Spektren organischer Substanzklassen. IR-Spektroskopie: Messtechnik (Probenformen, Ablauf der Messung), wichtige theoretische Grundlagen (Oszillatoren, Obertöne, Fermi-Resonanz, Auswahlregeln, etc.), Identifizierung funktioneller Gruppen in komplexen Verbindungen anhand von Gruppenfrequenzen, Isotopeneffekte, Einfluß von Medium und Aggregation auf IR-Spektren; Grundlagen der Raman-Spektroskopie Massenspektrometrie: Aufbau von Massenspektrometern, Ionisations- (EI, FAB, ESI, MALDI) und Detektionstechniken, Charakteristische Zerfallsmuster organischer Verbindungen. NMR-Spektroskopie: *Physikalische und messtechnische Grundlagen:* Makroskopische Magnetisierung, Vektormodell, Relaxation, Probenbereitung, einfache Pulsprogramme, Fouriertransformation zu 1D- und 2D-NMR-Spektren, Breitbandige und selektive Anregung bzw. Entkopplung; 2D-Spektren - COSY, HMQC. *Spektrale Parameter und molekulare Struktur*: Chemische Verschiebungen in ^{1}H- und ^{13}C-NMR Spektren - elektronische Umgebung, Anisotropie, Ringstrom, Lösungsmitteleinfluß und intermolekulare Aggregation, Voraussagen von chemischen Verschiebungen durch Inkrementsysteme und empirische Programme; Strukturabhängigkeit skalarer Kopplungen (Karplus-Gleichung), dipolare Kopplung und Populationstransfer, NMR-Spektren von Heterokernen - 19F, 31,P, 29Si, exemplarisch Übergangsmetalle (z.B. Pt) und Kerne mit Quadrupolmomenten; Homonukleare und heteronukleare Spinsysteme *Kombination von spektroskopischen Techniken und chemischem Wissen zur Strukturaufklärung unbekannter Stoffe:* Welche Technik für welche Fragestellung? Welche spektrale Information ist hinreichend für die Identifizierung einer Struktureigenschaft - welche Daten sind nur Hinweise. Einsatz von Spektrendatenbanken (Praxis am PC). Problemlösungen in den Übungen.				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** C. Merten, G. Dyker, W. Sander				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: Bioethik					
Kennung: Pflicht			**Workload** 45 h	**Fachsemester** Semester 5	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Bioethik		**Kontaktzeit** 1 SWS / 15 h	**Selbststudium** 30 h	**Kreditpunkte** 2 CP
2	**Lehrformen:** Seminar				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 40				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Die Studierende sollen aktuelle Probleme der Bioethik sowie Bearbeitungsstrategien erlernen. Kompetenzen: Die Studierende erlangen Grundkenntnisse über die Eigenart normativer Fragestellungen und können diese anwenden. Ferner werden Sie aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich der Ethik einschätzen und analysieren können.				
5	**Inhalte:** Die Eigenart moralischer Fragestellungen, Vorstellung unterschiedlicher ethischer Theorien und Prinzipien, Ethik und Recht, rechtliche Fragestellungen. Behandlung aktueller Probleme der Bioethik: • Fragen des Lebensendes am Beispiel des Hirntodkonzeptes • Ethische Probleme der Organtransplantation • moralischen Status von menschlichen Embryonen und Feten • Stammzellforschung, therapeutisches Klonen • Patentierung von Leben - Gerechtigkeitsfragen im Zusammenhang mit Patenten und dem Schutz geistigen Eigentums • Grundlagen der Tierethik • Sterbehilfe				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:**				
8	**Prüfungsformen:** Aktive Teilnahme am Seminar				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Aktive Teilnahme und ein Vortrag im Seminar				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Das Seminar wird nicht benotet, insofern keine Gewichtung in der Endnote.				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** R. Heumann, K. Steigleder				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: **F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie** **(Synthese-Praktikum, Teil Life Science für Biochemiker)**					
Kennung: Pflicht			**Workload** 180 h	**Fachsemester** Semester 5	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie (Synthese-Praktikum, Teil Life Science für Biochemiker)		**Kontaktzeit** 7 SWS / 105 h	**Selbststudium** 75 h	**Kreditpunkte** 6 CP
2	**Lehrformen:** Praktikum				
3	**Gruppengröße:** ca. 100				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Nach Ende dieses Moduls sollen die Studierenden in der Lage sein, mehrstufige organisch chemische Synthesen eigenständig durchzuführen und mechanistisch zu interpretieren. Dabei soll vor allem ein sicherer Umgang mit der Vakuumtechnik, Schutzgastechnik, Trocknung von Lösungsmitteln sowie die Anwendung von spektroskopischen Methoden zur Strukturaufklärung (IR-, UV-, NMR-Spektroskopie, Massen–spektrometrie) und Chromatographie erzielt werden. Die Techniken und Fertigkeiten werden in ihrer Vielfalt an Hand von didaktischen und forschungsrelevanten Präparaten erworben und vertieft. Das F-Praktikum für Synthesechemie soll den Übergang von den erworbenen Fertigkeiten und Kenntnissen in den präparativen Grundpraktika hin zum selbständigen Arbeiten in wissenschaftlichen Projekten ermöglichen.				
5	**Inhalte:** 11. Synthese von reaktiven und komplexen organischen Verbindungen in mehrstufigen Synthesen, Stereo- und enantioselektive Synthesen, 12. Anwendung analytischer Methoden zur Strukturaufklärung. (NMR, IR, UV/VIS, Dünnschichtchromatographie, Gaschromatographie, Massen-spektrometrie) 13. Synthesemethoden: Vakuumtechnik, Schutzgastechnik 14. Aufreinigungstechniken: Säulenchromatographie, Umkristallisieren, Sublimation, fraktionierte Destillation und fraktionierte Kondensation 15. Umgang mit Gefahrstoffen, selbstentzündliche Reagenzien, Transfer mit Spritze und Septum, Umgang mit toxischen / carcinogenen Substanzen, Umgang mit geruchsbelästigenden Stoffen				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Bestandenes Grundpraktikum in Organischer Chemie (für Biochemiker zusätzlich: Bestandenes Praktikum Bioorganische Chemie), Kenntnisse in Organischer Chemie, insb. sicherheitsrelevanter Aspekte				
8	**Prüfungsformen:** 5. Sicherheits- und Eingangsgespräch vor jedem Versuch 6. Synthese des Präparats (Ausbeute: min 50% der Literaturangabe) 7. Skizzieren der Versuchsdurchführung des Praktikumspräparats im Laborjournal 8. Anfertigung eines Versuchsprotokolls zu dem Praktikumspräparat				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfüllung der Anforderungen unter 8 für alle Versuche				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** keine Benotung				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Dyker, G. , Huber, S. M. , , Pankau, W. M. , Sander, W. , Schulz, F.				
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungsmaterialen zum Selbststudium befinden sich auf dem Blackboard				

Titel der Lehrveranstaltung: Molekularbiologisches Praktikum					
Kennung: Pflicht			**Workload** 90 h	**Fachsemester** Semester 5	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Molekularbiologische Praktikum		**Kontaktzeit** 4 SWS / 60 h	**Selbststudium** 30 h	**Kreditpunkte** 3 CP
2	**Lehrformen:** 2-Wochen ganztägiges Praktikum mit 4 Versuchen; Versuchsvorbereitung mit schriftlicher Abfrage; Ergebnisse werden protokollarisch zusammengefasst.				
3	**Gruppengröße:** Ca. 45				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Absolventen dieses Moduls haben Grundkenntnisse der molekularen Methoden in übersichtlichen Basisexperimenten erworben. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende Fragestellung experimentell zu planen und durch zu führen.				
5	**Inhalte:** Versuch 1: *In vitro* Mutagenese Versuch 2: Detektion von Protein / Protein-Interaktionen mit Hilfe des *Yeast-Two-Hybrid* Systems Versuch 3: *In vitro* Transkription Versuch 4: Identifizierung positiver Klone aus einer λ-Phagenbibliothek				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang der Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Grundlegende Vorkenntnisse in Biochemie				
8	**Prüfungsformen:** Eingangstests vor jedem Versuch				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Teilnahmenachweis & Protokollabnahme				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** R. Stoll				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene					
Kennung: Pflichtveranstaltung		184501	**Workload** 150 h	**Fachsemester** Semester 5	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene		**Kontaktzeit** a) 1 x 16 h b) 5 x 16 h	**Selbststudium** 54 h	**Kreditpunkte** 5 CP
2	**Lehrformen:** a) Seminar b) Praktikum				
3	**Gruppengröße:** Ca. 8 bis 10 Studierende pro Gruppe				
4	**Lernergebnisse/Kompetenzen:** Lernziele: Die Studierenden sollen lernen, selbständig einen Vortrag vorzubereiten, vorzutragen und ihn kritisch zu diskutieren. Die Themen orientieren sich dabei an den Arbeitsschwerpunkten der beteiligten Dozenten. Die Studierenden sollen darüber hinaus die Forschungsgebiete und die aktuellen Forschungsmethoden sowie die Spezialgeräte der verschiedenen Arbeitsgruppen innerhalb der Lehreinheit Biochemie kennen lernen. Kompetenzen: Erwerb der Fähigkeit zum wissenschaftlichen Diskurs. Überblick über aktuelle Forschungsansätze, experimentelle Methoden und Forschungsgeräte in der Biochemie.				
5	**Inhalte:** Die Inhalte hängen im starken Maße von den Arbeitsgruppen ab, die jeweils an dem Praktikum beteiligt sind, da über die Jahre gesehen die Arbeitsgruppen wechseln. Im einleitenden Seminar werden den Studierenden aktuelle Themen aus dem gesamten Gebiet der Biochemie sowie spezifische Fragestellungen der jeweiligen Arbeitsgruppen vermittelt. Anschließend werden unter aktiver Beteiligung der Studierenden ausgewählte Methoden und Anwendungen im Forschungslabor demonstriert.				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Bestandene Praktika „Biochemische Arbeitstechniken“ und „Molekularbiologische Arbeitstechniken“				
8	**Prüfungsformen:** Seminarvortrag				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiche Teilnahme an Praktikum und Seminar, Seminarvortrag				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Keine Vergabe von Noten				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich im Wintersemester				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Alle Arbeitsgruppenleiter der Lehreinheit Biochemie (I. Dietzel-Meyer, T. Günther-Pomorski, C. Herrmann, M. Hollmann, R. Stoll, D. Tapken, D. Wolters)				
13	**Sonstige Informationen:** **Das Praktikum kann auf Antrag auch an einer externen Einrichtung oder anderen Universität durchgeführt werden.**				

Titel der Lehrveranstaltung: Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene					
Kennung: Optional			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 6	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene		**Kontaktzeit** a) 35 h b) 20 h	**Selbststudium** 65 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** (a) Praktikum (b) Seminar				
3	**Gruppengröße:** üblicherweise 80 – 100				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Nach Ende des Praktikums soll die Studentin/ der Student - ein fortgeschrittenes apparatives und theoretisches Verständnis wichtiger experimenteller Techniken der Physikalischen Chemie erworben haben. - in der Lage sein, eine quantitative Genauigkeitsabschätzung für eine durchgeführte Messung zu machen. - in der Lage sein, ein durchgeführtes Experiment in Form eines schriftlichen Berichtes darzustellen. - in der Lage sein, eine ausgewähltes Thema der Physikalischen Chemie in einem mündlichen Seminarbeitrag vorzustellen.				
5	**Inhalte:** Laser-induzierte Fluoreszenz-Spektroskopie, Infrarot-Spektroskopie, UV/VIS-Spektroskopie, Elektronenbeugung (LEED), Oberflächen-Plasmonenresonanz-Spektroskopie, Gitterenergie von Argon, Mehrschichten-Adsorption BET, Dipolmoment, Laser-Mikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, Rastertunnelmikroskopie, Protein-Wechselwirkungen, Teilchen im Kasten				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie (Pflichtbereich) und Biochemie (Optionalbereich)				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** (I) erfolgreiche Teilnahme am Physikalisch-chemischen Grundpraktikum und (II) Physikalische Chemie III für Chemiker und Biochemiker				
8	**Prüfungsformen:** Eingangskolloquium zu jedem Versuch, Anfertigung von schriftlichen Berichten zu jedem Versuch, erfolgreiche Darstellung eines Themas in einem Seminarvortrag				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Berichten zu jedem Versuch, erfolgreiche Darstellung eines Themas in einem Seminarbeitrag				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Unbenotet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** einmal jährlich jeweils im Sommersemester				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** A. Birkner, K. Morgenstern, M. Havenith-Newen, C. Herrmann				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: Methoden der Strukturanalyse II					
Kennung: Pflicht			**Workload** 117 h	**Fachsemester** Semester 6	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Methoden der Strukturanalyse II, Röntgenstruktur-analyse, Elektronendichteanalyse, Proteinkristallografie		**Kontaktzeit** a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	**Selbststudium** 75 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung; b) Übung				
3	**Gruppengröße:** Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 80				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Absolventen dieses Moduls haben Grundkenntnisse des Aufbaus und der Symmetrie kristalliner Materie, sowie ein Verständnis des Zusammenhangs zwischen molekularer Struktur und Elektronendichte. Sie haben ein grundlegendes Verständnis für den Weg der Strukturaufklärung durch Bestimmung der Elektronendichte mittels Röntgenbeugung von kleinen Molekül- bis zu Proteinkristallen erworben. Kompetenzen: Nach Ende dieses Moduls sollen Studierende der Lage sein, röntgenstrukturanalytische Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu beurteilen. Ferner können sie das „Atoms in Molecules“ (AIM) Konzept zur Analyse der Topologie von Elektronendichten anwenden.				
5	Inhalte: Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Kristallographie und fortgeschrittene Kenntnisse der Röntgenstrukturanalyse (einschließlich Proteinkristallographie), sowie Kenntnisse in der Topologischen Analyse von Elektronendichten. Die Inhalte des Moduls sind im Einzelnen: **Grundlagen der Kristallografie:** Kristallgitter, Bravais-Gitter, Netzebenen, Symmetrieelemente (Schoenflies-Symbolik), Raumgruppen (Hermann-Mauguin-Symbolik). **Röntgenbeugung**: Erzeugung von Röntgenstrahlung, Beugung am Kristallgitter, Bragg-Gesetz, Laue-Klassen, reziprokes Gitter, Ewald-Konstruktion, systematische Auslöschungen, symmetrieäquivalente Reflexe, interner-R-Wert, Atomformfaktoren, Strukturfaktoren, Aufbau von Diffraktometern und Detektoren, Datensammlung. **Röntgenstrukturanalyse**: Kristallzüchtung, Strukturlösung (direkte Methoden, Patterson, charge flipping), Strukturverfeinerung (Differenzfourieranalyse), Gütefaktoren, kritische Beurteilung der Ergebnisse, Probleme bei der Raumgruppenbestimmung, Bestimmung der absoluten Struktur, Fehlordnung, Verzwilligung, Datenbankrecherche (ICSD, CCDC). **Pulvermethoden**: Röntgenbeugung an Pulvern, Identifizierung von Verbindungen mit der Datenbank MATCH. **Proteinkristallographie**: Kristallzüchtung, Synchrotonstrahlung, Methoden zur Lösung des Phasenproblems, Verfeinerung von Proteinstrukturen, Beurteilung und Interpretation von Proteinstrukturen. **Topologie der Elektronendichte:** Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Elektronendichte, Topologische Analyse nach dem „Atoms in Molecules“ Konzept, Interpretation der Analyse (Bindungskritische Punkte, Laplacian der Elektronendichte etc.), Ladungsanalysen, andere Analysemethoden wie z.B die „Electron Localization Function“ (ELF), Übung der Anwendung an Beispielen mittels frei verfügbarer Programme.				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie				
8	**Prüfungsformen:** Klausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** R. Schmid, E. Hofmann, B. Mallick				
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungsmaterialen zum Selbststudium befinden sich in einem Moodle Kurs der RUB.				

Titel der Lehrveranstaltung: **Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung:** **„Proteine: Struktur und biologische Funktion“ –** **Aktuelle Methoden der Proteinbiochemie und Strukturbiologie**					
Kennung: Wahl			**Workload** 120 h (B. Sc.) 150 h (M. Sc.)	**Fachsemester** Semester 6 (B. Sc.) Semester 2 (M. Sc.)	**Dauer** 1 Semester
1	Modul: Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung: „Proteine: Struktur und biologische Funktion“ – Aktuelle Methoden der Proteinbiochemie und Strukturbiologie		**Kontaktzeit** 2 SWS	**Selbststudium** 92 h (B. Sc.) 122 h (M. Sc.)	**Kreditpunkte** 4 CP (B. Sc.) 5 CP (M. Sc.)
2	**Lehrformen:** Vorlesung				
3	**Gruppengröße:** 20 in den Fachsemestern eingeschriebene Studierende				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** **Zielsetzung:** Die Vorlesung führt vom Design der genetischen Information über die Synthese von Proteinen in Bakterien, die Aufreinigung mittels chromatographischer Techniken bis zur Charakterisierung von Proteineigenschaften und –wechselwirkungen. Hierbei werden die theoretischen Grundlagen moderner Analyseverfahren im Bereich der Strukturaufklärung und Interaktionsanalyse biologischer Makromoleküle vermittelt. **Kompetenzen:** Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die Herstellung sowie die Strukturuntersuchung und Charakterisierung von Proteinen durch biophysikalische sowie biochemische Methoden grundsätzlich zu verstehen, und diese Kenntnisse sinnvoll in strategische Konzepte der Proteinuntersuchung einzubinden.				
5	Klonierung und zellbiologische Methoden Expression in *Escherichia coli* und alternativen Systemen Faltung von Proteinen Protein-Quantifizierung und Proteinaufreinigung Protein- und Peptidtrennung Grundlagen der Proteinstrukturbestimmung I Grundlagen der Proteinstrukturbestimmung II Molekulares Modelling von Proteinstrukturen Protein-Massenspektrometrie Bioinformatische Methoden in der Proteomik Einführung in die UV/Vis-, Raman- und FTIR-Spektroskopie Kinetische Analyse mit der FTIR Zeit- und Ortsaufgelöste (Fluoreszenz)-Spektroskopie Bioinformatische Analyse ortsaufgelöster Spektraldaten				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang Biochemie, Master-Studiengang Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** B. Sc. keine, M. Sc. abgeschlossene Bachelorprüfung				
8	**Prüfungsformen:** Semesterabschlussklausur				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiche Teilnahme an der Semesterabschlussklausur. Hierzu werden für B. Sc. 10 % der zu erreichenden Klausurpunkte angerechnet, wenn der Student erfolgreich am Spezialpraktikum I (Aktuelle Methoden der Proteinbiochemie und Strukturbiologie) teilgenommen hat				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich (Sommersemester)				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** M. Eisenacher, R. Gasper, K. Gerwert, E. Hofmann, K. Marcus, A. Mosig, M. Lübben, C. Kötting, B. Sitek, R. Stoll, I. Vetter, S. Wolf				
13	**Sonstige Informationen:** Die Vorlesungsfolien werden zur Nachbereitung und für das Selbststudium im Blackboard hinterlegt.				

Titel der Lehrveranstaltung: Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung Molekulare Medizin: „ Molecular Regulation and Pharmacology of the Cardiovascular System “					
Kennung:			**Workload** 90 h	**Fachsemester** 6. Semester	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Spezialfach Schwerpunkt Molekulare Medizin		**Kontaktzeit** 2 SWS / 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** Vorlesung (Englisch)				
3	**Gruppengröße:** 20-30				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Am Ende der Vorlesungsreihe sollen die Studierenden folgendes Wissen vermittelt bekommen haben: Struktur von Organen, Zellen und Molekülen; funktionale Prinzipien; regulatorische Signalwege; Hauptprinzipien der Pharmakotherapie kardiovaskulärer Erkrankungen.				
5	**Inhalte:** Physiologie und Pathophysiologie des kardiovaskulären Systems; Herz- und glatter Muskel; Muskel-Mechanismen der Kontraktion und Kontraktionsregulation; Sympathikus und Parasympathikus; Pharmakodynamik und –kinetik; Ionenkanäle; RAA-System; NO beeinflussende Medikamente; Betablocker; ACE-Inhibitoren; Kalziumkanalblocker				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Keine				
8	**Prüfungsformen:** 30 min mündliche Prüfung				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der mündlichen Prüfung				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Prof. Dr. W. Linke, Prof. Dr. L. Pott, Prof. Dr. D. Koesling, Prof. Dr. K. Jaquet, Prof. Dr. M.-C. Kienitz, Dr. A. Unger				
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungsmaterialen zum Selbststudium befinden sich im Moodlekurs „Vorlesungen Schwerpunkt Molekulare Medizin“				

Titel der Lehrveranstaltung: Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung Molekulare Medizin: „ Molekulare Regulation des Immunsystems “					
Kennung:			**Workload** 90 h	**Fachsemester** 6. Semester	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Spezialfach Schwerpunkt Molekulare Medizin		**Kontaktzeit** 2 SWS / 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** Vorlesung				
3	**Gruppengröße:** 20-30				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Verständnis der Arbeitsweise des Immunsystems der Säugetiere. Es sollen insbesondere die Basismechanismen der Immunität verstanden werden: wie verteidigt das angeborene Immunsystem den Organismus vor Pathogenen und wie wird eine adaptive Immunantwort eingeleitet, um für dauerhaften Schutz vor den Pathogenen zu sorgen. Verständnis der molekularen Mechanismen, die diesen Prozessen zu Grunde liegen. Kompetenzen: Es soll die Fähigkeit erworben werden, die Bedeutung des Immunsystems für Gesundheit&Krankheit des Menschen zu verstehen und diese wissenschaftlich fundiert zu diskutieren.				
5	**Inhalte:** Einführung in die Funktionsweise des Immunsystems, Mechanismen der Angeborenen Immunität, Antigenpräsentation, Funktionsweise des adaptiven Immunsystems: T-Zellen, Funktionsweise des adaptiven Immunsystems: B-Zellen und Antikörper, Komplement-System, Immunpathologien: Autoimmunität, Immunologische Methoden, Infektionsimmunologie, Manipulation der Immunantwort als therapeutische Strategie, Immunpathologien: Allergie, Signaltransduktion in Immunzellen				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:**				
8	**Prüfungsformen:** 30 min mündliche Prüfung				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der mündlichen Prüfung				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Prof. Dr. A. Bufe, Prof. Dr. M. Raulf, Dr. M. Peters				
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungsmaterialen zum Selbststudium befinden sich auf der Homepage: http://www.rub.de/homeexpneu/lehre/biochemie/vorlesungen.html.de				

Titel der Lehrveranstaltung:

Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung Molekulare Medizin: „ Molekulare Onkologie "

Kennung:		**Workload** 90 h	**Fachsemester** 6. Semester	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Spezialfach Schwerpunkt Molekulare Medizin	**Kontaktzeit** 2 SWS / 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** Vorlesung			
3	**Gruppengröße:** 20-30			
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** <u>Zielsetzung:</u> Basisverständnis der molekularen Grundlagen der Krebsentstehung <u>Kompetenzen:</u>			
5	**Inhalte:** <u>Hahn:</u> • Krebs als somatische genetische Erkrankung o Onkogene & Tumorsuppressorgene o Progressionsmodelle, klonale Selektion • Das Tumor Stammzellkonzept o HNPCC o FAP • Zielgerichtete Therapien • Rezeptortyrosinkinasen in der Krebsentstehung • Signalwege in der Krebsbiologie: RAS, p53, APC/WNT, TGFbeta • Apoptose/Zellzyklus • Tumorangiogenese <u>Brüning, Johnen, Lang, Rihs ,Weber, Westphal:</u> • Prozess der Tumormetastasierung o Invasion, Extravasation & Zellmigration o Rolle der Integrine und Zelladhäsionsmoleküle • Chemische Karzinogenese und berufsbedingte Krebserkrankungen o Prinzipien toxikologischer Mechanismen erklärt am Beispiel von: polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen; aromatischen Aminen, halogenierten Kohlenwasserstoffen, Vinyl Chlorid, 2-Chloro-1,3-Butadiene, Zrichloroethene, Benzene, Asbest. Zusätzlich grundlegendes zu Fasern, Feinstaub, Synkarzinogenese, Latenzperiode und Dosis-Wirkungs-Modell in der Karzinogenese diskutiert. • Mechanismen der DNA-Reparatur o Reversion o Excision Reparatur (BER, NER) o Mismatch Reparatur o Reparatur von Einzel-und Doppelstrangbrüchen o DNA Reparaturdefekte und genetische Erkrankungen • Karzinogenese und Synkarzinogenese o Modell der Karzinogenese o Hanahan-Weinberg Modell o Cancer Stem Cells			

	○ Genomische Instabilität ○ Cancer Metabolismus und Warburg Effekt ○ Rolle der DNA Methylierung und microRNAs in der Krebsentstehung ○ Molekulare Epidemiologie ○ Interaction von Asbest und PAH als Beispiel für Synkarzinogenese • Microarrays ○ Herstellung von Microarrays ○ Labelingmethoden ○ Expressionsanalyse ○ Datenanalyse ○ microRNA Microarrays
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Biochemie
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Keine
8	**Prüfungsformen:** 30 min mündliche Prüfung
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der mündlichen Prüfung
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** S. Hahn, T. Brüning, G. Johnen, K. Lang, HP Rihs, D.G. Weber, G. Westphal
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungsmaterialen zum Selbststudium befinden sich im Moodlekurs „02 Vorlesungen Schwerpunkt Molekulare Medizin“

Titel der Lehrveranstaltung:

Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung Molekulare Medizin: „Virologie für Naturwissenschaftler“

Kennung: 209 040			**Workload** 90 h	**Fachsemester** 6. Semester	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Spezialfach Schwerpunkt Molekulare Medizin		**Kontaktzeit** 2 SWS / 30 h	**Selbststudium** 60 h	**Kreditpunkte** 5 CP
2	**Lehrformen:** Vorlesung (Englisch)				
3	**Gruppengröße:** 20 – 30				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Die Studierenden werden in relevante Themen der Virologie eingeführt. Dies beinhaltet die Vorstellung verschiedener Virusfamilien und deren Pathologien, wobei natürlich die human-pathogenen Viren im Vordergrund stehen. Kompetenzen: Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse über die Virologie und darüber, wie Viren auf molekularer und immunologischer Ebene mit ihrem Wirt oder der Umgebung interagieren.				
5	**Inhalte:** 1. Virus structure, pathogenesis, working methods, clinical diagnostics 2. Respiratory infections (Influenza, RSV, Adenovirus) 3. Herpesviruses / viral immune escape strategies 4. Viral hepatitides 5. Ecology and evolution of viruses 6. Intestinal infections (Rotavirus, Adenovirus, Calicivirus, Norwalk) 7. Viral diseases of children 8. Viral oncogenesis 9. Viral zoonoses / Hämorrhagic viruses 10. HIV part 1 11. HIV part 2 12. Prions and security of blood products				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Keine				
8	**Prüfungsformen:** 45 min schriftlichePrüfung				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Teilnahme + Bestehen der schriftlichen Prüfung				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Prof. Dr. M. Tenbusch, Dr. A. Stang, Dr. R. Kohlmann, Dr. B. Grewe, Dr. G. Nabi, Dr. V. Temchura				
13	**Sonstige Informationen:** Vorbereitungsmaterialen zum Selbststudium befinden sich auf der Homepage: http://www.rub.de/virologie/Naturwissenschaftler.html				

Aufbaumodul	**2. Semesterdrittel**	**WS 2015/2016**
Vorlesungsnummern:	190 090 (Vorlesung), 190 091 (Blockpraktikum), 190 092 (Seminar)	
Titel:	**Angewandte Photobiotechnologie – Nutzung von photosynthetischen Mikroorganismen zur Herstellung von Biofuels**	
Veranstaltungstyp:	Vorlesung, praktisches Arbeiten im Labor, Seminar	
Modul wird angeboten für:	B.Sc.: ja* M.Sc.: ja*	B.A.: nein M.Ed.: nein
M.Sc.: Schwerpunkt	Molekulare Botanik und Mikrobiologie, Strukturbiologie, Biochemie, Biotechnologie (grün und weiß)	
M.Sc.: Fachprüfungen Weitere Zuordnungen auf Anfrage	FP I oder III: Biochemie, Mikrobiologie	
	FP II: Biotechnologie, Molekulare Genetik, Strukturbiologie	
M.Ed.: Prüfungsbereich	–	
SWS: 13 CP: 10	Workload: 300 Stunden	Angebot im: WS
Kontaktzeit: 160 h Selbststudium: 140 h	Dauer: 4 Wochen + Vor- und Nachbereitung	
Lehrbereich:	LS: Biochemie der Pflanzen, AG Photobiotechnologie	
Name der/des Dozent/innen:	Rögner, Happe, Nowaczyk, Winkler, Hemschemeier	
Teilnehmerzahl:	12	
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodulprüfungen der Bachelorstudiengänge Biologie der RUB (B.Sc.) oder Bachelor-Abschluss	
Termin der Vorbesprechung (Ort, Tag, Zeit):	Mo, 12.10.2015, 12.15 Uhr, ND 3/150	
Beginn und Ende:	23.11. – 18.12. 2015 Vorlesung: Mo – Fr 8.45 – 9.30 Uhr, ND 3/150 Seminar: n.V. ND 3/150 Nachbesprechung: Fr, 12.12.2014, 11-13 Uhr, ND 2/99 Mündliches Kolloquium: n.V.	
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	Die CP werden vergeben, wenn korrekte Protokolle eingereicht, ein Seminarvortrag (15 Minuten) erfolgreich gehalten und das Abschlusskolloquium (30 min) mit mind. 51% der max. erreichbaren Punkte bewertet wurde.	

Lernziele und zugeordnete Prüfungsformen:

Nach Ende des Moduls werden die Studierenden über vertiefte Kenntnisse in grüner und weißer Biotechnologie mit Schwerpunkt Mikroalgenforschung, Photosynthese, Proteinbiochemie und -analytik, Transformation sowie synthetischer Biologie verfügen (Abschlusskolloquium). Gleichzeitig lernen die Teilnehmer/innen die Darstellung komplexer Techniken und Ergebnisse sowie deren kritische Diskussion in schriftlicher (Protokoll) und mündlicher Form (Vortrag).

Inhalt:

a) Affinitätsreinigung, *in vitro* Rekonstitution und Aktivitätsmessungen photosynthetischer Redoxenzyme
b) Proteinanalytik und Struktur-Funktionsbeziehungen von Hydrogenasen
c) Chlorophyllfluoreszenz als Sonde zur Charakterisierung des photosynthetischen Elektronentransports
d) Biophotovoltaik: Stromproduktion mit isolierten Photosystemen
e) Lichtabhängige Wasserstoffproduktion von Mikroalgen

Diese Themen werden in der Begleitvorlesung sowie in den Seminarvorträgen vertieft und erweitert.

Literatur:

- Zeitschrift: Trends in Biotechnology/Trends in Plant Science
- Posten, C. & Walter, C.: Microalgal Biotechnology: Potential and Production (2012) de Gruyter
- Lottspeich, F. & Engels, J.H. : Bioanalytik (3. Auflage 2012) Springer Spektrum

Anmerkungen:

*Es handelt sich um ein neu konzipiertes anspruchsvolles Modul, das insbesondere den angewandten Aspekt der Biotechnologie verstärken soll und sich ausdrücklich an fortgeschrittene Studenten richtet. Das Konzept des Moduls sieht eine intensive Interaktion von Studenten und Betreuern vor. Die Platzvergabe erfolgt anhand von Auswahlgesprächen. Ständige Anwesenheit ist erforderlich.

Titel der Lehrveranstaltung: **Spezialvorlesung Biochemie**				
Kennung: Pflicht		**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 6	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Spezialvorlesung aus dem Themenbereich des Schwerpunktes Biochemie des Nervensystems: „Ionenkanäle in Biomembranen“	**Kontaktzeit** 2 SWS / 28 h	**Selbststudium** 92 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a)Vorlesung			
3	**Gruppengröße:** ca. 5 – 15 Studierende			
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Das Modul soll ein Basisverständnis der molekularen Grundlagen der Informationsübertragung und Steuerung schneller Reaktionen in Biosystemen vermitteln. Absolventen sollen über Grundkenntnisse der Struktur, Funktion und Regulation der wichtigsten Membranproteine verfügen, die elektrische Signale in Rezeptor-, Nerven- und Muskelzellen generieren sowie synaptische Verbindungen steuern. Darüber hinaus sollen die Studierenden einen Überblick über Membrantransporter und Mechanismen der Elektrolytregulation erhalten, die die Basis für die Funktion der Ionenkanäle bilden, sowie ein grundlegendes Verständnis der Organisation des zentralen und peripheren Nervensystems erwerben. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende elektrobiochemische Mechanismen zu verstehen, unbeantwortete Fragen zu formulieren und Lösungswege zu erarbeiten.			
5	**Inhalte:** 1. Die Rolle der Bioelektrizität in lebenden Systemen 2. Proteine, die für den Aufbau des Ruhemembranpotenzials eine essenzielle Rolle spielen: a) Struktur und Funktion unterschiedlicher Isoformen der Na^+/K^+-ATPasen b) Struktur, Untereinheitenkomposition und Selektivitätsfilter des KCSA-K^+-Kanals 3. Reichweite lokaler Änderungen des Transmembranpotenzials, Längs- und Zeitkonstanten, 4. Intra- und extrazelluläre Analysemethoden von Aktionspotenzialen, Analyse von Ionenströmen über Membranen mit Hilfe von Voltage-Clamp Techniken 5. Proteinstruktur potenzialaktivierter Na^+-Kanäle, Analyse der Strom-Spannungskennlinie und Inaktivierung von Na^+ Strömen mit Hilfe von Patch-Clamp Techniken 6. Struktur von verzögert gleichrichtenden K^+- Kanälen, Struktur und Position des Spannungssensors, Strom-Spannungskennlinie des verzögert gleichrichtenden K^+-Kanals, Rekonstruktion des Aktionspotentials aus den Ionenströmen unter Verwendung des Hodgkin-Huxley-Modells 7. Zelltypspezifische Aktionspotenzialkinetiken als Folge der Expression unterschiedlicher K^+-Kanaluntereinheiten, Ionenkanalblocker 8. Struktur, Funktion, Aktivierungs- und Inaktivierungskinetiken potenzialaktivierter Ca^{2+}-Kanäle, 9. Connexine, Pannexine, Innexine, gleichrichtende und doppelt-gleichrichtende elektrische Synapsen, Mechanismen der Vesikelfusion an chemischen Synapsen 10. Struktur, Untereinheitenkomposition, Ionenleitfähigkeit und Strom-Spannungskennlinien ionotroper Rezeptoren für Acetylcholin, Glutamat und Glycin 11. G-Protein gekoppelte Rezeptoren für Acetylcholin, Glutamat und Adrenalin und deren Wirkung im sympathischen Nervensystem 12. Struktur von Mechanorezeptoren und Übertragung mechanischer und akustischer Signale in das zentrale Nervensystem 13. Struktur von Photorezeptoren und Übertragung visueller Informationen in das zentrale Nervensystem 14. Regulation der extrazellulären Elektrolytkonzentrationen, Aquaporine			
6	**Studiengänge:** Bachelor- und Master Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie und Biochemie			
8	**Prüfungsformen:** Klausur			
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestehen der Klausur			
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:**			

	Nach CP gewichtet
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** I. Dietzel-Meyer
13	**Sonstige Informationen:**

Titel der Lehrveranstaltung: Structure, Function, and Physiology of Nicotinic Acetylcholine Receptors					
Kennung: Wahlpflicht		184633	**Workload** 120 h (BSc) 150 h (MSc)	**Fachsemester** Semester 6 (BSc) Semester 2 (MSc)	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Structure, function, and physiology of nicotinic acetylcholine receptors		**Kontaktzeit** 2 x 12 h (BSc) 3 x 12 h (MSc)	**Selbststudium** 96 h (BSc) 114 h (MSc)	**Kreditpunkte** 4 CP (BSc) 5 CP (MSc)
2	**Lehrformen:** Lecture, in English (BSc); lecture plus oral presentation of a select topic, in English (MSc)				
3	**Gruppengröße:** Unlimited				
4	**Lernergebnisse/Kompetenzen:** Course objectives: Students will get acquainted with the biochemistry, biophysics, physiology, and pharmacology of nicotinic acetylcholine receptors (nAChRs), and get insight into the practical importance of these receptors for medicine and commercial plant growth. They will also learn to appreciate the historic role these receptors played as examples for signal-tranducing proteins in neurobiology. Competence: A firm grasp of the principles and mechanisms of signal transduction via ligand-gated ion channels				
5	**Inhalte:** History of the receptor concept in neurochemistry, exemplified by the nAChR. Isolation and biochemical characterization of nACh receptors from the electrical organ of the fish *Torpedo* via alpha snake toxins. Short introduction into electrophysiological methods. Biophysical properties of the nAChR in the neuromuscular endplate. Molecular biology of nAChRs, cloning, expression and subunit diversity. Electrophysiological whole-cell and single channel measurements in heterologous expression systems, specifically *Xenopus* oocytes, with technical tips regarding useful and appropriate methods. The use of genetic engineering methods such as point mutagenesis and chimera construction to characterize structure-function relationships at the molecular level. Occurrence, properties, and functions of nAChRs in the nervous system. Pharmacology of agonists, antagonists, channel blockers, and modulators of nAChRs and their differential action on different nAChR subtypes. Recent insight into the ligand binding site of AChRs, derived from the crystal structure of the *Lymnaea* acetylcholin binding protein. Importance of the nAChR for nervous system diseases and the search for effective and selective drugs. Insight into modern industrial drug research. The special properties of the alpha-7 subtype of nAChRs and its possible impact for Alzheimer and schizophrenia treatment. Application of nicotinic drugs in commercial plant growth. Knockouts and mutations of the nAChR, including some speculations about the role of the cholinergic system in cognition, behavior, and the formation of personality.				

Titel der Lehrveranstaltung: Spezialpraktikum 1 "Proteine: Struktur und biologische Funktion"					
Kennung: Wahl			**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 6	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Proteine: Struktur und biologische Funktion		**Kontaktzeit** 4 SWS / 60 h	**Selbststudium** 60 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** experimentelle Übungen				
3	**Gruppengröße:** 2-4 Personen je Gruppe				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Im Rahmen des Spezialisierungspraktikums 1 sollen die unter Anleitung in den beteiligten Arbeitskreisen experimentelle Versuche zu verschiedenen molekularbiologischen, biochemischen und biophysikalischen Techniken durchführen. Hierbei soll ein Einstieg in modernen Methoden der biochemischen Interaktionsanalyse und Strukturbiologie vermittelt werden. Innerhalb des Spezialisierungspraktikum 1 wird in allen am Schwerpunkt beteiligten Lehrbereichen gearbeitet. Durch dieses Kennenlernen wird die Wahl für Abschlussarbeiten erleichtert. Kompetenzen: Die in der Spezialvorlesung „Aktuelle Methoden der Proteinbiochemie und Strukturbiologie“ behandelten Inhalte werden experimentell selbst angewendet, so dass ein tieferes Verständnis erreicht wird.				
5	**Inhalte:** Es werden i.d.R. eintägige Versuche zu den aufgeführten Einzelthemen durchgeführt. Diese finden jeweils in den beteiligten Arbeitskreisen am Lehrstuhl für Biophysik, Fakultät Biologie, der Arbeitsgruppe Biospektroskopie der Fakultät Chemie sowie am Medizinischen Proteom-Center, Fakultät für Medizin, statt. Im Mittelpunkt steht die lichtgetriebene Protonenpumpe Bakteriorhodopsin (bR): 1. Molekülgraphik und *Modelling* von bR mit PyMol 2. Isolation, Charakterisierung und funktionelle Rekonstitution von bR 3. Untersuchung von bR-Mutanten mit Röntgenstrukturanalyse 4. UV/Vis spektroskopische Messungen des bR-Photozyklus 5. FTIR-spektroskopische Untersuchung von bR und kinetische Analyse 6. NMR-spektroskopische Untersuchungen am Retinal 7. Massenspektrometrische Analyse von bR 8. Identifizierung von Proteinen mittels Proteindatenbanksuche				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Vorrangig für Teilnehmer am Schwerpunkt, weitere Teilnehmer bei freien Plätzen möglich				
8	**Prüfungsformen:** Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Besprechung der Versuchsprotokolle				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiche Anfertigung schriftlicher Versuchsprotokolle				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** S. Wolf, M. Lübben, E. Hofmann, C. Kötting, R. Stoll, B. Sitek, S. Helling				
13	**Sonstige Informationen:** Die Gruppeneinteilung findet im Anschluss an die erste Vorlesung der Spezialvorlesung statt.				

Titel der Lehrveranstaltung: Spezialpraktikum II "Proteine: Struktur und biologische Funktion"					
Kennung: Pflicht			**Workload** 90 h	**Fachsemester** Semester 6	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Proteine: Struktur und biologische Funktion		**Kontaktzeit** 5 SWS / 75 h	**Selbststudium** 15 h	**Kreditpunkte** 3 CP
2	**Lehrformen:** experimentelle Übungen				
3	**Gruppengröße:** 2-4 Personen je Gruppe				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Zielsetzung: Im Rahmen des Spezialisierungspraktikums sollen die Studierenden unter Anleitung eine experimentelle Arbeit zu einem aktuellen Thema durchführen und auswerten. Die Studierenden erhalten dabei eine Einweisung in ausgewählte moderne Methoden des Schwerpunktes. Kompetenzen: Das Spezialisierungspraktikum vermittelt damit die experimentellen Grundlagen für die Durchführung der Bachelorarbeit.				
5	**Inhalte:** Das Praktikum wird von einem Dozenten des Schwerpunkts betreut. Die Inhalte richten sich nach dessen Forschungsschwerpunkten				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Teilnehmer Schwerpunkt Proteine: Struktur und biologische Funktion				
8	**Prüfungsformen:** Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Besprechung des Versuchsprotokolls				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Die Dozenten des Schwerpunkts				
13	**Sonstige Informationen:** Bei Teilnahme am Spezialpraktikum I "Proteine: Struktur und biologische Funktion" kann auf Wunsch auf das Spezialpraktikum II "Proteine: Struktur und biologische Funktion" verzichtet werden.				

Titel der Lehrveranstaltung: Praktikum zu den Spezialvorlesungen aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung Molekulare Medizin					
Kennung:			**Workload** 170 h	**Fachsemester** 6. Semester	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Spezialfach Schwerpunkt Molekulare Medizin		**Kontaktzeit** 9 SWS / 135 h	**Selbststudium** 35 h	**Kreditpunkte** 3 CP
2	**Lehrformen:** 1.Praktikum (3 Wochen, ganztägig) 2.Seminar (semesterbegleitend oder als Block in 3 Tagen)				
3	**Gruppengröße:**				
4	***Lernergebnisse/Kompetenzen:*** Verständnis für aktuelle Fragestellungen im Bereich der Molekularen Medizin. Einführung in die breite Methodik der Molekularen Medizin.				
5	**Inhalte:** Das Spezialpraktikum findet in der Regel im Zusammenhang mit einer nachfolgenden Bachelorarbeit statt, ist daher themenoffen und richtet sich eher nach dem Thema der BA-Arbeit im Bereich der Molekularen Medizin.				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengänge der Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:**				
8	**Prüfungsformen:** Anfertigung eines schriftlichen Berichtes, Darstellung eines Themas in einem Seminarbeitrag				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreicher Bericht und Vortrag				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Prof. Dr. W. Linke, Prof. Dr. A. Bufe, Prof. Dr. S. Hahn, Prof. Dr. M. Tenbusch u.a.				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung:
Schwerpunktpraktikum Biomolekulare Chemie

Kennung:		**Workload**	**Fachsemester**	**Dauer**
Wahl-Pflicht für B.Sc. in Biochemie		120 h	Semester 6	1 Semester

	Modul:	**Kontaktzeit**	**Selbststudium**	**Kreditpunkte**
1	Schwerpunktpraktikum Biomolekulare Chemie	2 Wochen ganztägig als Block	40 h	4 CP

2 Lehrformen:
Labor-Praktikum

3 Gruppengröße:
Einzeln

4 ***Lernergebnisse/Kompetenzen:***
Zielsetzung: Im Rahmen des Schwerpunktpraktikums sollen die Studierenden unter Anleitung eine experimentelle oder theoretische Arbeit zu einem aktuellen Praktikumsthema durchführen und auswerten. Sie sollen dabei unter enger Betreuung in ausgewählte moderne Methoden der biomolekularen Chemie eingewiesen werden.
Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, moderne experimentelle und/oder Computersimulations-Methoden der biomolekularen Chemie selbständig zu nutzen und auf eine konkrete Fragestellung anzuwenden, die Ergebnisse darzustellen und kritisch zu beurteilen, sowie die Limitierungen der jeweiligen Methoden einzuschätzen.

5 Inhalte:

Synthese

Metzler-Nolte: Synthese ausgewählter Peptide und Metall-Peptid-Konjugate. Charakterisierung mittels HPLC, Massenspektrometrie und NMR-Spektroskopie. Zellbiologische Untersuchung, z.B. in Zytotoxizitäts-Assays und Zellzyklus-Analyse mittels Duchfluß-Zytometrie, Aufnahme und Lokalisierung mittels Fluoreszenz-Mikroskopie. Testung der antibiotischen Wirkung gegen Gram-positive und Gram-negative Bakterien.

von Kiedrowski: Aufreinigung und MALDI und ESI-MS-basierte Charakterisierung von fluoreszenzmarkierten Oligonucleotiden und Peptiden. Biochemische Kinetiken auf Mikrotiterplatten – Benutzung einer Varian Eclipse. FRET-basierte Experimente zur Selbstreplikation von Oligonucleotiden und Peptiden. Auswertung biochemischer Kinetiken mit unserem SimFit-Programm. FRET-basierte Experimente zur nichtkovalenten Synthese einer tetraedrischen DNA-Nanostruktur.

Schulz: Synthesechemische und enzymkatalysierte Techniken werden zur Erzeugung von Naturstoffderivaten und Feinchemikalien eingesetzt. Dabei werden verschiedene Techniken anhand ausgewählter Beispiele der aktuellen Forschung erlernt und zur Anwendung gebracht. Dazu gehören Proteinexpression, Fermentation, Naturstoffpartialsynthese, Fütterungsexperimente, Naturstoffisolation und Enzymaktivitätstests.

Messung

Herrmann: Es werden rekombinante Proteine und bestimmte Fragmente davon durch bakterielle Synthese gewonnen und mit chromatographischen Methoden aufgereinigt. Zur Charakterisierung der Stabilität und Struktur sowie zur Bestimmung ihrer Selbstassoziation werden Experimente mit der Differential Scanning Calorimetry durchgeführt und ausgewertet.

Schuhmann: Es soll eine experimentelle Einführung in die voltammetrische und mikroelektrochemische Techniken gegeben werden. Anhand ausgewählter Beispiele mit biochemischer Relevanz (z.B. Biosensoren, Biobrennstoffzellen, Photobioelektrochemie, Detektion der Ausschüttung von Botenstoffen aus einzelnen Zellen) sollen praktische Erfahrungen mit diesen Methoden gemacht werden.

Theorie und Simulation

Marx/Hättig/Schäfer: Einsatz moderner Rechenverfahren der Theoretischen Chemie, insbesondere ab initio Molekulardynamik (Marx) und sowie Kraftfeld-MD (Schäfer), hybride QM/MM Dynamik (Marx & Schäfer), quantenchemische Berechnungen (Hättig) zur Behandlung komplexer biomolekularer Fragestellungen anhand ausgewählter Projektbeispiele.

6 Studiengänge:
Bachelor-Studiengang Biochemie

7 Teilnahmevoraussetzungen:

8 Prüfungsformen:
Seminarvortrag und schriftlicher Bericht

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:
Erfolgreiche Darstellung der Arbeit in einem Seminarvortrag und erfolgreiches Anfertigen eines Berichtes

10 Stellenwert der Note in der Endnote:
Nach CP gewichtet

11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Dozenten des Schwerpunktes Biomolekulare Chemie (Sprecher: Lars Schäfer)
13	**Sonstige Informationen:**

Titel der Lehrveranstaltung: Spezialpraktikum					
Kennung: Pflichtveranstaltung		184501	**Workload** 120 h	**Fachsemester** Semester 6	**Dauer** 1 Semester
1	**Modul:** Spezialpraktikum		**Kontaktzeit** a) 4 x 12 h b) 1 x 12 h	**Selbststudium** 60 h	**Kreditpunkte** 4 CP
2	**Lehrformen:** a) Praktikum b) Seminar				
3	**Gruppengröße:** Einzelbetreuung				
4	**Lernergebnisse/Kompetenzen:** Lernziele: Erlernen von spezifischen Arbeitstechniken, die in der sich an das Praktikum anschließenden Bachelorarbeit relevant sein werden. Einüben von Literaturrecherche, Versuchsplanung, Durchführung und Protokollierung eines Versuchs sowie Projektvorstellung vor Publikum mittels einer Präsentation. Kompetenzen: Eigenständige Versuchsplanung, Durchführung und Protokollierung eines Forschungsprojekts mit vorgegebener Thematik.				
5	**Inhalte:** Dies ist das erste reine Forschungspraktikum im Studiengang und wird in Einzelbetreuung durchgeführt. Es bereitet arbeitstechnisch und methodisch auf die Bachelorarbeit vor. Die spezifischen Inhalte hängen von der Arbeitsgruppe ab, die der Studierende gewählt hat. Projekte können dem breiten thematischen Bereich jedes der 6 möglichen Schwerpunkte entstammen: Biochemie des Nervensystems, Biomolekulare Chemie, Molekulare Biochemie der Stammzellen, Molekulare Biologie der Pflanzen und Mikroorganismen, Molekulare Medizin, und Proteine - Struktur und biologische Funktion.				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Keine				
8	**Prüfungsformen:** Protokoll und Projektvortrag				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiche Teilnahme an Praktikum sowie ein Projektvortrag				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Keine Vergabe von Noten				
11	**Häufigkeit des Angebots:** 1 x jährlich im Sommersemester				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Alle Arbeitsgruppenleiter/innen der Lehreinheit Biochemie (I. Dietzel-Meyer, T. Günther-Pomorski, C. Herrmann, , M. Hollmann, , R. Stoll, D. Tapken, D. Wolters) sowie alle am Schwerpunktsystem des Studiengangs Biochemie beteiligte Hochschullehrer/innen der Fakultät für Biologie und Biotechnologie, der Fakultät für Psychologie sowie der Medizinischen Fakultät				
13	**Sonstige Informationen:**				

Titel der Lehrveranstaltung: Bachelor-Arbeit in Biochemie					
Kennung: Pflichtmodul			**Workload** 360 h	**Fachsemester** Semester 6	**Dauer** 3 Monate
1	**Modul:** Bachelor-Arbeit in Biochemie		**Kontaktzeit**	**Selbststudium**	**Kreditpunkte** 12 CP
2	**Lehrformen:** a) Praktische Labortätigkeit b) Schriftliche Hausarbeit				
3	**Gruppengröße:** 1				
4	**Lernergebnisse/Kompetenzen:** **Zielsetzung:** Die Bachelor-Arbeit ist eine schriftliche Hausarbeit basierend auf praktischer experimenteller Tätigkeit, die zeigen soll, dass die Kandidatin oder der Kandidat in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist einen wissenschaftlichen Befund zu erheben, darzustellen und auszuwerten und ist weiterführend angelehnt an eines der F-Praktika.				
5	**Inhalte:** Die Bachelor-Arbeit muss zu einer Veranstaltung des Teils II des B. Sc.-Studiums (5./6. Semester) angefertigt werden. Bachelor-Arbeiten müssen zu einem Themenbereich aus einem der folgenden Praktika angefertigt werden: Synthese-Praktikum, Teil Life Science Physikalisch-chemisches F-Praktikum, Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene Molekularbiologisches Praktikum Praktikum zur Spezialvorlesung				
6	**Studiengänge:** Bachelor-Studiengang Biochemie				
7	**Teilnahmevoraussetzungen:** Voraussetzung für die Ausgabe des Themas der Bachelor-Arbeit ist der Nachweis von 120 Kreditpunkten (120 CP) für Prüfungs- und Studienleistungen im Teil I des Bachelor-Studiums.				
8	**Prüfungsformen:** Bewertung der Bachelorarbeit durch zwei Gutachter				
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bewertung durch die zwei Prüfer/innen mit „ausreichend“ oder besser				
10	**Stellenwert der Note in der Endnote:** Nach CP gewichtet				
11	**Häufigkeit des Angebots:** Jederzeit				
12	**Dozenten (und Modulbeauftragte):** Jede/r hauptamtlich im Bachelor-Studiengang Biochemie in Forschung und Lehre tätige Professorin oder Professor, Juniorprofessorin oder Juniorprofessor oder habilitierte Lehrende der Ruhr-Universität				
13	**Sonstige Informationen:**				

Modulhandbuch Studiengang Master Biochemie

Der folgende **Studienplan** (2012) gilt in Verbindung mit der Prüfungsordnung des Master-Studiengangs Biochemie der Fakultät für Chemie und Biochemie.

1. Die Gliederung des Studienplans beruht auf dem Studienjahr mit Studienbeginn im Wintersemester.

2. Es wird empfohlen, die Lehrveranstaltungen in der angegebenen Reihenfolge zu besuchen. Für einzelne Praktika ist die erfolgreiche Teilnahme an vorhergehenden Lehrveranstaltungen entsprechend Abs. 3 erforderlich.

3. Die Zulassung zu den nachstehend genannten Praktika ist abhängig vom Vorliegen eines Leistungsnachweises für im Ausbildungsgang vorhergehende Lehrveranstaltungen (Vorleistungen) gemäß folgender Zusammenstellung:

Lehrveranstaltung	Vorleistung
Strahlenschutz im Radionuklid-Labor	Praktische Erfahrungen im Umgang mit Radioisotopen in einem vorangegangenen Praktikum
Spezialisierung	Modulpraktika Biochemie und Schwerpunktpraktikum
Master-Arbeit	Spezialisierung

4. Kennzeichnung der Lehrveranstaltungen

Pf = Pflichtveranstaltung
W = Wahlpflichtveranstaltung
CP = Kreditpunkte für den jeweiligen Leistungsnachweis

5. Schwerpunktprogramme
- Biochemie des Nervensystems,
- Biomolekulare Chemie,
- Proteine: Struktur und biologische Funktion,
- Molekulare Biologie und Biotechnologie der Pflanzen und Mikroorganismen,
- Molekulare Medizin
- Biochemie der Stammzellen

6. Die Spezialvorlesungen aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung müssen sich von denen aus dem Bachelor-Studiengang unterscheiden.

7. Wahlfreiheit
Wahlpflichtveranstaltungen können frei aus dem gesamten Lehrangebot bzw. den Schwerpunktprogrammen für den Master-Studiengang der beteiligten Fakultäten gewählt werden.

Sem.	Modul	V	Ü/S	Pr	Typ	CP
1. (WS)	Biochemisches Seminar	-	2	-	Pf	3
	Bioinformatik	2	1	-	Pf	5
	Strahlenschutz im Radionuklid-Labor	2	1	-	W	5
	Modulpraktika Biochemie der Schwerpunkte	-	3	18	W	4 x 4
29 SWS	Summe: 1. Semester	4	7	18		29
2. (SS)	Biochemie IV	2	-	-	Pf	7
	Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung	2	1	-	W	5
	Ringvorlesung zum Schwerpunktprogramm	2	-	-	W	5
	Schwerpunktpraktikum (9 Wochen)	-	1	17	W	15
27 SWS	Summe: 2. Semester	6	2	17		32
3. (WS)	Master-Wahlvorlesung Chemie	2	1	-	W	5
	Ausbildung in Versuchstierkunde (20 h V + 20 h Pr)	2	-	1,5	W	5
	Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung	2	1	-	W	5
	Spezialisierung (1 Semester)	-	1	13	W	14
22,5 SWS	Summe: 3. Semester	6	3	14,5		29
4.(SS)	Masterarbeit (6 Monate)					30
77,5 SWS	Summe:	16	12	49,5		120

Modulliste Masterstudiengang Biochemie

Lfd. Nr.	Module Masterstudiengang Biochemie (Fortsetzung)	Seite

6	**oder Schwerpunkt "Biochemie der Membranen und des Nervensystems"**	
6.1	Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung	
6.2	Ringvorlesung zum Schwerpunkt	
6.3	Advanced Practical in the Focal Point Programme: " Membrane and Nervous System Biochemistry "	225
6.4	Research Practical in the Focal Point Programme " Membrane and Nervous System Biochemistry "	228
7	**oder Schwerpunkt "Proteine in der Biomedizin"**	
7.1	Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung	
7.2	Ringvorlesung zum Schwerpunkt: Lab Days	231
7.3	Advanced Practical in the Focal Point Programme: "Biomolecular NMR Spectroscopy"	232
7.4	Advanced Practical in the Focal Point Programme: " Biophysics 3-Time-resolved FTIR spectroscopy of GTPases "	233
7.5	Advanced Practical in the Focal Point Programme: “Biophysics 4-Vibrational Spectroscopy for biomedical applications”	234
7.6	Advanced Practical in the Focal Point Programme: “Biophysics 5-Simulations on ligand binding and diffusion pathways in selected drug targets”	235
7.7	Advanced Practical in the Focal Point Programme: “Protein crystallography”	236
7.8	Advanced Practical in the Focal Point Programme: "Proteomics methods in the clinical research”	237
7.9	Advanced Practical in the Focal Point Programme: “Biophysics 1-Spectroscopic study of the molecular mechanism of Cu-ATPases”	238
7.10	Advanced Practical in the Focal Point Programme: “Biophysics 2-Expression and biophysical characterization of microbial retinal proteins”	239
7.11	Research Practical in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function"	240
8	**oder SP "Molekulare Biologie und Biotechnol. der Pflanzen und Mikroorganismen"**	
8.1	Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung	
8.2	Advanced practical in the focal point programme: "Cyanobacterial membrane protein complexes"	243
8.3	Advanced practical in the focal point programme: "Photoautotrophic microorganisms"	244
8.4	Advanced practical in the focal point programme: " Antibiotic research"	245
9	**oder Schwerpunkt "Molekulare Medizin"**	
9.1	Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung	
9.2	Ringvorlesung zum Schwerpunkt	246
9.3	Advance Practical (Schwerpunktpraktikum)	247
9.4	Research Practical (Spezialisierungspraktikum)	248
10	**oder Schwerpunkt "Biochemistry of Stem Cells"**	
10.1	Spezialvorlesung aus dem Themenbereich der Schwerpunktausbildung	
10.2	Ringvorlesung zum Schwerpunkt	
10.3	Advance Practical (Schwerpunktpraktikum)	249
10.4	Research Practical (Spezialisierungspraktikum)	252
11	**Masterarbeit**	255

Title of Course: **Biochemical Seminar**					
Type: Elective Course			**Workload** 90 h	**Intended for Semester** 1	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Biochemical Seminar		**Hours per Week** 2 x 16 h	**Self-study** 58 h	**Credit Points** 3 CP
2	**Teaching Methods:** Seminar				
3	**Group Size:** 45				
4	**Learning/Course Objectives:** The students practice preparing and delivering a 20-Minute oral presentation based on a scientific paper provided by the seminar supervisor. The presentation typically is set up as a PowerPoint presentation, but in principle open for every presentation technique. Following the presentation the students practice defending their presentation in a 10-minute discussion period with the two supervisors and their fellow students of the audience. All students present in the audience at the seminar are called upon to critically evaluate the performance of the presenters.				
5	**Contents:** The seminar offers a variety of general themes around which the topics of the individual presentations are grouped. In general the topics are related to the research interests of the supervisors that share the teaching load of this seminar. Current general themes are: Theme 1: Stem cells and intracellular signal transduction (Heumann/Neumann) Theme 2: Apoptosis (Stoll) Theme 3: Intracellular transport of membrane receptors (Hollmann/Tapken) Theme 4: Molecular mechanisms of exocytosis (Dietzel-Meyer/Hovemann) Theme 5: Proteome (Wolters) Theme 6: Modulation of ion channels (Dietzel-Meyer/Heumann)				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** None				
8	**Method(s) of Examination:** Written exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** A 20-minute seminar presentation with a 10-minute discussion in front of two supervisors and the student's peers				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to the 3 CPs this seminar provides 2.5% of the overall grade				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Supervisor(s):** Dietzel-Meyer, Heumann, Hollmann, Hovemann, Neumann, Stoll, Tapken, Wolters				
13	**Additional Information:** ---				

Title of Course: **Radiation Safety in the Radionuclide Laboratory**					
Type: Compulsory Course			**Workload** 50 h	**Intended for Semester** 1,2	**Duration** 1 week as compact course
1	**Module:** Compulsory Lecture I.3		**Hours per Week** a) 32 h b) 10 h	**Self-study** 8 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a) Lecture; b) Practical courses and Exercises				
3	**Group Size:** Up to 24 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire the theoretical background necessary to meet the German legal requirements for obtaining the state certificate "Fachkunde im Strahlenschutz", which is necessary for a promotion to the position of a radiation safety officer under German law ("Strahlenschutzbeauftragte/r").				
5	**Contents:** **Physics of radiation** (types, origin and generation of radiation; radioactive decay, interaction of radiation with matter)**, basics of radiochemistry, radiation dose** (legal dosage limits, exposure of humans to radiation, radiation exposure at the workplace, biological effects, risks)**, measurement of radiation, radiation protection and safety, legal basics and requirements** (radiation safety code, permits, guidelines, norms), **tasks and duties of a radiation safety officer**				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** none				
8	**Method(s) of Examination:** Written exam (135 min) on the last day of the course				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every semester as a compact course				
12	**Lecturer(s):** B. Schalwat, M. Kieschnick, D. Meyer, M. Lübben, G. Kuhl				
13	**Additional Information:** The state certificate necessary for obtaining the "Fachkunde im Strahlenschutz" is intended to be obtained in the course, therefore the lectures are legally required to be given in German. Course dates and further information are announced on www.rubion.rub.de				

Title of Course: **Introduction to Bioinformatics**					
Type: Compulsory Course			**Workload** 45 h	**Intended for Semester** 1	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Compulsory Lecture		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 105 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a) Lecture; b) Computer practical				
3	**Group Size:** a)~ 40 Students b)~ 20 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** The students should become acquainted with the potential of bioinformatics for molecular and systemic life sciences. Not only basic theoretical concepts will be covered, a major focus is also on the direct application of knowledge. Concrete problems are discussed and their practical solution is practiced in computer assignments. The goal of this course is to enable students to address standard tasks in molecular and structural biology by means of computer methods.				
5	**Contents**: Introduction to bioinformatics: role of computer and internet for biology and medicine as scientifica gateway to obtain biological information. Structure of biological information: Genes, genomes, proteins, proteomes. Analysis of their composition by use of open source and proprietary software. DNA sequencing, next-generation sequencing techniques for the analysis of large genomes and transcriptomes. Structure and use of DNA- und protein-related data banks. Binary sequence comparison, dot plots, local and global sequence comparison. Homology search. Motif and profile analysis. Distance matrix and parsimony analysis, construction of phylogenetic trees. Structure determination methods, structure data bases, data file formats, use of graphical molecular viewers. Validation of molecular structures. Introduction to structure prediction of proteins and ribonucleic acids. Potentials and force fields of proteins. Application of Newtons equations to describe molecular dynamics; restrainsts, constraints. Quantum mechanics and classical approximation. Annealing protocols				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of molecular biology				
8	**Method(s) of Examination:** Written exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam				

10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs
11	**Frequency:** Every winter semester
12	**Lecturer(s):** M. Lübben, A. Mosig, R. Stoll, S. Wolf
13	**Additional Information:**

Title of Course:

Biochemistry IV - Biochemistry of Membrane Receptors

Type: Compulsory lecture		185820	**Workload** 210 h	**Intended for Semester** 2	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Biochemistry IV - Biochemistry of Membrane Receptors		**Hours per Week** 2 x 14 h	**Self-study** 182 h	**Credit Points** 7 CP
2	**Teaching Methods:** Lecture				
3	**Group Size:** ~45 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students will gain an overview of the various membrane receptors and ion channels, their structure-function relationships, and the intracellular signal transduction pathways these receptors are connected to. A further focus will be on understanding the interplay between different signal transduction pathways as well as the regulatory principles governing them. Students are supposed to grasp the wide-ranging implications that signal transduction pathways have for cell physiology and the organism as a whole. Furthermore, students are expected to learn and understand basic concepts in biochemistry. In the context of the specific topics listed below, reference will be made to those basic concepts of previous lectures (Biochemistry I-III) that are considered crucial for an in-depth understanding of the principles of biochemistry.				
5	**Contents:** **Cell-cell contacts:** Structure of tight junctions, anchoring junctions, GAP junctions; function of GAP junctions. **Cell-cell adhesion:** Cell migration, N-CAMs, cadherins, selectins, integrins, activation of endothelial cells, extracellular matrix proteins: FGF, chondroitin sulfate, laminin, fibronectin, tenascin. Integrin receptors: MIDAS motif, I-domain, signal transduction; integrin regulation from within the cell, regulation of the cytoskeleton, focal adhesion kinase, function during fertilization. **Voltage-activated ion channels:** Resting membrane potential, signal propagation, sodium currents, potassium currents, action potential; single channel conductivity, patch clamp technique. **Presynaptic function and vesicle release:** Life cycle of a vesicle, vesicular proteins, SNARE complex formation, fusion pore formation, NSF and SNARE complex dissolution. **Ligand-activated ion channels:** Glutamate receptors (NMDA, kainate, AMPA receptors), post-transcriptional modifications, structure-function relationship, ligand binding site, receptor modulation, molecular correlates of memory formation, LTP. Acetylcholine receptors: Structure, acetylcholine release, pore opening. GABA and glycine receptors: Structure and function. **Structure of the synapse:** Presynaptic terminal, vesicle release, postsynaptic organization, structure of the nerve-muscle synapse, chemical vs. electrical synapses, EPSPs, miniature postsynaptic potentials **Signal transduction pathways:** Introduction, protein kinase A kinase, structure-function relationship in the catalytic center. **Receptor protein tyrosine kinases**: Subclasses. Insulin receptor and FGF receptor: Extra- and intracellular domains, heparin, EGF-receptor, PDGF receptor. Signaling modules SH2 domain, SH3 domain, TRK and GDNF receptors. Protein-protein interaction domains: SHC-GRB2, IRS-1, protein tyrosine phosphate binding domain (PTB), pleckstrin homology domain (PH), phospholipase C-g. **Signal transduction of cellular survival:** PI-3 kinase: P85 subunits, a, b, g, d subunits, catalytic subunits; Bcl-2 protein family: Bcl-xl, Bak; Ras protein, MAP kinase; serine-threonine kinases: TGF-b receptors, structure of the cytoplasmic domain, comparison to PKA, SMAD.				

	Phosphotyrosine phosphatases: Mechanism, PTP-BL,PDZ domains, catalytic center **Non-receptor tyrosine kinases:** Src kinase family, structure-function relationship. **Cytokines:** Families I through IV of cytokine receptors. Class I: growth hormone, erythropoietin, and prolactin receptors, janus kinases (JAKs), STATs, IL-6 receptor family: signal transduction, II-2 receptor family, gene therapy. Class II: Interferon alpha (ligand), signal transduction of the interferon alpha receptor. Class III: Tumor necrosis factor receptor family (p55), TRAFs, TRADD, FAAD, RIP, death domain (Fas, TNFR1, p75NTR), caspases (9.3.1), and their inhibition. Class IV: Interleukin-1 receptor, IRAP. **Seven-transmembrane receptors/G proteins: (GPCRs): Classification, GTP-ase cycle, transducin, regulation of GDP/GTP exchange activity, rhodopsin, regulation of guanylate cyclase, calcium-dependent proteins, Ca/calmodulin, arrestin, photo transduction, G proteins**
6	**Degree Courses:** **Master of Science Biochemistry; Master of Science Chemistry**
7	**Prerequisite(s):** Familiarity with the contents of the Bachelor studies course lectures Biochemistry 0, I, II, and III.
8	**Method(s) of Examination:** Written end-of-term exam
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the end-of-term exam
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs it provides 5.8% of the overall grade
11	**Frequency:** Every summer semester
12	**Lecturer(s):** Michael Hollmann, Rolf Heumann
13	**Additional Information:** The PowerPoint slides shown are available on disc and/or deposited in the corresponding Blackboard course. Note-taking during lectures is encouraged. Independent post-preparation of module contents as well as independent consultation of course material is recommended to prepare for the exam.

Title of Course: **Practical and Seminar "Instruction in Laboratory Animal Science"**					
Type: compulsory course			**Workload** 40 h	**Intended for Semester** 3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** a. Practical course b. Seminar		**Hours per Week** a) 2.5 h b) 1.5 h	**Self-study** 20 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** 24 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a basic knowledge in animal experimentation. The Practical follows the FELASA guidelines (category B) for the education of persons carrying out animal experiments				
5	**Contents:** European and national laws and guidelines relating to the conduct of experimental or other scientific procedures on animals Societal ethics in relation to animal research; General rules of the animal facility, where procedures are carried out Theoretical background of tasks he/she is expected to do, so as to safeguard animal well-being and ensure the relevance of scientific findings Competence in handling and other techniques he/she is expected to carry out Ability to recognize pain and discomfort and to assess the welfare status of animals with which he/she is working Capability of taking, appropriate action when adverse outcomes occur during or following procedures Biology of relevant laboratory animals (especially mice and rats) Principles of the 3R-concept				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic methods for planning of experiments.				
8	**Method(s) of Examination:** Written exam (2h)				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** K-D Bremm				
13	**Additional Information:**				

Title of Course: **Toxicological In Vitro Techniques and Replacements for Animal Experiments**					
Type: compulsory course			Workload 150	Intended for Semester 9	Duration
1	Module: Instruction in Laboratory Animal Science		Hours per Week 3.5	Self-study 97,5	Credit Points 5 CP
2	Teaching Methods: a) 2-day laboratory course ; b) lecture (185902) ; c) oral presentation (15 min) of a scientific topic during an associated symposium				
3	Group Size: 8 Students				
4	Learning/Course Objectives: Demonstration of toxicological methods as alternatives to animal experiments. Practical lab work during the course. (teamworking) Discussions with the supervisors. Preparing of an oral presentation of a given scientific topic. (presentation skills) Search for scientific literature. Theoretical background for animal experiments and alternative methods.				
5	Contents: Lab course: demonstration of alternative methods in in vitro toxicology, practical participation of the students, short lectures for each topic; discussions with the supervisors Lecture: partially participation in the lecture 1859029 Instruction in Laboratory Animal Science at Bayer in Wuppertal; written exam; Symposium: full-time symposium at the IfADo, students present an oral presentation of a scientific topic (15 min), supplemented by guest lectures presenting lectures to the actual topics				
6	Degree Courses: Master of Science Chemistry				
7	Prerequisite(s): Basic knowledge				
8	Method(s) of Examination: active participation in lab course, oral presentation, written exam				
9	Requirements for Acquiring Credit Points: Passing the written exam in combination with lecture 185 902, oral lecture (15 min), active participation in lab course				
10	Significance for Overall Grade: Weighted according to CPs				
11	Frequency: Every winter semester				
12	Lecturer(s): W. Föllmann				
13	Additional Information: Students partially have to listen to lecture 1859029 "*Instruction in Laboratory Animal Science"* at Bayer in Wuppertal. The practical course and the scientific symposium take place at the Leibniz Research Centre for Working Environment and Human Factors (IfADo) in Dortmund (www.ifado.de).				

Title of Course: **Introduction to Physical Organic Chemistry**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture I-VI		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 75 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 20 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students aquire advanced knowledge on the theory and techniques of the basic concepts of Physical Organich Chemistry, The main focus lies on the interplay between theoretical and experimental methods.				
5	**Contents:** Bond models; Thermochemistry; theoretical evaluation of properties of experimental interest, in particular the theory of potential energy reaction surfaces				
6	**Degree Courses:** Master of Science Chemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic methods for physical and organic Chemistry.				
8	**Method(s) of Examination:** 30 min oral exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Oral presentation of literature; Passing the oral exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** W. Sander				
13	**Additional Information:**				

Title of Course:

Specialized Topics in Chemistry: Density-Functional Theory Calculations for Molecules, Solids and Surfaces

Type: Elective Course		**Workload** 150 h	**Intended for Semester** 2 / 4	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture I-VI	**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 100 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise (in the form of a 1-week practical compact course)			
3	**Group Size:** ~ 20 Students			
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire advanced knowledge on the basis of density-functional theory and the basics of solid state chemistry and physics. In addition, practical applications are discussed in detail, e.g. the calculation of various physical properties such as binding energies, adsorption energies, band structures, density of states, and vibrational frequencies. Different approaches to address non-periodic molecular and periodic systems are compared, and technical details of different implementations of DFT in current computer codes are introduced.			
5	**Contents:** Fundamentals of DFT: Hohenberg-Kohn theorems, Kohn-Sham equations. Summary of basic quantum mechanics, historic origin of DFT: Thomas Fermi model, comparison to Hartree Fock theory, free electron gas, hierarchy of exchange correlation functionals, accuracy of functionals for different systems, electron correlation, properties of the electron density as the basic variable, Levy constrained search, XC holes, adiabatic connection, self-interaction correction. Properties of reciprocal space, Bloch theorem, periodic boundary conditions, pseudopotentials, the pseudopotential plane-wave method, k-points, slab calculations for surfaces, comparison of cluster vs. slab models. Local basis sets: GTOs, STOs, NAOs. Discussion of different DFT codes. Spin-density-functional theory, determination of molecular structures, lattice constants of crystals, forces and stress, binding energies, adsorption energies, surface energies, relaxation and reconstruction of surfaces, band structure, density of states. Advanced plane wave-based DFT methods: APW, LAPW, PAW. Ab initio thermodynamics, surface phase diagrams. Multiplet problem of DFT, convergence problems.			
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry			
7	**Prerequisite(s):**			
8	**Method(s) of Examination:** 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			

9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the exam
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs
11	**Frequency:** Every summer semester
12	**Lecturer(s):** J. Behler, D. Marx
13	**Additional Information:**

Title of Course: **Theoretical Chemistry II: Dynamics and Simulation**				
Type: Elective Course		**Workload** 150 h	**Intended for Semester** 1	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Theoretical Chemistry II: Dynamics and Simulation	**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 100 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise			
3	**Group Size:** ~ 20 Students			
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire advanced knowledge on the theory and techniques of statistical mechanics and biomolecular dynamics in the realm of biomolecular systems such as biological macromolecules, clusters, liquids, solids and surfaces. In addition, analysis methods to extract observables of experimental interest, such as various spectroscopic, scattering, and diffraction techniques, are presented such that the students can judge both their strenghts and weaknesses with the focus on biomolecular condensed matter systems.			
5	**Contents:** Essentials of classical and statistical mechanics: formulations according to Newton, Lagrange and Hamilton, corresponding equations of motion, conservation laws/conserved quantities, Liouville theorem, ensembles, distribution functions, first and second moments of distributions, connection to averages and fluctuations of observables, correlation functions in space and time, pair and radial correlation function, van Hove correlation function, Kirkwood correlation factor, Green-Kubo and Einstein relations for response. Potential energy surfaces: valence force fields, pair potentials, many-body effects, empirical versus ab initio parameterizations, characterization of stationary points, connection between properties of hypersurfaces and chemical concepts, adiabatic chemical reactions. Molecular dynamics: basic idea of classical molecular dynamics, deriving integrators via "pedestrian approach" and via Liouville formalism, ergodicity, extended phase space/Lagrangian methods, finite-size effects, boundary conditions, convergence criteria for dynamical computer simulations, realizing various ensembles in terms of simulation algorithms, holonomic constraints for rigid molecules and rare events, ab initio molecular dynamics, equations of motion according to Ehrenfest, Born-Oppenheimer and Car-Parrinello, quantization of nuclei in path integral representation, discrete and continuum formulations, ring polymer isomorphism, classical limit, quantum-statistical dynamics, path integral molecular dynamics sampling.			
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry			
7	**Prerequisite(s):**			
8	**Method(s) of Examination:** 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the exam			
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs			
11	**Frequency:** Every winter semester			

12	**Lecturer(s):** D. Marx
13	**Additional Information:** For Master of Science Biochemistry only: This Elective Lecture in Chemistry is intended for Semester 3 in the general curriculum but it is recommended for Semester 1

Title of Course: **Electronic and Molecular Structure Theory**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 2,4	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture I-VI		**Hours per Week**) 2 h) 1 h	**Self-study** 75 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 10 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a overview on electronic and molecular structure theory and quantum chemical methods and how these methods can be applied to solve problems in structure determination, thermochemistry, and spectroscopy. Furthermore they will learn how to judge the accuracy and reliability of methods and how to analyse of electronic and molecular structure calculations.				
5	**Contents:** Many-electron wavefunctions; Second quantization. Self-consistent field (SCF) and multiconfigurational self-consistent field (MCSCF) methods; CASSCF; RASSCF; choice and validation of active spaces. Multireference correlation methods: multireference perturbation theory, CASPT(2); multireference CI, externally and internally contracted variants. Coupled Cluster methods: exponential wavefunction ansatz, projected Schrödinger equation, standard models, perturbative triples correction, CCSD(T). Explicitly-correlated F12 methods: static and dynamic correlation, geminals, MPn-F12 and CC-F12 methods. Efficient methods for large systems, integral screening and approximations.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Chemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic molecular quantum mechanics				
8	**Method(s) of Examination:** Oral exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the oral exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every summer semester				
12	**Lecturer(s):** C Hättig				
13	**Additional Information:**				

Title of Course: **Industrial Computational Chemistry I: Fundamentals**				
Type: Elective Course		**Workload** 150 h	**Intended for Semester** 3, 5	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture	**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 100 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise			
3	**Group Size:** ~ 20 Students			
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire working knowledge on the techniques of computational chemistry in the realm of (bio)molecular systems such as small drug-like molecules and proteins. Besides calculated and experimentally determined molecular properties of small molecules, valuable sources of information are published X-ray stuctures of enzyme-substrate complexes or transition metal complexes, the critical evaluation of which is mandatory before they can be uses in rational drug and catalysis design.			
5	**Contents:** Essentials of classical and statistical mechanics: formulations according to Newton, Lagrange and Hamilton, corresponding equations of motion, conservation laws/conserved quantities, ensembles Born-Oppenheimer approximation, potential energy surfaces Computational methods for molecular geometries and properties: valence force fields, semi-empirical, ab initio (Hartree-Fock and beyond) and density functional methods, incorporation of solvent effects by continuum approaches, conceptual DFT derived properties like electronegativity, hardness, Fukui functions and reactivity descriptors Experimental protein-substrate complexes, X-ray structures from the protein database. Basics of protein strucure prediction: bioinformatics tools necessary for constructing 3D-structure models of relevant but unknown proteins from experimentally know ones by homology modelling. Monte Carlo and molecular dynamics approaches: basic ideas and techniques of MC and MD, introduction of different ensembles, long-range forces and boundary conditions. Applications in protein homology modelling and thermodynamic cycles for Free Energy calculations.			
6	**Degree Courses:** Master of Science Chemistry			
7	**Prerequisite(s):**			
8	**Method(s) of Examination:** 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the exam			
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs			
11	**Frequency:** Every winter semester			

12	**Lecturer(s):** R. Franke
13	**Additional Information:**

Title of Course: **Industrial Computational Chemistry II: Applications in Process Development**					
Type: Elective Course			**Workload** 150 h	**Intended for Semester** 4, 6	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 100 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 20 Students				
4	**Learning/Course Objecti es:** Students become aquainted with various theoretical tools used within projects for process development. Essential contributions of computational chemistry are in the field of chemical and physical properties of complex systems, in development and understanding of reaction mechanism, and in microkinetic modelling. Important issues in industrial research are the timelines of projects. These and the inherent limitations of methods determine the milestone plans of industrial computational chemistry projects.				
5	**Contents:** - Short overview of the chemical business. - Introduction into innovation management and new product development in chemical industry. - Short overview of project management. - A recapitulation of mixed phase thermodynamics with focus on gases and liquids is given. - Group contribution methods commonly used in process sythesis are briefly introduced. - The semiempirical COSMO-RS approach is derived and its use and limitations are illustrated. - Gibbs ensemble Monte Carlo and molecular dynamics methods using empirical force fields for calculation of industrial relevant phase diagrams are illustrated. - Calculations of thermodynamical properties of gas-phase reactions with emphasis of highly accurate ab initio methods are reviewed. - Generic aspects of catalysis are recapitulated. - Short overview of important homogeneously catalysed reactions in chemical industry is given. - The formulation of the system of differential equations describing the microkinetics of a catalytic cycle based on the Christiansen formalism is introduced. - Selected examples of computational chemistry research projects on homogeneous catalysis are discussed.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Chemistry				
7	**Prerequisite(s):**				
8	**Method(s) of Examination:** 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every summer semester				
12	**Lecturer(s):** R. Franke				

Title of Course: **Computational Chemistry I: Structure and Dynamics of Molecules**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture I-VI		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 75 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 10 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a broad overview upon computational techniques applied in drug design				
5	**Contents:** Forcefields, Quantum chemical methods (semiempiric, ab initio, DFT, TDDFT), Protein structures, Molecular dynamics, Monte Carlo, Free Energy Calculations				
6	**Degree Courses:** Master of Science Chemistry				
7	**Prerequisite(s):** No specific knowledge in theoretical chemistry				
8	**Method(s) of Examination:** Oral examination				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the oral examination				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** M. Schindler				
13	**Additional Information:**				

Title of Course: **Computational Chemistry II: Quantitative Structure-Activity Relations in Drug Design**				
Type: Elective Course		**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 2,4	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture I-VI	**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 75 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise			
3	**Group Size:** ~ 10 Students			
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a broad overview upon computational techniques applied in drug design			
5	**Contents:** Classical QSARs in rational drug design: MLR, PCR (Hansch, Free-Wilson, LFER), Partial least squares, Advances methods: 3D-QSAR(CoMFA, WAVE3D), ANN, SVM, Fuzzy Logic, Protein modeling, Design of experiments			
6	**Degree Courses:** Master of Science Chemistry			
7	**Prerequisite(s):** Knowledge acquired in Computational Chemistry I			
8	**Method(s) of Examination:** Oral examination			
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the oral examination			
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs			
11	**Frequency:** Every summer semester			
12	**Lecturer(s):** M. Schindler			
13	**Additional Information:**			

Title of Course: **Theoretical Spectroscopy**					
Type: Elective Course			**Workload** 150 h	**Intended for Semester** 2 / 4	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture I-VI		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 100 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 20 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire advanced knowledge on the advanced theory of theoretical spectroscopy in the realm of biomolecular systems such as biological macromolecules, clusters, liquids, solids and surfaces. The formulea used to extract observables of experimental interest, such as infrared spectra, dynamical and static structure factors, are drived from scratch in full detail such that the students can learn about all underlying approximations and thus limitations with the focus on biomolecular condensed matter systems.				
5	**Contents:** **Standard molecular spectroscopy (review and introduction):** decoupling of electronic/translational/vibrational/ rotational motion, rigid rotor/harmonic oscillator approximation to ro-vibrational spectroscopy of diatomics with selection rules, ro-vibronic effects and Frank-Condon approximation, application to solvation shifts, rigid body rotation and normal mode analysis of vibrational motion for polyatomics. **Ingredients from quantum dynamics:** time-dependent Schroedinger equation, from stationary states to wavepackets, free particle and Gaussian wavepacket dynamics, quantum/classical correspondence and Ehrenfest theorem, time-evolution in quantum dynamics and propagators (Dyson equation), formulation in Schroedinger/Heisenberg/Dirac pictures, Heisenberg equation, time-dependent variational principle (Dirac-Frenkel), linear TDVP, Gaussian wavepaket (Singer, Heller) propagation methods. **Time-dependent perturbation theory:** formalism and applications to schematic models, linear TDVP in interaction picture, first- and second-order diagrams, virtual states/transitions, Fermi's Golden Rule. **Molecular systems in the radiation field:** transition probability, absorption cross section, dipole approximation, transition dipole, semiclassical approach and basics of electromagnetic field quantization (spontaneous emission), multi-photon processes (Kramers-Heisenberg equation, Raman process), transformation of spectroscopy in Schroedinger picture to Heisenberg picture (Kubo-Gordon formalism of response functions), time autocorrelation functions and spectral line shape function, time-resolved spectroscopy versus frequency domain spectra. **Neutron scattering and x-ray diffraction:** van Hove formalism, Born approximation, double differential scattering cross section, Fermi contact potential, dynamic and static structure factor, scattering length and form factors, coherent and incoherent scattering, van Hove correlation function and the structural dynamics of liquids, pair correlation function, radial distribution function, connections between theory and experiment.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):**				
8	**Method(s) of Examination:** 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the exam				

10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs
11	**Frequency:** Every summer semester
12	**Lecturer(s):** D. Marx
13	**Additional Information:**

Title of Course: **Biomolecular Simulation: Understanding Experiments at the Molecular Level**					
Type: Elective Course			**Workload** 150 h	**Intended for Semester** 1, 3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture I-VI		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 100 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 20 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire advanced knowledge on both experimental techniques as well as molecular simulation methods for studying biomolecular systems, ranging from the solvation of small solutes to proteins to biological interfaces. The focus will be on structure-dynamics-function relationships as well as the underlying thermodynamic properties and principles. A number of selected techniques will be introduced and it will be discussed how simulations can be used to interpret the experiments at the molecular or even atomic level. A particular objective is to provide insights into the merits and limitations of the respective methods.				
5	**Contents:** **Fundamentals:** Energy landscape, Boltzmann ensemble, hierarchy of timescales (Frauenfelder), energy density, thermal energy, soft vs. hard degrees of freedom, fluctuations, entropy. **Biological (macro)molecules:** Structure and relevant interactions, H-bonds, electrostatics, van-der-Waals, hydrophobic effect. Dielectric properties of water, polarizability. **Molecular models:** Degrees of freedom, sampling (Molecular Dynamics, Monte Carlo), spatial boundary conditions, ingredients and parameterization of force fields. Water models. **Förster resonance energy transfer:** Basic principles of fluorescence (Einstein coefficients, spontaneous vs. induced emission, transition dipole moments, radiative lifetimes, Jablonsky diagrams, quantum yields), FRET (energy transfer efficiency, Förster radius, distance measurements), orientation of transition dipoles, FRET from MD simulations. **Binding:** Isothermal titration calorimetry (basic principle, description of the apparatus, binding isotherm), statistical mechanics (canonical/grand-canonical/isobaric-isothermal ensemble, partition function, free energy, phase space integrals), potential of mean force, thermodynamic integration. Applications to ligand-receptor binding, protein folding, effect of mutations. Enthalpy-entropy compensation. **NMR:** Basic principles (nuclei in B-field, chemical shifts, spin coupling, Karplus-equation), pulse techniques in NMR (magnetization vector, spin relaxation, longitudinal and transverse relaxation, inversion recovery, Hahn echo, Bloch equations), line broadening, chemical/conformational exchange, nuclear Overhauser effect. 2D NMR. MD simulations and NMR.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):**				
8	**Method(s) of Examination:** 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				

11	**Frequency:** Every winter semester
12	**Lecturer(s):** L. Schäfer
13	**Additional Information:** Compulsory lecture for 1st-year Ph.D. students in the Graduate School Solvation Science (GSS)

Title of Course: **Activation of small molecules - how to mimic enzymes**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture I-VI		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 75 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 20 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a broad overview and in-depth knowledge on mimicking natural enzymes using chemical synthesis. Basic ideas and up-to-date literature examples are presented to show problems and possible solutions on how to active such small molecules.				
5	**Contents:** Key enzymes for the transformation/generation of H_2, CO_2, CO, O_2, H_2O, CH_4 are presented. Based on literature examples, detailed information on how to mimic such enzymes are given.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Chemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic inorganic coordination chemistry.				
8	**Method(s) of Examination:** Written exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every summer term				
12	**Lecturer(s):** U.-P. Apfel				
13	**Additional Information:** Offered as file-download in Blackboard for all signed-in participants of this course				

Title of Course:

Spectroscopy of Surfaces and Interfaces

Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture I-VI		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 75 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 20 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Broad overview over techniques based on optical spectroscopy (from IR to UV) to study structure and reactions at interfaces.				
5	**Contents:** Description of light; reflectivities; optical properties of condensed matter; absorption spectroscopy at interfaces; exploitation of polarisation of light; surface enhancement; non-linear optical techniques; Fourier transforms				
6	**Degree Courses:** Master of Science Chemistry				
7	**Prerequisite(s):** Application of IR and UV/VIS spectroscopy to molecular systems. Basic mathematics (complex numbers, vector algebra, integration).				
8	**Method(s) of Examination:** Written exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** A. Erbe				
13	**Additional Information:**				

Title of Course: **Biophysical Chemistry I**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Lecture in the focal point programme Biomolecular Chemistry		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h c) 1 h	**Self-study** 60 h	**Credit Points** 5 CP a)b) 4 CP c) 1CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture b) Exercise c) Seminar				
3	**Group Size:** ~ 30 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire advanced knowledge on experimental methods and their applications in biophysical chemistry with a focus on structure determining methods.				
5	**Contents:** Inter- and intramolecular interactions, protein structures: random coil, alpha-helix, beta-sheet. Methods to unravel secondary, tertiary, and quartery structures and dynamics. Förster resonance energy transfer (FRET), circular dichroic spectroscopy (CD), Infrared and Raman spectroscopies, Scattering methods, Microscopic methods.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Basic knowledge of physical chemistry				
8	**Method(s) of Examination:** Written exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam and seminar				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every summer semester				
12	**Lecturer(s):** Ebbinghaus, Havenith, Herrmann				
13	**Additional Information:**				

Title of Course: **Biophysical Chemistry II**				
Type: Elective Course		**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 2	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Lecture in the focal point programme Biomolecular Chemistry	**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h c) 1h	**Self-study** 60 h	**Credit Points** 5 CP a)b) 4 CP c) 1CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture b) Exercise c) Seminar			
3	**Group Size:** ~ 20 Students			
4	**Learning/Course Objectives:** Based on Biophysical Chemistry I, students acquire knowledge on advanced experimental methods and their applications in the investigation of dynamics and thermodynamics of proteins and membranes. In addition, students acquire knowledge on protein reaction and function based on selected examples.			
5	**Contents:** Biophysical methods for the investigation of stability and dynamics of proteins and membranes: structure of membranes, surface plasmon resonance technique, microscopic techniques using light, electron microscopy, atomic force microscopy, phase transitions in model bio membranes, protein folding, micro calorimetry, fluorescence spectroscopy, pressure and temperature jump experiments, single molecule spectroscopy, optical tweezers			
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry			
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic physical chemistry			
8	**Method(s) of Examination:** Written exam and seminar contribution			
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam and seminar			
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs			
11	**Frequency:** Every winter semester			
12	**Lecturer(s):** Ebbinghaus, Havenith, Herrmann			
13	**Additional Information:**			

Title of Course: **Concepts of Spectroscopy I**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Lecture from the Focal Point Programme		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 75 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 25 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** The course aims to provide knowledge on modern linear and nonlinear spectroscopic methods (time- and frequency-domain) which allow for the elucidation of molecular structure and dynamics. Emphasis is put on aspects how to unravel molecular transitions (rotational, vibrational, electronic, and their combinations) from the THz to the VUV wavelength region for molecules in different environments with advanced spectroscopic approaches.				
5	**Contents:** Basics of electromagnetic radiation (wave-particle duality, radiation laws), fundamentals of light-matter interaction (linewidths, lifetimes, line broadening mechanisms), introduction to laser working principle and the different types of lasers, group theory and its consequences for light-induced transitions in molecules, rotational spectroscopy (rotors, selection rules, spectra and branches), vibrational absorption spectroscopy (anharmonicity, combination bands, overtones), Raman spectroscopy (principles, selection rules, different Raman implementations), electronic spectroscopy in atoms and molecules (orbitals, selection rules, term symbols, Franck-Condon principle), advanced spectroscopic techniques (molecular beams, supersonic expansion, Helium nanodroplets, THz spectroscopy, cavity-ringdown, REMPI, ZEKE, pump-probe)				
6	**Degree Courses:** Master of Science Chemistry				
7	**Prerequisite(s):** basic Knowledge of quantum mechanics				
8	**Method(s) of Examination:** Written exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** P. Nürnberger				
13	**Additional Information:** course is accompanied by a Moodle course where class materials and problem sets are provided				

Title of Course: **Chemistry and Biochemistry of Nucleic Acids and Proteins**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture I-VI		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 75 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 20 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a broad overview over the synthesis, properties and application of amino acids/peptides/proteins and nucleosides/oligonucleotides/nuleic acids.				
5	**Contents:** Synthesis of amino acids; stereoselective synthesis; peptide couplings; native chemical ligation; peptide mimetics; protein structures; synthesis of oligonucleotides; gene synthesis				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic methods for organic transformations; basic biochemistry.				
8	**Method(s) of Examination:** Oral exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the oral exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every second summer semester				
12	**Lecturer(s):** F. Schulz				
13	**Additional Information:** Course material will be provided in the blackboard course.				

Title of Course: **Enzyme Catalysis in Organic Chemistry: White Biotechnology**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture I-VI		**Hours per Week** a) 2 h b) 1 h	**Self-study** 75 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 20 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a broad overview over the application of enzymes for the purposes of organic synthesis.				
5	**Contents:** Classification of enzymes as catalysts; synthetic use of enzymes in hydrolytic reactions and redox reactions of diverse types; engineering of enzymes; directed evolution; identification and expression/purification of enzymes; synthetic procedures				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic methods for organic transformations; basic biochemistry.				
8	**Method(s) of Examination:** Oral exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the oral exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every second winter semester				
12	**Lecturer(s):** F. Schulz				
13	**Additional Information:** A suitable textbook is for example: K. Faber, Biotransformations in Organic Chemistry.				

Title of Course: **Special Lecture in the Focal Point: Biochemistry of the Nervous System**					
Type: Elective Course: **Biochemistry of Membranes and Nervous Systems**		184631	**Workload** 150 h	**Intended for Semester** 2	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** **Biochemistry of Membranes and Nervous Systems**		**Hours per Week** 2 h lecture	**Self-study** 108 h	**Credit Points** 4 CP
2	**Teaching Methods:** Lecture				
3	**Group Size:** 5 - 20 students				
4	**Learning/Course Objectives:** The students will acquire deep-inside understanding of the different cell types in the nervous system, how these cells communicate on a molecular level, the neuronal metabolism and lipid signalling. This knowledge provides the basis to realize the molecular basis and on-going research regarding neurodegenerative diseases like Alzheimer's disease and Parkinson's disease. Finally, the scope of this special lecture comprises the development of the nervous system up to learning and memory.				
5	**Contents:** 1. Cells of the nervous system 2. Structure and function of neuronal synapses 3. Presynaptic vesicle formation and recycling 4. Electric properties of neurons 5. Development of the nervous system 6. Motor proteins and vesicular transport 7. Lipid signalling in neuronal cells 8. Glucose metabolism of neuronal cells 9. Parkinson`s disease and perspectives of non-pharmacologic treatment 10. Studying Neurodegeneration using Organoid models 11. Learning and Memory				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic concepts of Physics, Physical Chemistry and Biochemistry.				
8	**Method(s) of Examination:** Written exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every summer semester				
12	**Lecturer(s):** Prof. Dr. Thomas Günther-Pomorski, Dr. Sebastian Neumann, PD Dr. Thorsten Müller, Prof. Dr. Rolf Heumann				
13	**Additional Information:** Accompanying material is deposited in the corresponding Moodle Course along with electronical exercises for self-assessment.				

Title of Course: **Special Lecture in the Focal Point: Biochemistry of the Nervous System**					
Type: Elective Course: Ion channels in Biomembranes		184632	**Workload** 150 h	**Intended for Semester** 2	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Ion Channels in Excitable Membranes		**Hours per Week** a) 2 h lecture b) 1 h seminar	**Self-study** 108 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise				
3	**Group Size:** ~ 5- 20 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** After completion of the course students will have acquired a basic understanding of the molecular mechanisms governing information processing and regulation of fast reactions in biosystems. Students will have been introduced into structure, function and regulation of the most essential membrane proteins involved in generation and processing of electrical signals in receptor- nerve and muscle cells as well as their synaptic connections.				
5	**a) Contents:** 1. Role of bioelectricity/ electrochemical potentials in living systems 2. Proteins, essential for generation of the resting membrane potential: a) structure and function of different isoforms of the Na^+/K^+-ATPases b) structure, subunit composition and selectivity filter of the KCSA-K^+-channel 3. Propagation of local potential changes, length- and time constants 4. Intra- and extracellular analysis of action potentials, analysis of transmembrane ion currents using voltage-clamp techniques 5. Protein structure of voltage-gated Na^+-channels, analysis of current/voltage relationship and inactivation of Na^+ currents using patch-clamp techniques 6. Structure of delayed rectifying K^+- channels, structure and position of the voltage sensor, current/voltage relationship of the delayed rectifying K^+- channel, reconstruction of the action potential from the ion currents using the Hodgkin-Huxley-model 7. Cell type specific action potential kinetics as consequence of the expression of different K^+-channel subunits, ion channel blockers 8. Structure, function, activation- and inactivation kinetics of voltage-activated Ca^{2+}-channels, 9. Connexins, Pannexins, Innexins, rectifying and double-rectifying electrical junctions, mechanisms of vesicle fusion at chemical synapses 10. Structures, subunit compositions, ion conductances and current/voltage relationships of ionotropic receptors for acetylcholine, glutamate and glycine 11. G-protein coupled receptors for acetylcholine, glutamate and adrenaline and their action in the sympathetic nervous system. 12. Structure of mechanoreceptors and transmission of mechanical and acoustic signals into the central nervous system 13. Structure of photoreceptors and transmission of visual information into the central nervous system 14. Regulation of extracellular electrolyte concentrations, aquaporins b) In the accompanying seminar students will extend the topics addressed by lectures reviewing recent publications in the field of ion channels (e.g. the role of ion channels in cell migration, development, tumor cells, pain, anesthesia, diseases of brain, heart and muscle)				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				

7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic concepts of Physics, physical Chemistry and Biochemistry.
8	**Method(s) of Examination:** Written exam
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs
11	**Frequency:** Every summer semester
12	**Lecturer(s):** I. Dietzel-Meyer
13	**Additional Information:** Accompanying material is deposited in the corresponding Blackboard Course

OPTIONALBEREICH – für B.Sc.-/M.Sc.- und Promotionsstudierende des Fachs Biologie anrechenbar

1	**Name des Moduls**	**Enzyme Catalysis**	**CP**
	190515	Vorlesung/Seminar	**3**
2	**Ort/Zeit**	ND 7/133, Mo, 12.00-13.30 Uhr	
	1. Sitzung	Mo, 13.04.2014, 12.00 Uhr, ND 1/58	
3	**Anmeldung**	Ansprechpartner Dr. Kourist, ND 1/130, Tel.: 32-25029, email: robert.kourist@rub.de	
	TN-Plätze	12 Teilnehmer/innen	
4	**Anbietendes Institut**	Nachwuchsgruppe Mikrobielle Biotechnologie	
	Name der/des Dozent/in	Jun.-Prof. Dr. Robert Kourist	
	Büro/Telefon	ND 6/174, Tel.: 0234 - 32-25029	
	E-Mail-Adresse	robert.kourist@rub.de	
	Sprechstunde(n)	In der Vorlesungszeit: n.V.	In der vorlesungsfreien Zeit: n.V.
5	**Inhalte des Moduls**	Die Vorlesung führt in die Grundlagen der Weißen Biotechnologie ein. - Definition Biotechnologie - wichtigste Enzymklassen: o Esterasen, Lipasen und Proteasen o Oxidoreduktasen - biotechnologische Fixierung von Kohlendioxid - nachwachsende Rohstoffe - Enzym-Engineering und gerichtete Evolution	
	Vermittelte Kompetenzen	Die Studierenden sollen aktuelle Anwendungen von Biokatalysatoren in der weißen Biotechnologie kennenlernen. In Vorträgen sollen sie sich anhand aktueller Forschungsergebnisse mit Limitationen und zukünftigen Herausforderungen für die Forschung auseinandersetzen.	
	Lehrbuch/Literatur	Rolf D. Schmid, **Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik**, 2. Auflage, Wiley VCH, Weinheim 2006. Kurt Faber**, Biotransformations in Organic Chemistry**, 5. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2004	
6	**Voraussetzungen/ Adressaten**	Die Veranstaltung richtet sich an B.Sc.-, M.Sc.- und Promotions-Studierende der Biologie und an Studierende der Biochemie. Bei Bedarf kann die Vorlesung auf Englisch angeboten werden. Diskussionsfreude wird erwartet.	
7	**Wie häufig wird das Modul angeboten?**	Jeweils im Sommersemester	
8	**Zu erbringende Arbeitsleistungen**	Regelmäßige Anwesenheit, Vortrag, Abschlusskolloquium	
9	**Zusammensetzung der Endnote**	Abschlusskolloquium (2/3) und Vortrag (1/3)	

Title of Course: **Special Lecture in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function": "Proteins in Signal Transduction"**				
Type: Elective Course		**Workload** 30 h	**Intended for Semester** 2	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture	**Hours per Week** 2 h	**Self-study** 120 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** Lecture			
3	**Group Size:** 20 Students			
4	**Learning/Course Objectives:** The students should become acquainted with the principles of various signal transduction chains relevant in animals and humans. A particular focus is put on the specific role of soluble and membrane proteins, their cellular distribution in health and disease states, and their molecular reaction mechanisms implementing the transmission of signals. The whole set of reactions is covered, starting from the detection of low molecular compounds or macromolecules by specific membrane-bound receptors, extending to the involvement of second messengers and information transfer via different stages, and ending to the DNA binding transcription factors that control the expression of genes. Theoretical concepts as well as technical aspects elucidating the involvement of these factors are discussed. The goal of this lecture is to provide a deeper theoretical knowledge on topics that are of general interest. The lecture is also addressed to those students, who intend to carry out their thesis work in the field of signal transduction.			
5	**Contents**: Architecture of Membranes and Membrane Proteins I – Introduction to Signal Transduction and Membrane Processes Membrane Proteins II –Transporters and Channels The Role of Transporters in Immune Response and Antibiotic Resistance Principles of GTP Binding Proteins The Superfamily of Ras Proteins G-Protein Coupled Receptors Domains in Signal Transduction Kinases and Phosphatases: Structure-Function Relationships Signal Transduction in Cancer Structural and functional studies on Cp*Rhodium derivatives of GPCR peptide ligands APP-Signalling: Relevance to Morbus Alzheimer			
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry			
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of Molecular Biology and of Protein Biochemistry, basic understanding of Cell Biology			
8	**Method(s) of Examination:** Written exam			
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam			
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs			

11	**Frequency:** Every summer semester
12	**Lecturer(s):** R. Gasper, K. Gerwert, E. Hofmann, C. Kötting, M. Lübben, K. Marcus, T. Müller, B. Sitek, R. Stoll, I. Vetter, F. Wittinghofer, S. Wolf
13	**Additional Information:** A solid knowledge on techniques in protein analysis is very useful. Although not compulsive, the enrollment to the special lecture of the Focal Point (BSc., 6. Semester, 4 CP) lecture „Aktuelle Methoden der Proteinbiochemie und Strukturbiologie“ (in German) is recommended. In the summer semester, the latter lecture can also be attended by Master students in parallel to the “Signal transduction” lecture. After passing the written exam at modified to the MSc. level , it yields 5 CP.

Title of Course: **Modular advanced practical: Infrared laser microscopy of living cells**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1	**Duration** 2 weeks full time
1	**Module:** Modular advanced practical		**Hours per Week** a) 5 h	**Self-study** 60 h	**Credit Points** 4 CP
2	**Teaching Methods:** a)Lab course + presentation of results in group seminar.				
3	**Group Size:** ~ 2 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire the knowledge how to operate a laser micoscope and how to prepare living cells for microscopic investigations of morphological changes due to changes in osmolarity.				
5	**Contents:** Principles of lasers; elements and operation modes of microscopes (optical elements, scanning techniques, contrast methods, confocal microscopy); Quantitative microscopic techniques; Influence of external parameters on cell morphology; preparation of physiological buffer solutions; microscope calibration techniques preparation and microscopic investigation of living cells; image processing techniques;				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic spectroscopic techniques.				
8	**Method(s) of Examination:** Presentation of results in group seminar				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Successful completion of practical course and presentation.				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** M. Havenith, post-graduate tutors				
13	**Additional Information:**				

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biomolecular Chemistry" 185710, 183711 **"Reaction mechanism of butyrylcholinesterase (BChE) explored by MD simulations "**

Credit points	4	*Available in semester(s)*	1
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	D. Marx and teaching assistants
Teaching methods	Two-week advanced computer lab course with an integrated seminar (one of four lab courses to be completed in the first term)
Evaluation of learning progress	Active participation in the computer lab tasks and seminar; feedback during the computer experiments
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) as well as a written project report (50%).
Learning objectives	- Advanced knowledge of the use of computational methods employed in state-of-the-art research in order to understand the properties and interaction of (bio)molecular systems - Critical assessment of the scope and the limitations of various approaches/approximations in theoretical and computational (bio)chemistry - Visualisation and presentation of computational results - First insights into simple programming
Soft skills	Teamworking and collaboration while carrying out virtual experiments, graphical presentation of computational results, general knowledge of operating systems, software, and computing

Contents of module	Introduction to computational chemistry software and LINUX operating system. Quantum chemical investigations of water as solvent employing ab-initio molecular dynamics and periodic boundaries, Grothuss mechanism of proton diffusion. Getting familiar with the protein data bank (PDB) for protein x-ray structures: retrieving structures, coordinates in the PDB file format, supplementary information enclosed in PBD file. Classical molecular dynamics (MD) simulation using the GroMACS forcefield program suite: preparation and equilibration of a periodic box containing the solvated serine protease BChE. Analysis and visualisation of the MD trajectory using the VMD program suite: highlighting secondary structure elements, Ramachandran plot, stability of the hydrogen bond network of the active site (catalytic triad, oxyanion hole), etc.

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biomolecular Chemistry" 185710, 183711 **"Modeling the Peptide-Loading Complex with Coarse-Grained and Atomistic MD Simulations"**

Credit points	4	*Available in semester(s)*	1
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	L. Schäfer and teaching assistants
Teaching methods	2-week (full-time) computer lab practical, integrated seminar
Evaluation of learning progress	Active participation in the computer lab practical and seminar; feedback during the computer experiments
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) as well as a written project report (50%).
Learning objectives	- Insights into computational methods used in the biomolecular simulation field to understand the structure, dynamics and interactions of biomolecules - Critical assessment of the advantages and limitations of different simulation methods - Visualization and presentation of simulation results
Soft skills	Teamwork and collaboration while carrying out virtual experiments, graphical presentation of simulation results, general knowledge of LINUX operating system, software, and computing

Contents of module	Introduction to computational chemistry software and LINUX operating system. Self-assembly of a lipid bilayer with the efficient MARTINI coarse-grained force field using classical MD simulations with the GROMACS program; analysis of properties. Embedding of key components of the peptide-loading complex into the lipid bilayer (MHC class-I/tapasin complex) and MD simulation at the coarse-grained level; analysis of structural and dynamical properties of the protein complex. Conversion of the final equilibrated structure from previous step into underlying all-atom representation (back-mapping), all-atom MD simulation. Analysis of structural properties. Analysis and visualization of the MD trajectories using the VMD program.

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Biomolecular Chemistry" **"Fermentation and purification of secondary metabolites"**

Credit points	4	*Available in semester(s)*	1
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	Frank Schulz and teaching assistants
Teaching methods	Two-week advanced laboratory course with an intergrated seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	After completion of the course students will have aquired basic practical skills in the handling of microorganisms for the fermentation (= microbial synthesis) and subsequent isolation of secondary metabolites. Subject of the experiments are either genetically engineered strains of *Saccharomyces cerevisiae* or various bacteria of the Streptomyces genus, which are utilized for the production of terpenes or polyketides. Students will have increased their knowledge in microbiology and especially biochemical pathways as well as in the handling of highly complex molecules of natural origin with a view on the industrial field of white biotechnology.
Soft skills	Collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory, presentation of results in form of a report.

Contents of module	Topics: Influence of fermentation conditions on the yield of natural products, handling of a fermenter in comparison to shaking flask cultures. Different techniques for the enrichment and isolation of natural products (solid phase extraction, chromatographic techniques), analysis of yield and identity of the metabolite (HPLC, GC), microbial metabolic pathways Questions addressed: How can a single compound be isolated out of the complex matrix in a microbial culture? How can a microbial culture be controlled to yield reproducible quantities and qualities of a secondary metabolite? How can natural products be characterized? Methods: Strain maintenance of yeast or Streptomyces spp. Fermentation technology Solid phase extraction Chromatography

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Biomolecular Chemistry" **"Heterologous expression and purification of enzymes from thermophilic microorganisms"**

Credit points	4	*Available in semester(s)*	1
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	Frank Schulz and teaching assistants
Teaching methods	Two-week advanced laboratory course with an intergrated seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	After completion of the course students will have aquired practical skills in the expression of enzymes from Archaea in heterologous hosts. The enzymes stem from the mevalonic acid pathway (MVA-pathway, famous for its role in human cholesterol biosynthesis) in a thermostable species and are often difficult to express in *E. coli*. Different techniques are used to enable their heterologous expression, such as the coexpression of dedicated chaperones or the re-folding of native enzymes from inclusion bodies.
Soft skills	Collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory, presentation of results in form of a report.

Contents of module	Topics: Influence of expression conditions on the solubility of heterologously expressed proteins, co-expression of different proteins in one host. Different techniques for the enrichment and isolation of enzymes (heat denaturation, precipitation, affinity chromatography). Questions addressed: How can a biochemical pathway be reconstituted *in vitro*? How are “difficult” proteins expressed in a simple host such as *E. coli*? How does re-folding work? Methods: Transformation of *E. coli*. Heterologous expression under different conditions Enzyme enrichment by non-chromatographic techniques

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biomolecular Chemistry" **"Macromolecular Crowding in Cells and Its Effects on Protein Behavior"**

Credit points	4	*Available in semester(s)*	1
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	Simon Ebbinghaus
Teaching methods	2-week full-time practical, two days seminar
Evaluation of learning progress	Active participation in practicals and in seminar. Feedback on written lab report by teaching assistants
Mode of examination	15 min presentation (10%), experimental practice and written report (90%)
Learning objectives	The student will acquire advanced knowledge in the - biophysical methods to analyse and probe macromolecular crowding in living cells - *in vitro* mimicking of crowding - microinjection of mammalian cells - FRET based assays
Soft skills	Teamworking and collaboration while carrying out experiments, data analysis with advanced software, graphical presentation of practical results.

Contents of module	The students will learn to investigate the effects of macromolecular solvents on the behavior of proteins in a cellular environment. A detailed project will be decided based on the preferences of the students. The outline of the practical will be agreed upon with the student shortly before the start of the practical. 1.) Seminar: Crowding and co-solute effects on protein behavior 2.) Practical - cell culture - microinjection - fluorescence microscopy / FRET - fluorescence and UV/Vis spectroscopy, luminescence measurements - Fast Relaxation Imaging (FReI), laser induced temperature jumps to induce protein dynamics - Image processing and data analysis

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System" 185730, 183731 **"3[H]-ouabain binding to thyroid hormone stimulated neocortical cultures"**

Credit points	4	*Available in semester(s)*	1
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	I.D. Dietzel-Meyer and teaching assistants
Teaching methods	Two-week advanced laboratory course with an intergrated seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	After completion of the course students will have aquired basic practical skills in the preparation and maintanance of primary cell cultures, the immunocytochemical identification of neurons and glial cells as well as in the performance of experiments using ^{3}[H]-labeled compounds. Students will have increased their knowledge concerning the function of different Na^{+}/K^{+}-ATPase subunits, the action of thyroid hormone (triiodo-L-thyronine) on ATPase expression in the brain, determination of K_D and B_{max} values with Scatchard Plots and evaluation and discussion of the data.
Soft skills	Collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory as well as the team of the Central Laboratory for Ion Beams and Radionuclides, presentation of results

Contents of module

Topics:

Influence of thyroid hormone (3, 3', 5- triodo-L-thyronine, T3) on the expression of ^{3}[H]-ouabain-binding sites as marker for Na^{+}/K^{+}-ATPases in cultured neurons and glial cells,
the different Na^{+}/K^{+}-ATPase subunits and their affinity to the cardiotonic steroid ouabain,
role of T3 in the development of the central nervous system,
specific and unspecific binding, scintillation counting of dpm of tritium-labeled compounds, Scatchard plots

Questions addressed:

Do neurons or glial cells express a higher density of Na^{+}/K^{+}-ATPases (^{3}[H]-ouabain-binding sites) ?
Does a pre-incubation of cell cultures with T3 influence ^{3}[H]-ouabain-binding?
Do substances, that regulate the sodium current density in neurons regulate Na^{+}/K^{+}-ATPases as well?
Does ^{3}[H]-ouabain-binding change with the age of the cultures?

Methods:

Preparation of primary brain cell cultures, purification of neuron-enriched and glia enriched cultures, immunocytochemical determination of the ratio of neurons to glial cells using antibodies against β3-tubulin for neurons and GFAP for astrocytes, as well as oligodendroglial and microglial markers, labeling of the nuclei using DAPI staining ,
determination of ^{3}[H]-Ouabain-binding sites normalized to protein content and number of cells in the culture dish,
assessment of the effect of T3 on the maximal number of binding sites (B_{max}) and dissociation constant K_D using Scatchard plots.

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System" VZ: 185730, 183731 **"Introduction in high-resolution microscopy methods"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	P. Happel, I.D. Dietzel-Meyer and teaching assistants
Teaching methods	two weeks advanced laboratory course with an integrated seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	After completion of the course students will have acquired basic practical and theoretical skills in the operation of a home-build stimulated emission depletion and a scanning ion conductance microscope. Furthermore, students will have increased their knowledge about requirements of the sample preparation for high resolution fluorescence microscopy and know how to label single-colored samples. They will obtain insights in how to maintain a secondary cell culture and how to prepare a primary one.
Soft skills	collaboration in a small team of students and interaction with the members of a highly interdisciplinary research laboratory, presentation of results

Contents of module	Topics: Introduction of two general methods that allow microscopical recordings beyond the diffraction limit (near-field (scanning probe) and far-field (RESOLFT principle)). Questions addressed: What are the advantages, pitfalls and limitations of general (confocal) microscopy, STED microscopy and SIC microscopy, particularly for neuroscientific investigations? How to prepare samples for the microscopy methods? Methods: Stimulated emission depletion microscopy, Confocal microscopy, Scanning ion conductance microscopy, Histochemistry, Cell culture, Deconvolution, Image and data processing

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System": **"Heterologous expression of neurotransmitter receptors in frog oocytes"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	M. Hollmann, R. Trippe
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar. Four such modules are compulsary in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the seminar, feedback during experiments
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	Students will get theoretically introduced to and learn to practically carry out the molecular biological, electrophysiological and protein biochemical techniques required to successfully express and functionally analyze ionotropic glutamate receptors in frog oocytes.
Soft skills	Planning and performing a research project that requires to conduct a series of connected, consecutive experiments that build on each other. Teamwork capabilities; writing of a comprehensive project report.

Contents of module	Surgery to remove oocytes from *Xenopus laevis* frogs. Plasmid DNA preparation of recombinant glutamate receptors. Preparation of a cDNA template for *in vitro* transcription. *In vitro* transcription with radioactive labeling. Formaldehyde agarose gel electrophoresis of cRNA. Pulling of glass microelectrodes and injection of oocytes. Preparing an electrophysiology "set up" for two-electrode voltage clamp measurements. Measurement of ligand-gated ion channels with the two-electrode voltage clamp method. Recording of dose-response curves of agonists and antagonists. Analysis of current-voltage relationships of ion channels. Desensitization and inactivation of ion channels. Pharmacology and modulation of ionotropic glutamate receptors.

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System": **"Engineering and confocal microscopy of fluorescently labeled glutamate receptors"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	M. Hollmann, R. Trippe
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar. Four such modules are compulsary in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the seminar, feedback during experiments
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	Students will get theoretically introduced to and learn to practically carry out the molecular biological and microscopical techniques required to successfully engineer fusion proteins from GFP (green fluorescent protein) variants and glutamate receptors. The constructs will then be expressed and functionally analyzed as well as visualized in HEK293 cells.
Soft skills	Planning and performing a research project that requires to conduct a series of connected, consecutive experiments that build on each other. Teamwork capabilities; writing of a comprehensive project report.

Contents of module	Planning of a cloning strategy to create a fluorescently labeled glutamate receptor subunit fusion protein. PCR-mediated generation of glutamate receptor cDNA fragments with subcloning-compatible ends. Subcloning of glutamate receptor fragments into GFP vectors. DNA preparation and clean-up to generate transfection-grade DNA. Passaging and cultivation of HEK293 cells. Transfection by the calcium phosphate method and expression of fusion proteins from GFP variants and recombinant glutamate receptor subunits in HEK293 cells. Visualization by confocal microscopy of fluorescently labeled glutamate receptor subunits and their intracellular transport. Analysis of receptor subunit assembly. Localization of glutamate receptor complexes in the plasma membrane. Colocalization analysis as well as FRET analysis to determine the possible interaction between differentially labeled receptor subunits.

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System": **"Functional characterization and tissue localization of visual signal transduction proteins"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	Bernhard Hovemann, Silvia Hartwig, Florian Brüsselbach, Stefanie Pütz and Katja Gonschorek
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar. Four such modules are compulsary in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the seminar, feedback during experiments
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a report in form of a poster presentation (50%)
Learning objectives	Students will learn to express an enzyme in *E. coli* and partially purify it using affinity chromatography. Enzyme activity will be determined using radioactive substrate. Brain tissue will be prepared and protein will be localized immunocytochemically using confocal microscopy. For subcellular localization a density gradient will be performed.
Soft skills	Planning and performing experiments, which employ different technical strategies

Contents of module

I. Protein expression in *E. coli* using a lac-promoter expression vector, disruption of cells.

Affinity chromatography with Ni^{2+}-Protino columns.

Verification of the employed expression and purification scheme by SDS-Page and Western blotting.

Enzyme assay with {^{3}H}-β-alanine

II. Preparation a protein extract of *Drosophila* fly-heads

Density gradient separation of cell components

SDS-Page separation of gradient fraction and Western blotting

III. Preparation of para-formaldehyde fixed *Drosophila* brain section

Immunocytochemical visualization of eye proteins

IV. Summary of the results as poster presentation

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System": **"RNA preparation and localization in tissue sections and Northern blots"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	Bernhard Hovemann, Silvia Hartwig, Florian Brüsselbach, Stefanie Pütz and Katja Gonschorek
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar. Four such modules are compulsary in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the seminar, feedback during experiments
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a report in form of a poster presentation (50%)
Learning objectives	Students will learn two state of the art techniques of RNA preparation. The quality of the RNA will be determined by native and denaturing gel electrophoresis/ Northern blot hybridization. In the second part of the practical, RNA detection in brain section is performed.
Soft skills	Planning and performing experiments, which employ different technical strategies

Contents of module	I. Preparation of *Drosophila* heads; RNA isolation from *Drosophila* bodies/heads using TRIzol or a CsCl density gradient centrifugation step. Denaturing agarose gel run of the RNA preparation and Northern blot transfer. II. Preparation of the plasmid, which will be used for run-off RNA-probe formation. Digoxigenin-RNA-probe transcription. Northern blot hybridization. Hybrid detection with chemiluminescence reagent. III. Fly head fixation. Preparation of brain sections for RNA hybridization. *In situ* hybridization to RNA. Hybrid detection using NBT/BCIP color formation IV. Summary of results as poster presentation

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System" **"Neurobiological foundations of asymmetry processes in pigeons"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	Martina Manns, Felix Ströckens, Sara Letzner
Teaching methods	two weeks advanced laboratory course with an intergrated seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	After completion of the course students will have aquired basic practical skills in the dissection of pigeon brain tissue, processing of brain slices, immunohistochemical staining and fluorescence microscopy. Students will have increased their knowledge concerning the lateralization of brain functions, theory of immunohistochemistry, basic microscopy and brain anatomy. If desired, lessons and practicals in lab animal care and handling can be attended.
Soft skills	collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory.

Contents of module	Topics: The pigeons visual system shows a dominance of the right eye towards specfic features, partly comparable to handedness in humans. The aim of our department is to understand the basic properties and foundations of such lateraliztion processes by investigating the neuronal substrates of lateralization in pigeons. Students will join a current project run by a senior scientist in our lab and participate in those experiments. Methods: Perfusion, disscetion of nervous tissue, preparation of brain slices, immunohistochemical staining, nissel staining, light and fluoresence microscopy Optional methods: Lab animal handling, sterotactical brain surgery, neuronal tracing, electrophysiology, behavioral experiments (skinner box)

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System": **"Investigation of autoimmunity of multiple sclerosis patients against glutamate receptors"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	M. Hollmann, R. Trippe
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar. Four such modules are compulsary in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the seminar, feedback during experiments
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	Students will get theoretically introduced to and learn to practically carry out molecular biological and immunological techniques designed to detect autoimmune diseases in blood samples from patients.
Soft skills	Planning and performing a research project that requires to conduct a series of connected, consecutive experiments that build on each other. Teamwork capabilities; writing of a comprehensive project report.

Contents of module	Cultivation and passaging of HEK293 cells. Transfection by the calcium phosphate method and expression of myc-tagged glutamate receptors in HEK293 cells. Isolation of recombinant proteins produced ion HEK293 cells by affinity purification via anti-myc agarose. Polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) of recombinant proteins. Electrophoretic transfer (Western Blotting) of proteins from acrylamide gels to nitrocellulose membranes. Test of patient sera (e.g., from multiple sclerosis patients) for the presence of autoantibodies against glutamate receptor proteins. For immunodetection, the ECL system (enhanced chemiluminescence) is used.

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology **"Molecular and Developmental Hematopoiesis "**

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Dr. Hannes Klump, PD Dr. Bernd Giebel location: University Hospital Essen, Institute for Transfusion Medicine, Robert Koch Building, Virchowstrasse 179
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar presentation.
Evaluation of learning progress	Comprehensive seminar presentation, active participation in the experiments, feedback and discussions concerning the project during experiments with the supervisor and the team colleagues
Mode of examination	A written project report (40%) and a successful participation in the practical work together with a seminar presentation (60%).
Learning objectives	After completing this modular practical work, the students will have learned how to - differentiate transgenic ES-cells (ESCs) of mice as embryoid bodies (EBs) - culture ESC-derived hematopoietic cells in suspension - isolate RNA from stem and progenitor cell subsets - analyse gene expression by qRT-PCR. - enrich adult human CD34+ cord blood cells by antibody- bound magnetic beads (MACS)

Soft skills	Performing the practical works either independently or cooperatively followed by reasonable assessment and interpretation of the results achieved during the experiments.

Contents of module	Subject: Development of hematopoietic stem cells (HSCs) during vertebrate development signaling pathways and transcription factors involved at different stages of embryonic and adult hematopoiesis Principles of quantitative, real time PCR (qRT-PCR) Progress of the stem cell research and its perspective for clinical trials Experimental methods: - enrichment of human CD34+ cord blood cells by antibody-bound magnetic beads (MACS), - immune fluorescence analyses of CD34+ cells - differentiation of mouse ES-cells (ESCs) of mice as embryoid bodies (EBs), - cultivation of ESC-derived hematopoietic cells (ES-HCs) in suspension - isolation of RNA from EBs and ES-HCs - analyses of hematopoietic gene expression by quantitative real-time PCR (qRT-PCR).

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology **"Glioblastoma multiforme, insights into cancer stem cells"**

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Carsten Theiss
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar presentation.
Evaluation of learning progress	Comprehensive seminar presentation, active participation in the experiments, feedback and discussions concerning the project during experiments with the supervisor and the team colleagues
Mode of examination	A written project report (40%) and a successful participation in the practical work together with a seminar presentation (60%).
Learning objectives	After completing this modular practical work, the students will be competent in culturing glioblastoma cells. They will learn the technique of microinjection of neurobiotin to visualize gap junctional cell coupling, immuno-histochemistry and finally analysis with aid of confocal laser scanning microscopy.
Soft skills	Performing the practical works either independently or cooperatively followed by reasonable assessment and interpretation of the results obtained during the experiments.

Contents of module

Subject:

Introduction of glioblastoma cell lines as well as fresh material from human patients.

Principles of immunohistochemistry to characterize these cells – cancer stem cells regarding cell differentiation and proliferation.

Investigation of gap junctional intercellular communication and its perspective for cell metastasis.

Experimental methods:

The glioblastoma cells grow at 37°C in a humidified incubator with 5% CO_2.

Immunohistochemistry will be done with different primary antibodies (anti-GFAP, anti-Cx43, Ki67 and others) to characterize the cells concerning cell fate and proliferation.

Gap junctional inter cellular communication will be studied by microinjection of neurobiotin into a single cell, followed by visualization of dye-spreading into adjacent cells under certain conditions.

Confocal laser scanning microscopy (Zeiss LSM 510) is used to analyze immunostained and microinjected specimens.

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology " The effect of thymosin beta 4 and Cofilin on the migration of myoblast cells (C2C12)"

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Abdulatif AL HAJ
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar presentation.
Evaluation of learning progress	Comprehensive seminar presentation, active participation in the experiments, feedback and discussions concerning the project during experiments with the supervisor and the team colleagues
Mode of examination	A written project report (40%) and a successful participation in the practical work together with a seminar presentation (60%).
Learning objectives	After completing this modular practical work, the students will be competent to apply the two methods of cell migration and to study cells after transfection with plasmids for protein overexpression and down regulation. Furthermore, they should be able to study the cells by immunostaining with suitable antibodies with confocal
Soft skills	Performing the practical works either independently or cooperatively followed by reasonable assessment and interpretation of the results obtained during the experiments.

Contents of module

Subject:

Introduction of myoblast (C2C12) cells

Principles of Boyden Chamber Assay and Agarose Drop Assays

Progress of cell migration and its perspective for cell metastasis.

Experimental methods:

The myoblast (C2C12) cells grow at 37°C in a humidified incubator with 5% CO_2 .

Transfection (plasmids and siRNA) will be carried out with two different reagents .

Cell migration will be studied with two methods (Boyden Chamber and Agarose Drop).

Biochemical analysis of protein expression after transfection by immunostaining and western blot or dot blot

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology **"Embryonic and adult myogenesis"**

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Ajeesh Balakrishnan-Renuka
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar presentation.
Evaluation of learning progress	Comprehensive seminar presentation, active participation in the experiments, feedback and discussions concerning the project during experiments with the supervisor and the team colleagues
Mode of examination	A written project report (50%) and a successful participation in the practical work together with a seminar presentation (50%).
Learning objectives	The participants will get opportunity to understand the mechanism of embryonic and adult myogenesis and to get hands-on training in the analysis of adult skeletal muscle stem cells (satellite cells). The students will learn the techniques like satellite cell isolation, culture and differentiation of myoblasts, immunocytochemistry, RNA isolation and RT-PCR.
Soft skills	Performing the practical works either independently or cooperatively followed by reasonable assessment and interpretation of the results achieved during the experiments.

Contents of module	Topics: Embryonic myogenesis Skeletal muscle regeneration and the stem cells participate in the process Therapeutic potential of skeletal muscle stem cells Immunocytochemistry and RT-PCR Experimental methods: Isolation of the mouse satellite cells Proliferation and differentiation of isolated satellite cells and myoblasts Isolation of RNA from myoblasts and RT-PCR Immunocytochemistry on satellite cells and myoblasts

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology "Transplantation of adipose derived stem cells (ASC) into a mice tibia injury model"
Credit points	4 (of 16)
Hours per week	16 + 4
Available in semester(s)	1
Compact course + seminar	☒
Lecturer(s)	PD Dr. med. Björn Behr, Dr. rer. nat. Jessica Schira, Dr. med. Christoph Wallner
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar presentation.
Evaluation of learning progress	active participation in the experiments, discussions concerning experiments and results, presentation of the results in a short talk, writing of project reports
Mode of examination	A written project report (40%) and a successful participation in the practical work together with a seminar presentation (60%).
Learning objectives	After completion of the laboratory course the student will have acquired the basic skills associated with isolation procedures and cultivation of mouse ASC, *in vitro* ASC differentiation and analysis by immuncytochemical stainings, alkaline phosphatase assay and TRAP staining. Moreover, students will have an insight into surgeries and transplantation of ASC into a mice tibia defect model and subsequent analysis of the bone regeneration process by histomorphometric analysis.
Soft skills	Planning of experiments, independent performance of most of the experiments, interpretation of the results, presentation of results

Contents of module	Subjects: • Differentiation potential of ASC *in vitro* and *in vivo* • Treatment of bone defects by stem cell transplantation: state of the art • Principles of immunocytochemical stainings Experimental methods: • Isolation of mice ASC and *in vitro* differentiation of ASC • Immunocytochemical stainings of differentiated mouse ASC • ALP and TRAP assay • Histomorphometric analysis of regenerating bone after ASC transplantation by Alizarin Red staining and Image J analysis
Literature	Behr, B., Tang, C., Germann, G., Longaker, M. T. and Quarto, N**.** (2011b). Locally applied VEGFA increases the osteogenic healing capacity of human adipose derived stem cells by promoting osteogenic and endothelial differentiation. *Stem Cells* 29, 286-296. Behr, B., Leucht, P., Longaker, M. T. and Quarto, N. (2010a). Fgf-9 is required for angiogenesis and osteogenesis in long bone repair. *Proc Natl Acad Sci U S A* 107, 11853-8. Quarto, N., Behr, B. and Longaker, M. T. (2010). Opposite Spectrum of Activity of Canonical Wnt Signaling in the Osteogenic Context of Undifferentiated and Differentiated Mesenchymal Cells: Implications for Tissue Engineering. *Tissue Eng Part A* 16, 3185-97.

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology "Detection of expression pattern in chicken embryos by *in-situ*-hybridization"

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Marion Böing
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar presentation.
Evaluation of learning progress	Comprehensive seminar presentation, active participation in the experiments, feedback and discussions concerning the project during experiments with the supervisor and the team colleagues
Mode of examination	A written project report (40%) and a successful participation in the practical work together with a seminar presentation (60%).
Learning objectives	After completion of the course the students should be able to perform non radioactive in situ hybridization for detection of gene expression in vertebrate embryos. Especially they should be familiar with the nuclease free handling of RNAs in the lab. Theoretically the basics of embryology will be worked out enabling the participants to interpret the obtained
Soft skills	Performing the practical works either independently or cooperatively followed by reasonable assessment and interpretation of the results achieved during the experiments.

Contents of module	**Subject:** Organogenesis during embryonic development and cell migration within the influence of signaling molecules on the basis of selected examples Gene expression and developmental control genes **Experimental methods:** Preparation of digoxygenin labeled antisense RNA probes based on plasmid DNA Preparation and fixation of chicken embryos of different developmental stages according to Hamburger-Hamilton stages In situ hybridization with different probes for visualization of gene expression, documentation and interpretation of gene expression pattern

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology **"Analysis of spatio-temporal Rho GTPase activity patterns in living cells"**

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Dehmelt, L.
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with a compulsory seminar presentation. **Please note:** Three other Practical Courses will have to be performed in the same semester to earn the full complement of 16 credits
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during experiments, project discussions with the supervisor
Mode of examination	A written project report (40%), and a seminar presentation of experimental results (60%) with oral exam.
Learning objectives	The student will acquire basic knowledge of Rho GTPase signal networks and develop the relevant skills to perform total internal reflection fluorescence microscopy to analyze the activity of Rho GTPases in living cells.
Soft skills	Seminar presentation of experimental data obtained during the practical

Contents of module	Transfection of fluorescently labeled Rho GTPase effector domains into cells. Measurement of RhoA GTPase activity via total internal reflection fluorescence microscopy (TIRF-M) after pharmacological perturbation. Co-transfection of RhoA effector and/or regulators into living cells. Quantitative analysis of RhoA activity patterns and spatio-temporal cross-correlation with effector and/or regulator activity. Interpretation of Rho GTPase signal network dynamics.

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology **"Cell Migration"**

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Prof. Dr. Thomas Dittmar (Stem Cell Research Group, Institute of Immunology, Witten/ Herdecke University)
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with a compulsory seminar presentation. **Please note:** Three other Practical Courses will have to be performed in the same semester to earn the full complement of 16 credits
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during independently performed experiments, project discussions with the supervisor
Mode of examination	A written project report (40%), and a seminar presentation of experimental results (60%) with oral exam.
Learning objectives	The aim of this practical course is to analyze the differential migratory activities of hybrid cell lines in comparison to their parental derivatives. In addition to cell migration studies Western Blot analyses will be conducted to determine the differential kinetics of signal transduction cascades knowing to be involved in cell migration.
Soft skills	Seminar presentation of experimental data obtained during the practical

Contents of module	Cell culture Flow cytometry Western Blot analysis Cell migration studies and analysis

Title of module	Embryonic stem cell culture and cardiac lineage selection techniques

Credit points		***Available in semester(s)***	
Hours per week	24	***Compact course***	

Lecturer(s)	H. Milting, A. Kassner, B. Klauke
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar (4 days a week practical course)
Evaluation of learning progress	Completion of practical tasks, active participation in the seminar, writing of a scientific report
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	Students will get introduced in the cell culture techniques necessary for linage selection of developing cardiomyocytes from recombinant murine embryonic stem cells. Expression profiles of various transcription factors and cardiac specific genes will be examined during differentiation of ESC to cardiomyocytes. Analysis will include immunhistochemical and pharmacological analyses.
Soft skills	Performing a research project consisting of a series of trials, team working, scientific presentation of the results in a project report and critical discussion.

Contents of module	Cultivation of a murine ESC cell culture and selection of cardiomyocytes. RNA isolation. Quantitative real time PCR. Visualization of cells by microcopy and chronotropy studies of cardiomyocyte derived from ESC. Immunohistochemical characterization of ESC/cardiomyocytes at different time points compared to heart tissue.

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology "Isolation and culturing of murine neural stem cells"

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Prof. Dr. Beate Brand-Saberi; Mohamed Farhaoui
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar presentation.
Evaluation of learning progress	Comprehensive seminar presentation, active participation in the experiments, feedback and discussions concerning the project during experiments with the supervisor and the team colleagues
Mode of examination	A written project report (40%) and a successful participation in the practical work together with a seminar presentation (60%).
Learning objectives	After completing this modular practical work, the students will be competent to isolate the murine neural stem cells and to perform cell culture, Immunocytochemistry, PCR and Western Blot.
Soft skills	Performing the practical works either independently or cooperatively followed by reasonable assessment and interpretation of the results achieved during the experiments.

Contents of module

Subject:

Early stages of brain development

Introduction into neural stem cells

Principles of cell culture technique

Progress of the neural stem cell research and its perspective for clinical trials

Experimental methods:

Isolation of the neural stem cells from the 13,5 dpc mouse Embryo.

Culture of the neural stem cells under different conditions.

Identification and characterization of the cell fate after neural stem cells differentiation.

Literature :

- Fundamental Neuroscience. Larry R. Squire (Autor)
- Neural Stem Cells: Methods and Protocols: (Methods in Molecular Biology) von Leslie P. Weiner von Humana Press
- Adult Neurogenesis 2: Stem Cells and Neuronal Development in the Adult Brain. MD Kempermann Gerd (Autor)

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point "Molecular Biochemistry of Stem Cells" **"Protein purification and transduction"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	R. Heumann, S. Neumann
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar. Four such modules are compulsary during the first term.
Evaluation of learning progress	Active participation in the seminar, feedback during experiments.
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) as well as a written project report (50%).
Learning objectives	Learning how to express a protein of interest in a bacterial system. Applying methods of detection, purification, separation, concentration and storage of proteins. Basic methods in secondary cell culture work, sterile working, applying proteins for protein transduction focusing on the transducible Cre recombinase HTNCre and analysing cells for recombination.
Soft skills	Planning and performing a research project that requires to conduct a series of connected, consecutive experiments that build on each other. Teamwork capabilities; writing of a comprehensive project report.

Contents of module	Seminar: Introduction into protein transduction and its use in reprogramming somatic cells into induced pluripotent stem cells (iPS). Practical work: Preparing of buffers and cell culture media, transforming of bacteria, bacterial protein expression, methods of protein isolation under native conditions, determination of protein concentration, SDS-gels, methods of protein concentration, storage and stability properties of proteins. Secondary cell culture, sterile work, thawing and freezing of the Cre reporter cell line CV1-5B, cultivation and splitting of the cells, performing protein transduction on reporter cell line, cell fixation, X-gal staining, quantifying the recombination efficiency after cellular uptake of HTNCre. In this module the cell permeable Cre recombinase HTNCre will be bacterially expressed, purified and used for protein transduction in the Cre reporter cell line CV1-5B. This is a proof-of-principle experiment demonstrating protein transduction which can be transferred for the reprogramming of somatic cells into induced pluripotent stem cells.

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology **"Lab Rotation - Regenerative Medicine in Plastic Surgery"**
Credit points	4 (of 16)
Hours per week	40
Available in semester(s)	1
Compact course + seminar	☒
Lecturer(s)	Dr. phil. nat. Jacobsen, Dr. med. Tobias Hirsch.
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with a compulsory seminar presentation. **Please note:** Three other Practical Courses will have to be performed in the same semester to earn the full complement of 16 credits
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during independently performed experiments, project discussions with the supervisor
Mode of examination	A written project report (40%), and a seminar presentation of experimental results (60%) with oral exam.
Learning objectives	The student will acquire an overview of the most common molecular biology methods on the translational field of oncological, adipose-derive mesenchymal stem cell and wound research. Moreover, the direct material isolation out of primary tissue will be trained. The students will be integrated into the research team and get to understand the daily practical research requirements.
Soft skills	Seminar presentation of experimental data obtained during the practical experience. Analysis of research papers.

Contents of module	**Isolation of cells out of primary human material:** - **soft tissue sarcoma,** - **human skin (keratinocytes and fibroblasts)** - **adipose-derived mesenchymal stem cells.** **(Due to fluctuations in the operation room, the availability of all the tissue materials cannot be always guaranteed)** **Cell culture and subcloning of primary human cells** **Understanding the differences in approaching primary cells vs. cell lines.** **mRNA isolation, complementary DNA synthesis and quantitative reverse transcription PCR** **Weekly journal club** **Presentation of the own results to a scientific audience**

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology "From the stem cell to mature T and B cells, analysis with flow cytometer and theoretical backbround"

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Karl Sebastian Lang, Vishal Khairnar
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar presentation.
Evaluation of learning progress	Seminar presentations on T and B cell development, FACS analysis of different T and B cell subpopulation in different gene targeted mice
Mode of examination	A written project report (40%) and a successful participation in the practical work together with a seminar presentation (60%).
Learning objectives	After completing this modular practical work, the students will be competent to perform multicolor FACS analysis. They students will get theoretical background about mechanisms of B and T cell development.
Soft skills	Performing the practical works either independently or cooperatively followed by reasonable assessment and interpretation of the results achieved during the experiments.

Contents of module	Subject: Differentiation of T and B cells from hematopoietic stem cells Principles of the flow cytometer Experimental methods: Taking, blood, bone marrow, thymus, spleen and lymphnode from the mice Making cell suspension of different organs Preparing cell suspension for multicolor FACS analysis. Using flow cytometer

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology **Mesenchymal Stem Cells for Regenerative Medicine**

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Sengstock, Köller
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with a compulsory seminar presentation. **Please note:** Three other Practical Courses will have to be performed in the same semester to earn the full complement of 16 credits
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during independently performed experiments, project discussions with the supervisor
Mode of examination	A presentation of a relevant recent paper (journal club) (40%), and a seminar presentation of experimental methods and results (60%) with oral exam.
Learning objectives	The student will acquire an intimate knowledge of cell culture techniques for harvest, proliferation, and differentiation of human mesenchymal stem cells. The student develop the relevant skills that are necessary to investigate mesenchymal stem cells for regenerative medicine and clinical practice such as research on suitable cell carrier systems and autologous cell differentiation factors (leukocyte mediators).
Soft skills	Seminar presentation of experimental data obtained during the practical

Contents of module	Isolation of human mesenchymal stem cells (MSC) from bone marrow Expansion of MSC by cell culture methods Fluorescent staining of MSC (such as Calcein-AM, PI, DAPI, focal adhesion proteins). Confocal laser scanning micoscopy Characterization of expanded MSC by epitop markers (flow cytometry) Cultivation of MSC on different biomaterials Analysis of osteogenic differentiation by Alizerin staining Analysis of released bioactive factors (ELISA)

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology "Immunohistochemistry of stem cells in adult brains"

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Dr. med. Dipl. Psych. Elisabeth Petrasch-Parwez Department of Neuroanatomy and Molecular Brain Research
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar presentation and report
Evaluation of learning progress	Active participation in the experiments, feedback and discussions concerning the project during experiments with the supervisor and the team colleagues
Mode of examination	Performance of practical tasks in the experiments (1/3), 15 min seminar presentation including discussion (1/3), either written project report or design of a poster (1/3)
Learning objectives	Dissection and fixation of mouse brains at different ages, vibratome and cryosectioning of mouse brain blocks, peroxidase and fluorescence immunohisto-chemicstry with stem-cell specific markers; photodocumentation; comparison with human brain sections of the respective areas
Soft skills	Performing the practical work either independently or cooperatively, precise documentation of experiments, presentation and critical evaluation of the results obtained by the experiments

Contents of Module	Preparation and fixation of mice brains at two ages (3 weeks and 3 months), photodocumentation Embedding in Agarose according to defined coordinates (Paxinos and Franklin, 2012) Preparation of frontal brain blocks with representative adult stem cell areas Vibratome - and cyrosectioning of brain blocks with the olfactory bulb, striatum and hippocampus Peroxidase and fluorescence immunostaining of the sections with antibodies for regional identification of the respective areas and for stem cell detection Microscopical photodocumentation and analysis of the immunostained sections Comparison of the adult stem cell areas in mice with the respective areas in human brains

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology **"Lab Rotation - Regenerative Medicine in Plastic Surgery"**

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	40	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Prof. Dr. Steinsträsser, Dr. rer. nat. Jacobsen, Dr. med. Mikhail.
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with a compulsory seminar presentation. **Please note:** Three other Practical Courses will have to be performed in the same semester to earn the full complement of 16 credits
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during independently performed experiments, project discussions with the supervisor
Mode of examination	A written project report (40%), and a seminar presentation of experimental results (60%) with oral exam.
Learning objectives	The student will acquire an overview of the most common molecular biology methods on the translational field of oncological, adipose-derive mesenchymal stem cell and wound research. Moreover, the direct material isolation out of primary tissue will be trained. The students will be integrated into the research team and get to understand the daily practical research requirements

Soft skills	Seminar presentation of experimental data obtained during the practical experience. Analysis of research papers.

Contents of module	Isolation of cells out of primary human material: - soft tissue sarcoma, - human skin (keratinocytes and fibroblasts) - adipose-derived mesenchymal stem cells. (Due to fluctuations in the operation room, the availability of all the tissue materials cannot be always guaranteed) Cell culture and subcloning of primary human cells Understanding the differences in approaching primary cells vs. cell lines. mRNA isolation, complementary DNA synthesis and quantitative reverse transcription PCR Weekly journal club Presentation of the own results to a scientific audience

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology **"MSC Differentiation towards EC and SMCs and their Isolation and Characterization"**

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Edda Tobiasch, Andreas Pansky, Margit Schulze
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar presentation.
Evaluation of learning progress	Comprehensive seminar presentation, active participation in the experiments, feedback and discussions concerning the project during experiments with the supervisor and the team colleagues
Mode of examination	A written project report (40%) and a successful participation in the practical work together with a seminar presentation (60%).
Learning objectives	After completing this modular practical work, the students will be competent to differentiate mesenchymal stem cells towards endothelial cells (EC) and smooth muscle cells (SMCs) and isolate ECs and SMCs from bovine aorta and characterize them by means of semi-quantitative RT-PCR and immunofluorescence. Furthermore, they should be able
Soft skills	Performing the practical works either independently or cooperatively followed by reasonable assessment and interpretation of the results achieved during the experiments.

Contents of module	Subject: Mesenchymal stem cells and their potential Principles of semi-quantitative RT-PCR technique and STR genoytyping Polymer scaffolds and their use Experimental methods: Isolation and differentiation of mesenchymal stem cells (MSCs) towards endothelial cells (EC) and smooth muscle cells (SMCs) Isolation of primary EC and SMCs Characterization of EC and SMCs using specific Markers and semi-quantitative RT-PCR for Gene expression and immunofluorescence for protein expression STR Genotyping of human cells Structure analysis of polymer scaffolds

Title of module	Stem Cell Practical Course International Master of Molecular and Developmental Stem Cell Biology "Isolation and culturing of the mouse embryonic stem cells"

Credit points	4 (of 16)	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	16 + 4	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	Baigang Wang, Markus Napirei
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar presentation.
Evaluation of learning progress	Comprehensive seminar presentation, active participation in the experiments, feedback and discussions concerning the project during experiments with the supervisor and the team colleagues
Mode of examination	A written project report (50%) and a successful participation in the practical work together with a seminar presentation (50%).
Learning objectives	After completing this modular practical work, the students will be competent to isolate the mouse embryonic stem cells and to establish a certain mouse ES cell line after culturing the cells for several passages. Furthermore, they should be able to genotype the ES cells by means of RT-PCR and to prepare them for a
Soft skills	Performing the practical works either independently or cooperatively followed by reasonable assessment and interpretation of the results achieved during the experiments.

Contents of module	Theme: Early stages of the mouse embryo development Introduction of the embryonic stem cells Principle of the RT-PCR technique Progress of the stem cell research and it´s perspective for the clinical trials Experimental methods: Preparation and treatment of the mouse embryonic fibroblast (MEF) as feeder cells for culturing the mouse ES cells Isolation of the mouse ES cells from the 3.5 dpc mouse blastocysts Culturing of the established mouse ES cells on a feeder cell layer Genotyping of the ES cells by RT-PCR

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System": **"Culture and differentiation of neural precursor cells"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	S. Wiese, A. Klausmeyer
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar. Four such modules are compulsary in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the seminar, feedback during experiments
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	Students will get introduced in the cell culture techniques necessary to differentiate precursor cells isolated either from the spinal cord or to differentiate cell from a cell line. Analysis will include immunhistochemical analyses.
Soft skills	Planning and performing a research project that requires to conduct a series of connected, consecutive experiments that build on each other. Teamwork capabilities; writing of a comprehensive project report.

Contents of module	Planning of a cell culture experiments. Immunohistochemical detection of different cell types like astrocytes, oligodendrocytes and neural precursor cells as well as early neurons. Learning to do the cell culture experiments under clean conditions and – if necessary even without antibiotics. Passaging PC12 cells. Visualization of cells by fluorescence microscopy.

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Plants and Microorganisms" VZ: 185770, 183771 **"Antibiotic Research"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	Julia Bandow
Teaching methods	One week advanced structured laboratory course followed by a one week laboratory research project with an intergrated seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Active and successful participation (25%), written report (25%), oral seminar presentation (25 %), oral examination (25 %)
Learning objectives	After completion of the course students will have aquired basic practical skills in enrichment of microorganisms from the environment and microbiological characterization of antibiotics. Furthermore, students will use proteomics to study the bacterial response to antibiotic stress.
Soft skills	Collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory, presentation of results, reading and presentation of an origial research article

Contents of module	Topics: 1. Isolation of antibiotic producers from soil 2. Identification and microbiological characterization of an antibiotic 3. Bacterial response to antibiotic stress 4. Antibiotic resistance Methods: Extraction of antibiotic Analytical Methods: mass spectrometry, paper chromatography, agar diffusion assay Protein methods: Bacterial growth experiments, extraction of proteins, protein quantitation (Bradford assay), two-dimensional protein separation (2D-PAGE), enzyme activity assay Microbiological methods: Isolation of bacteria from soil, enrichment techniques, antibiogram, determination of minimal inhibitory concentration (MIC) and resistance frequency

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Molecular Biology and Biotechnology of Plants and Microorganisms" 185871 **"Redox Biology"**

Credit points	4	*Available in semester(s)*	1
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	L.I. Leichert
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with an integrated seminar.
Evaluation of learning progress	Active participation, independent research, oral presentation of own research, written research protocol
Mode of examination	Successful practical work and protocol.
Learning objectives	Basics in experimental design, good laboratory practice, insights into protein redox biology, introduction to a variety of advanced methods.
Soft skills	Team work and collaboration, presentation skills, comprehension of original research papers, writing skills.

Contents of module	During this two-week course the student will be supervised by a graduate student or postdoc and will work on a small project related to their research. These projects will include some or all of the following: Physiological stress experiments with *E. coli*. Phenotypical analysis of *E. coli* knock-out mutants. Genetic complementation of mutants. Characterization of redox-active proteins with UV-VIS, CD, mass spectrometry, SDS PAGE, Western blot, HPLC. Molecular biology, rational mutagenesis of proteins. Protein purification

title of module	Modular advanced practical (Molecular Biology and Biotechnol. of plants and microorg.): Enzyme engineering

credit points	4	***available in semester(s)***	1
hours per week	5.25	***compact course***	☒

lecturer(s)	R. Kourist, S. Gassmeyer
teaching methods	Active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
evaluation of learning progress	Active and successful participation in the practical and the written project report (80%) and talk in the seminar (20%)
mode of examination	Active and successful participation in the practical and the written project report (80%) and presentation (20%)
learning objectives	Advanced knowledge of molecular biology, introduction to mutagenesis methods, introduction to biocatalysis, critical assessment of scope and limitations of high-throughput assays, strategies for directed evolution experiments, strategies for rational protein design, chemoenzymatic synthesis of fine chemicals.
soft skills	Collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory, presentation of results (oral and written).

contents of module	The module focuses on biotechnologic applications and enzyme engineering of biocatalysts from bacteria and plants. Cloning of a microbial enzyme from genomic DNA and expression Site-directed mutagenesis and mutant characterization of a biocatalyst from secondary metabolism of plants (gymnosperms) Library generation and characterization in a high-throughput assay Purification and characterization of improved variants Synthesis of optically pure arylaliphatic carboxylic acids by a chemoenzymatic route.

title of module	Applied proteomics and lipidomics

credit points	4	***available in semester(s)***	1, 2
hours per week	40	***compact course***	☒

lecturer(s)	PD Dr. Ansgar Poetsch.
teaching methods	lab course, this course takes place during the third part of the winter term or the second half of the summer term
evaluation of learning progress	active participation in practical, progress seminars, written protocol
mode of examination	written protocol
learning objectives	Potential of mass spectrometry to identify and quantifiy proteins and lipids. Understanding the suitability of such methods to study and improve metabolic networks in yeast or bacteria used for the biotechnological production of fine chemicals. Properties of biotechnologically important microorganims, their cultivation and products.
soft skills	teamworking and collaboration in the lab, presentation skills, English literature, writing skills

contents of module	Scientific aims: Analysis of protein and lipid profiles of different strains to discover new possibilites for strain improvement. During the 2 weeks short course, one of the following topics can be covered: - Cultivation of microorganisms and protein / lipid isolation and purification - Quantitative analysis of proteome modifications with mass spectrometry - Lipid profiles of various producing strains with mass spectrometry - Development of enzyme assays for key metabolic reactions - Phenotytipc characterisation (growth, fitness, etc.) of mutant strains -Development of new mass spectrometry assays for metabolite identification and quantification

Title of Course: **Modular advanced practical in the focal point programme "Molecular biology and biotechnology of plants and microorganisms": "Characterization of cyanobacteria as microbial hosts for the production of energy carriers"**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 2 weeks
1	**Module:** Characterization of cyanobacteria as microbial hosts for the production of energy carriers		**Hours per Week** 5,25	**Self-study** 40 h	**Credit Points** 4
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise, 2 week all-day practical lab. course with integrated seminar				
3	**Group Size:** ~ 2 students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a broad overview of cyanobacterial metabolism and are introduced into the automated control of photobioreactors. As soft-skills teamworking, English language, presentation and writing skills are adressed.				
5	**Contents:** Controlled cultivation of cyanobacteria in automated photobioreactors. Characterization of photosynthetic efficiency. Analysis of cyanobacterial phenotype by quantitative proteome analysis				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic methods in molecular biology and protein chemistry				
8	**Method(s) of Examination:** Active and successful participation in the practical and oral examination at the end of the course				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Oral presentation or written protocol				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** M. Rögner & S. Rexroth				
13	**Additional Information:** Two week course in the third part of winter semester or thereafter (flexible)				

Title of Course: **Modular advanced practical in the focal point programme "Molecular biology and biotechnology of plants and microorganisms": "Cyanobacterial membrane protein complexes"**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 2 weeks
1	**Module:** "Cyanobacterial membrane protein complexes"		**Hours per Week** 5,25 h	**Self-study** 40 h	**Credit Points** 4
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise, 2 week all-day practical lab. course with integrated seminar				
3	**Group Size:** ~ 2 students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a broad overview upon isolation and characterization of cyanobacterial membrane protein complexes and learn to read original English articles				
5	**Contents:** Large scale fermentation of thermophilic cyanobacteria in 20 L photobioreactor / isolation and purification of membrane protein complexes by HPLC techniques / characterization of isolated complexes by spectroscopy and by mass spectrometry				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic methods in molecular biology and protein chemistry				
8	**Method(s) of Examination:** Active and successful participation in the practical and oral examination at the end of the course				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Oral examination must be passed				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** M. Rögner & M. Nowaczyk				
13	**Additional Information:** Two week course at the end of winter semester or thereafter (flexible)				

Title of Course: **Modular advanced practical in the focal point programme "Molecular biology and biotechnology of plants and microorganisms": "Applied quantitative proteomics"**					
Type: Elective Course			**Workload** 120 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 2 weeks
1	**Module:** "Applied quantitative proteomics"		**Hours per Week** 5,25 h	**Self-study** 40 h	**Credit Points** 4
2	**Teaching Methods:** a) Lecture; b) Exercise, 2 week all-day practical lab course with integrated seminar				
3	**Group Size:** ~ 2 students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a broad overview upon mass spectrometric quantification as well as identification of proteins involved in metabolic and signaling networks of microalgae, bacteria or sperm cells and learn to read original English articles				
5	**Contents:** - Quantitative proteome analysis of cells responding to various stresses - Quantitative analysis of protein modifications with mass spectrometry (MS) - Absolute protein quantification by selected reaction monitoring (SRM)-MS - establishment of new protocols for protein sample preparation - Phenotypic characterization (growth, fitness, etc.) of cells growing under different conditions				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic methods in protein chemistry				
8	**Method(s) of Examination:** Active and successful participation in the practical and oral examination at the end of the course				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Oral examination must be passed				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** Christian Trötschel				
13	**Additional Information:** Two week course at the end of winter semester or thereafter (flexible)				

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Molecular Medicine", VZ: 185780, 183781 **" Interactions of bacterial and viral proteins with mitochondria "**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	J. Rassow and teaching assistants
Teaching methods	Two-week advanced laboratory course with an intergrated seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	The virulence of pathogenic bacteria and viruses depends on proteins that mediate adhesion to target cells, toxicity or defence against the immune system. An increasing number of these proteins is known to target mitochondria in the cells of infected tissues. It is the aim of the practical course to show how the molecular interactions of virulence factors with mitochondria can be investigated. The major experimental system used is a cell-free system for import of ^{35}S-radiolabeled proteins into isolated mitochondria.
Soft skills	An important aspect of the work in the laboratory is the daily discussion of the results obtained in the investigations and the strategy of the next experiments. All work is done in collaboration with experienced

Contents of module	Isolation of mitochondria from yeast, or, optional, from rat liver. Synthesis of radio-labeled model proteins in reticulocyte lysate (in small volumes of up to 0.2 ml). Optional: Construction of plasmids encoding new model proteins. Import of radio-labeled proteins into isolated mitochondria, SDS-PAGE, BN-PAGE, assessment of the import efficiency using a phosphorimager. Subfractionation of mitochondria for detection of proteins in distinct mitochondrial compartments.

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Molecular Medicine" 185780, 185781 "HLA-D Typing and LightCycler Applications"

Credit points	4	*Available in semester(s)*	7
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	HP Rihs, T. Brüning
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar.
Evaluation of learning progress	Active participation in the practical course, feedback during the experiments
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	During the first part students will get theoretically introduced to and learn to practically carry out molecular biological techniques designed to determine the *DRB1* and *DQB1* alleles in the genomic DNA of the students own blood samples and buccal swabs.In the second part the DNA from both sources will be used to analyze certain SNPs with two different techniques. Finally, students will perform a deduction of the *NAT2* acetylation status by analyzing seven SNPs using a combination of sequencing and real-time PCR on a
Soft skills	Planning and performing a project that requires to conduct a series of connected, consecutive experiments that build on each other. Teamwork capabilities; writing of a comprehensive project report.

Contents of module	• Genomic DNA isolation of own buccal swabs • Genomic DNA isolation of own white blood cells • Agarose gel electrophoresis • HLA-D typing for *DRB1* and *DQB*1 genes by PCR with sequence-specific primers (SSP-PCR) and other methods (i.e. non-radioactive sequencing) • SNP analyses of certain genes like *GSTM1*, *GSTT1* and *GSTP1* using two different techniques (PCR-RFLP and Real-time PCR) and two different DNA sources (buccal swabs and EDTA blood) • Deduction of the acetylation status by analysis of seven SNPs in the *NAT2* gene by a combination of sequencing and LightCycler analyses.

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Molecular Medicine" VZ: 185780, 183781 **„Interaction of Dendritic Cells with T-Lymphocytes"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	M.Peters and A.Bufe
Teaching methods	Two weeks advanced laboratory course with an integrated seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	The students will learn how dendritic cells interact with T-lymphocytes. The essential factors for activation of T-lymphocytes by dendritic cells will be studied in vitro e.g. the importance of antigen presentation on MHC class II molecules and the activation with danger signals resulting in expression of costimulatory molecules and cytokines. This interaction will be studied in a cell culture system applying in vitro generated bone marrow derived dendritic cells and T-helper-cells isolated from transgenic mice that express a T cell receptor specific for the model allergen ovalbumin with high frequency.
Soft skills	Documentation of workflow and results Critical discussion of results Presentation of scientific publications

Contents of module	- Generation of Dendritic Cells in vitro - Purification of T-helper cells from whole spleen cells by magnetic sorting - Flow cytometry - Cell culture - ELISA

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Molecular Medicine" 1 85780/185781 **"Characterization of proteins isolated from peroxisomes and peroxisomal membranes of the yeast *Saccharomyces cerevisiae"***

Credit points	4	*Available in semester(s)*	2
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	Prof. Dr. Ralf Erdmann and teaching assistants
Teaching methods	Advanced laboratory course (2 weeks)
Evaluation of learning progress	Active participation in experiments and laboratory tasks, feedback during the experiments, participation in laboratory seminars/scientific presentation
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	After completion of the course, students will have aquired basic practical skills in biochemical, microbiological and molecular biological methods. The students will be able to isolate protein-complexes by affinity chromatography and to characterize these complexes according to their size (size-exclusion chromatography) and constituents (SDS-PAGE, immuno-blotting). Students will learn how state-of-the-art molecular cell biological methods are used to tackle the structure and function of cellular nanomachines with with the peroxisomal protein translocation apparatus as an example.

Soft skills	Communication and collaboration skills will be improved by working in a small team of 2-3 students adviced by members of the research laboratory. Presentation skills will be improved by learning how to present scientific data in talks and scientific discussions.

Contents of module	Topics: Characterization of metabolite transport across the peroxisomal membrane Dissection of the peroxisomal protein import machinery Structure and function of the peroxisomal nano-maschine complex Pex1p/Pex6p, two AAA-ATPases. Methods: • Cultivation of Bakers yeast • Different techniques for cell breakage • Cell fractionation and isolation of cellular membranes • Separation of protein mixtures and protein complexes by SDS polyacrylamid gel electrophoresis • Western blotting and immunodetection • Size-exclusion chromatography

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Molecular Medicine" 185780/185781 **"Allergy Research – from the production of allergen extract to allergen characterization"**

Credit points	4	*Available in semester(s)*	1
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	M. Raulf-Heimsoth, S. Kespohl
Teaching methods	Two-week advanced laboratory course with an intergrated seminar.
Evaluation of learning progress	Active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment.
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	After completion of the course students will have acquired basic practical skills in the preparation of extracts from different allergen sources including proteinchemical techniques like protein extraction, protein determination, quantification of protein content, dialysis, SDS-PAGE, silver staining, IgE immunoblotting, IgG immunoblotting, inhibition analysis, enzymatic digestion of allergen extracts, ELISA procedure, determination of cross-reactivity.
Soft skills	Collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory as well as the team of the Center Allergology/Immunology of the IPA, presentation of results

Contents of module	Topics: "Allergy Research – from the production of allergen extract to allergen characterization" Questions addressed: How to prepare an allergen extract? How to detect allergens? How to check for allergenicity? How to characterize IgE binding sites? How to determine cross-reactivity? How to quantify allergen content in several allergen extract preparations? Methods: Preparation of protein extract by using different protein extraction procedures, protein determination by different methods, SDS-PAGE, electrophoresis, silver-staining, IgE immunoblotting (allergogram with sera from sensitized patients), IgG immunoblotting with sera from immunized rabbits, inhibition immunoblot, performance of ELISA measurements, characterization of cross-reactivity, allergen quantification in of allergens in processed extracts.

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Molecular Medicine" VZ: 185780, 183781 **"Generation and Charcterization of Lentiviral Vectors for Gene Therapy"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	M. Tenbusch and teaching assistants
Teaching methods	two weeks advanced laboratory course with an intergrated seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	The students will be thereotically introduced in the design and characterization of lentiviral vectors used for gene therapeutic approaches. They gain insides in the propogation of permanent cell cultures and in molecular biological and basic virological methods.
Soft skills	Students have to collaborate in small groups of 2-3 students, planning of collaborative, consecutive experiments which based on each other, further interaction in the environment of an research laboratory, writing a comprehensive project report

Contents of module	propagation of a permanent cell line Amplification and Purification of plasmid DNA Transient transfection with lentiviral vector constructs using polyethylenimine (PEI) complexes Harvesting and partial purification of lentiviral particles by ultrazentrifugation Transgene expression analysis by fluorescence microscopy and FACS measurements Quantification of lentiviral particles by ELISA and RT-PCR Determination of infectivity of lentiviral particles Introduction into “virtual cloning”

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Molecular Medicine" VZ: 185780, 183781 **" Molecular Pathology"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course + seminar***	☒

Lecturer(s)	A. Tannapfel and teaching assistants
Teaching methods	A two-week all-day practical lab course with a compulsory seminar presentation. **Please note:** Three other Practical Courses will have to be performed in the same semester to earn the full complement of 16 credits
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during independently performed experiments, project discussions with the supervisor
Mode of examination	Evaluation of successful completion of course will be based on seminar presentation of experimental results (60%), a *viva voce* examination (20%) and submission of a written project report (20%).
Learning objectives	After completing this course the student will acquire an intensive hands-on experience in different techniques to analyze DNA mutations and epigenetic modifications. Intensive training in bisulfite convertion of gDNA, pyrosequencing based quantitative positional methylation analysis and *in vitro* methylation will also be imparted.
Soft skills	Development of both written and oral scientific presentation skills and collaborative team work.

Contents of module

- DNA-Extraktion
- Mutation analysis
    a. HRM-analysis
    b. Sangersequencing
    c. Pyrosequencing
- Promotor-Methylation analysis:
    a. Pyrosequencing
    b. MSP-Analysis

Title of Course: **Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Molecular Medicine" (and Seminar)**					
Type: Elective course			**Workload** ~ 100 h	**Intended for Semester** 1	**Duration** 2 weeks
1	**Module:** Focal Point Molecular Medicine		**Hours per Week** **5,25**	**Self-study** 20 h	**Credit Points** 4 CP
2	**Teaching Methods:** two weeks advanced laboratory course with an integrated seminar **(one of four lab courses to be completed in the first term)**				
3	**Group Size:** 1-3 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment				
5	**Contents:** **The student will acquire intimate knowledge of a number of state-of-the-art cell or molecular biological, biochemical, or related techniques. The student will develop relevant skills that are necessary to perform the more advanced research practicals.**				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** -----				
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** active participation; completion of written report				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** Brüning, Bufe, Epplen, Erdmann, Hahn, Joachim, Linke, Rassow, Raulf, Rinne, Tannapfel, Tatzelt, Tenbusch, Winklhofer, and teaching assistants				
13	**Additional Information:**				

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function" VZ: 185750/185751 **"Proteincrystallography"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	E.Hofmann, R.Gasper-Schönenbrücher
Teaching methods	two weeks advanced laboratory course with an intergrated seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	After completion of the course students will have aquired basic practical skills in the expression and purification of soluble proteins for structural biology. They will also have had first practical experience with protein crystallization and single crystal X-ray diffraction.
Soft skills	collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory, presentation of results both in a talk and in a written report.

Contents of module	Starting from an expression plasmid, students will introduce them into an suitable E.coli expression strain, grow large cell cultures for protein preparation. Standard purification techniques like centrifugation and fast protein liquid cromatography with Aekta-Systems will be used to obtain pure protein for structural studies. Progress of purification will be followed by SDS-page analysis. The purified protein will be used to set up crystallisation screens in order to obtain 3D-crystals suitable for X-ray analysis. Crystals will be analysed with the inhouse diffractometer.

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function" **Practical Bioinformatics of Proteomics**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	32	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	PD Dr. Martin Eisenacher
Teaching methods	A two-week all-day practical course coupled to a seminar, by arrangement
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during independently performed programming, project discussions with the supervisor
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical as well as a written project report. Successful oral presentation of the results in a seminar talk
Learning objectives	The students will be made familiar with a typical identification / quantification workflow in mass spectrometry based Proteomics. Furthermore, they will gain insight into programming / utilization of workflow tools (e.g. knime).
Soft skills	Interaction with the members of our working group and other research laboratories, presentation and discussion of results (oral and written).

Contents of module	Setup of programming / workflow environment Inspection of existing analysis packages and modules and programming / workflow mechanisms Implementation of identification / quantification workflow on a benchmark data set with existing quantification values: - data handling (e.g. conversion of spectra files) - spectrum identification (with one or more search engines) - false-discovery-rate estimation with decoy approach - protein inference (assembling peptides to proteins) - label-free quantification (e.g. spectral counting or LC-MS map-based) Calculation of fold change and p-value (statistical significance) Conversion of results into standard formats Annotation of result list with existing knowledge (enrichment analysis or pathway analysis)

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function" Quantitative Proteomics, establishment of new techniques for clinical research

Credit points	4	***Available in semester(s)***	2
Hours per week	40	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	C. Henkel
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar.
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during independently performed experiments, project discussions with the supervisor
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical as well as a written project report.
Learning objectives	The students will gain insight into modern proteomics methods. Establishment of new workflows will be a main task.
Soft skills	Interaction with the members of our and other research laboratories, presentation and discussion of results (oral and written).

Contents of module	MALDI Imaging: Technical improvement by using different strategies. Identification of proteins out of the MALDI imaging experiment (MALDI TOF MS/MS based, HPLC MS/MS based) Sample preparation: cell lysis, protein determination 2D gel electrophoresis from proteins labeled with fluorescent dyes Protein identification (MALDI TOF MS)

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function" 185750, 183751 **"Expression, Purification and FTIR spectroscopic investigation of small GTPases"**

Credit points	4	*Available in semester(s)*	1
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	C. Kötting
Teaching methods	Two-week advanced laboratory course with a seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Active and successful participation in the practical and the written project report (90%) and talk in the seminar (10%)
Learning objectives	Basic practical skills in the heterologous expression and purification of a small GTPase from *E. coli*. Time-resolved FTIR difference spectoscopy. Reaction mechanism of proteins.
Soft skills	collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory, presentation of results (oral and written).

Contents of module	a. Safety instructions b. Practical course - Heterologous expression of a GTPase of the Ras superfamily - Purification of the protein by ion exchange, gelfiltration and or affinity chromatography - Nucleotide exchange from GDP to caged-GTP, control of the exchange by HPLC - Start of the reaction by an XeCl excimer laser flash and time resolved FTIR of the purified protein - Discussion of the obtained infrared spectra and kinetics c. Seminar Protein expression and isolation FTIR difference spectroscopy of proteins Discussion of the results (Note that this outline is an example, the actual content can vary)

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function" Mass spectrometry of Proteins and Peptides

Credit points	4	***Available in semester(s)***	2
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	Katja Kuhlmann
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar.
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during independently performed experiments, project discussions with the supervisor
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical as well as a written project report.
Learning objectives	The students will gain insight into modern mass spectrometry methods for proteins and peptides and proteomics applications.
Soft skills	Collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory, presentation of results (oral and written).

Contents of module	Cell culture Sample preparation 1D gel electrophoresis Chromatography (SXC, reversed phase) Quantitative mass spectrometry methods

Title of module	Modular Advanced Practical 1 and Seminar in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Function" VZ: 185750, 183751 “Purification, biochemical and biophysical characterization of heavy metal transloacating ATPase"

Credit points	4	Available in semester(s)	1
Hours per week	5.25	Compact course	☒

Lecturer(s)	PD Mathias Lübben
Teaching methods	two weeks advanced laboratory course with a seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Active and successful participation in the practical and the written project report (90%) and talk in the seminar (10%)
Learning objectives	Basic practical skills in the heterologous expression and purification of Cu-ATPase from E. coli. Biochemical activity measurement Time-resolved FTIR difference spectoscopy. Reaction mechanism of proteins.
Soft skills	collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory, presentation of results (oral and written).

Contents of module	a. safety instructions b. practical course - heterologous expression of a Cu transporting ATPase- purification of the protein by affinity chromatography - start of the reaction by an XeCl excimer laser flash and time resolved FTIR of the purified protein - discussion of the obtained infrared spectra and kinetics c. seminar (Note that this outline is an example, the actual content can vary)

Title of module	Modular Advanced Practical 2 and Seminar in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Function" VZ: 185750, 183751 “Purification, biochemical and biophysical characterization of retinal proteins"

Credit points	4	Available in semester(s)	1
Hours per week	5.25	Compact course	☒

Lecturer(s)	PD Mathias Lübben
Teaching methods	two weeks advanced laboratory course with a seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Active and successful participation in the practical and the written project report (90%) and talk in the seminar (10%)
Learning objectives	Basic practical skills in the heterologous expression and purification of a bacterial retinal protein in E. coli. Biochemical activity measurement Characterization by time-resolved UV/Vis spectoscopy. Reaction mechanism of proteins.
Soft skills	collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory, presentation of results (oral and written).

Contents of module	a. safety instructions b. practical course - heterologous expression of a retinal protein-purification of the protein by affinity chromatography or site-directed mutagenesis of a retinal protein coding gene by the Quikchange Method - time-resolved UV/Vis spectroscopical analysis of the photocycle of the purified protein, using the Diode array spectrophotometer with 1 ms time resolution - non linear data fit c. seminar (Note that this outline is an example, the actual content can vary)

Title of module	Modular Advanced Practical 3 and Seminar in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Function" VZ: 185750, 183751 “Purification, biochemical and biophysical characterization of a G protein coupled receptor”

Credit points	4	Available in semester(s)	1
Hours per week	5.25	Compact course	☒

Lecturer(s)	PD Mathias Lübben
Teaching methods	two weeks advanced laboratory course with a seminar, one of four lab courses to be completed in the first term
Evaluation of learning progress	active participation in the laboratory tasks and seminar, feedback during the experiment
Mode of examination	Active and successful participation in the practical and the written project report (90%) and talk in the seminar (10%)
Learning objectives	Basic practical skills in the heterologous expression and purification of a G protein coupled receptor in insect cells. Biochemical activity measurement using radioisotope binding assay
Soft skills	collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory, presentation of results (oral and written).

Contents of module	a. safety instructions b. practical course - heterologous expression of a of a G protein coupled receptor- purification of the protein by affinity chromatography or site-directed mutagenesis of a retinal protein coding gene by the Quikchange Method measurement of biological activity by radioligand receptor assay in the central isotope lab (RUBION) c. seminar (Note that this outline is an example, the actual content can vary)

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function": **"Simulation on protein-internal water molecules and proton conduction pathways in hydrogenases"**

Credit points	4	***Available in semester(s)***	1
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	J. Schlitter, S. Wolf
Teaching methods	A two-week all-day theoretical course with a compulsory seminar presentation. Four such modules are compulsary in the first term
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during experiments, project discussions with the supervisor
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) and a written project report (50%)
Learning objectives	Students will be introduced to the field of computational protein modeling and Molecular Dynamics (MD) simulations. During the practical, they will learn the usage of modeling (Moby), MD simulation (Gromacs) and visualization programs (PyMol), and the theoretical concepts of molecular force fields. Furthermore, they will work on a current research topic, and thus get insight into real research on hydrogenases. Usage of Linux-based command line systems
Soft skills	Planning and performing a research project that requires to conduct a series of connected, consecutive experiments that build on each other. Teamwork capabilities; writing of a comprehensive project report.

Contents of module	Proton conduction in hydrogenases Protein-internal water molecules dynamics Basics of Molecular Dynamics simulations: Molecular Mechanics, force field concept Usage of MD, visualization and modeling programs Creation of own force field parameters Combining, comparing and assessing computational and experimental results

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function" Proteomics methods in the clinical research

Credit points	4	***Available in semester(s)***	2
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	B. Sitek
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar.
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during independently performed experiments, project discussions with the supervisor
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical as well as a written project report.
Learning objectives	The students will gain insight into modern proteomics methods and their application in the clinical research.
Soft skills	Collaboration in a small team of 2-3 students and interaction with the members of a research laboratory, presentation of results (oral and written).

Contents of module	Sample preparation 1D gel electrophoresis 2D gel electrophoresis Protein labeling with fluorescence dyes Differential proteome analysis Mass spectrometry

Title of module	Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function": "Biomolecular NMR Spectroscopy"

Credit points	4	*Available in semester(s)*	1
Hours per week	5.25	*Compact course*	☒

Lecturer(s)	R. Stoll, N.N.
Teaching methods	A two-week all-day practical course with an integrated seminar. Four such modules are compulsary during the first term.
Evaluation of learning progress	Active participation in the seminar, feedback during experiments.
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical (50%) as well as a written project report (50%).
Learning objectives	Students will be theoretically introduced to and learn how to practically carry out molecular biological, biochemical and spectroscopical techniques suited for structural biology.
Soft skills	Planning and performing a research project that requires to conduct a series of connected, consecutive experiments that build on each other. Teamwork capabilities; writing of a comprehensive project report.

Contents of module	**Molecular biology and protein biochemistry:** Cloning and purification of isotopically enriched medically relevant proteins, sample preparation. **Nuclear magnetic resonance (nmr) spectroscopy:** Recording and analysis of one and multidimensional nmr spectra. **Structural biology:** Introduction into nmr data analysis and bioinformatical, nmr-related data bases, computer-assisted determination and refinement of structures in solution. Special emphasis will be placed on topics selected from the above according to the participants' preferences.

Title of module	Modular Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function" Proteomics methods in the clinical research

Credit points	4	***Available in semester(s)***	2
Hours per week	5.25	***Compact course***	☒

Lecturer(s)	K. Marcus and co-workers
Teaching methods	A two-week all-day practical course with integrated seminar and active discussion in the research team
Evaluation of learning progress	Active participation, feedback during independently performed experiments, project discussions with the team and supervisor
Mode of examination	Assessment of active and successful participation in the practical as well as a short written project report (at least 5 pages)
Learning objectives	The students will gain insight into modern proteomics as well as molecular biological methods and their application in the clinical and fundamental research.
Soft skills	Collaboration in a team of 1 student and a PhD student and/or PostDoc; tight interaction with the members of a research team, discussion and presentation of results (oral and written).

Contents of module	Sample preparation 1D/2D gel electrophoresis Western Blotting Mass spectrometry Data analysis Cell culture Molecular biology Depending on the project the student will be involved in he/she will be trained in one or more of the above mentioned methods/techniques.

Title of Course: **Advanced Practical in the Focal Point Programme Biomolecular Chemistry**					
Type: Elective Course			**Workload** 450 h	**Intended for Semester** 2	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** 185 811 Advanced Practical		**Hours per Week** a) 2 x 5 weeks full day in different research groups b) 12 x 1 h seminar	**Self-study**	**Credit Points** 15 CP
2	**Teaching Methods:** a) practical course b) seminar				
3	**Group Size:** 1 student (individual assignment)				
4	**Learning/Course Objectives:** The students will acquire advanced knowledge of the application of selected methods used in the work groups of the faculty participating in the focal point program. This can include experimental and/or theoretical projects. The student will actively participate in an ongoing research project and will thus be individually assisted by staff members of the respective work groups. She/he will learn to actively carry out a research project, including data generation, analysis, and documentation. She/he will learn to independently apply methods to address a particular research question, and to communicate and critically discuss the obtained results.				
5	**Contents:** The detailed list of offered topics will depend on the faculty participating in the focal point program Biomolecular Chemistry and their current research projects. It is subject to slight changes and updates, but will be announced in due time before the start of the course. A typical selection of topics includes: Synthesis and characterization of biomaterials, biointerfaces, natural products, oligonucleotides, peptides, lipids, and conjugates. Kinetics of complex biochemical reactions probed by steady-state and time-resolved fluorescence techniques. FRET-based studies of DNA nanostructures. T-jump techniques. Laser spectroscopy and microscopy methods, laser tomography. Voltammetry and microelectrochemistry. Theoretical and computational biochemistry.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):**				
8	**Method(s) of Examination:** Two written lab reports (50% each). Optionally, 10% of each lab report may be assessed by a short (ca. 15 min) oral presentation.				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Testified written lab reports				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every semester				

12	**Lecturer(s):** Faculty participating in the focal point program Biomolecular Chemistry This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange“) at a foreign university or research institution
13	**Additional Information:** For further information visit the homepage of the focal point program "Biomolecular Chemistry": http://www.ruhr-uni-bochum.de/bc-schwerpunkte/biomol.htm

Title of Course: **Research Practical in the Focal Point Programme Biomolecular Chemistry**					
Type: Elective Course			**Workload** 420 h	**Intended for Semester** 3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** 185 912 Research Practical		**Hours per Week** a) 10 weeks full day lab practical b) 12 x 1 h seminar	**Self-study**	**Credit Points** 14 CP
2	**Teaching Methods:** a) practical course b) seminar				
3	**Group Size:** 1 student (individual assignment)				
4	**Learning/Course Objectives:** The student will become a co-worker in an ongoing research project in one of the work groups of the faculty participating in the focal point program. This can include experiments and/or computer simulations. She/he will be individually assisted by staff members of the respective work groups; this assignment will be made on an individual basis, taking the interests and skills of the student into account. She/he will learn to independently plan and carry out a research project, including data generation, analysis, and documentation. She/he will learn to independently apply and possibly further develop modern methods of Biomolecular Chemistry to address her/his particular biochemical research question, and to communicate and critically validate the obtained results. This practical will provide the student with the skills to successfully carry out a Master thesis project subsequently.				
5	**Contents:** The detailed list of offered topics will depend on the faculty participating in the focal point program Biomolecular Chemistry and their current research projects. It is subject to slight changes and updates. It will be discussed with each interested student individually before the start of the practical, to take the interests and skills of the student into account. A typical selection of topics includes: Synthesis and characterization of biomaterials, biointerfaces, natural products, oligonucleotides, peptides, lipids, and conjugates. Kinetics of complex biochemical reactions probed by steady-state and time-resolved fluorescence techniques. FRET-based studies of DNA nanostructures. T-jump techniques. Laser spectroscopy and microscopy methods, laser tomography. Voltammetry and microelectrochemistry. Theoretical and computational biochemistry.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Fundamental knowledge in Biomolecular Chemistry that is adequate for the Master level is required for successful participation in this research practical.				
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of experimental skills during the practical (50%) and written project proposal of at least 10 pages in DFG application style, including concise presentation of (preliminary) own results obtained during the practical and conceptualization of a Master thesis project (50%). Optionally, 10% of the written report can be assessed by a short (ca. 15 min) oral presentation.				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Testified written report and experimental skills				

10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs
11	**Frequency:** Every semester
12	**Lecturer(s):** Faculty participating in the focal point program Biomolecular Chemistry This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange“) at a foreign university or research institution.
13	**Additional Information:** For further information visit the homepage of the focal point program "Biomolecular Chemistry": http://www.ruhr-uni-bochum.de/bc-schwerpunkte/biomol.htm

<table>
<tr><td colspan="6">Title of Course:
Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System"</td></tr>
<tr><td colspan="2">Type:
Mandatory practical with choices</td><td>185831</td><td>Workload
420 h</td><td>Intended for Semester 2</td><td>Duration
1 Semester</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Module:
Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System", with seminar</td><td>Hours per Week
a) 9 x 14 h plus
9 x 14 h
b) 1 x 14 h</td><td>Self-study
214 h</td><td>Credit Points
16 CP</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="4">Teaching Methods:
a) Two Practicals
b) Seminar</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="4">Group Size:
Individual training</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="4">Learning/Course Objectives:
Students, coached by their chosen supervisor, are expected to learn how to carry out experimentation for two different research projects related to a topic that is linked, in the widest sense, to the biochemistry and molecular neurobiology of the nervous system. Students carry out the experiments independently, in two different laboratories of members the focal point "Biochemistry of the Nervous System" over the course of 5 weeks each. Students thus practice experimentation on a small, closely supervised project in a research lab. They also practice how to properly evaluate and document experimental data. Finally they practice how to write a concise, informative, sufficiently detailed and precise protocol. Finally, they show their data in the lab seminar of their supervisor, typically in an oral presentation, thereby practicing how to present experimental data to an audience.</td></tr>
</table>

5	**Contents:** The two research projects for each student are provided by the members of the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System". Topicwise, any current research question within the wide area of the biochemistry of the nervous system, neurobiochemistry, or molecular neuroscience can be offered as a project. **Seminar:** Students participate in the seminars of the research group of their practical supervisor, and at the end of their practical present their results, typically in the form of a seminar contribution.
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry; Master of Science Chemistry

7	**Prerequisite(s):** The four Modular Advanced Practicals of the first Master semester have to be passed
8	**Method(s) of Examination:** Students write a protocol for each of their two practical projects. The two protocols will be graded separately, together with the respective bench performance, and the average of the two grades constitutes the final grade.
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Two protocols have to be submitted and accepted
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to the 16 CPs the average grade of the two practicals provides 13.3% of the overall grade
11	**Frequency:** Every summer semester
12	**Supervisor(s):** All members of the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System" This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange“) at a foreign university or research institution
13	**Additional Information:** ----------

Title of Course: **Research Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System"**					
Type: Mandatory practical with choices		181922	**Workload** 420 h	**Intended for Semester** 3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Research Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System", with seminar		**Hours per Week** a) 13 x 16 h b) 1 x 16 h	**Self-study** 196 h	**Credit Points** 14 CP
2	**Teaching Methods:** a) Practical b) Seminar				
3	**Group Size:** Individual training				
4	**Learning/Course Objectives:** Students, coached by their chosen supervisor, are expected to learn how to plan a research project related to a topic that is linked, in the widest sense, to the biochemistry and molecular neurobiology of the nervous system. Students then proceed to carry out the experiments independently over the course of one semester, thus practicing experimentation in a research lab, and how to properly evaluate and document experimental data. Finally they practive how to write a protocol that contains all necessary information. Finally, they show their data in the lab seminar of their supervisor in an oral or poster presentation, thereby practicing how to present experimental data to an audience. They also write a Master exposé detailing how they will develop their Research Practical topic into a Master thesis project. This Master exposé is to be written in the style of a regular DFG grant proposal, with the work done during the Research Practical described as preliminary work. The work programme should comprise at least one third of the total exposé volume, which should be around 10 pages (half the size of a regular DFG grant proposal). The Master exposé is graded by the supervisor to provide the grade for the Research Practical.				

5	**Contents:** Research projects are provided by the members of the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System". Topicwise, any current research question within the wide area of the biochemistry of the nervous system, neurobiochemistry, or molecular neuroscience can be offered as a project **Seminar:** Students participate in the seminars of the research group of their practical supervisor, and at the end of their practical present their results in the form of a seminar or poster contribution.
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry; Master of Science Chemistry

7	**Prerequisite(s):** Both Advanced Practicals of Master semester 2 have to be passed
8	**Method(s) of Examination:** A protocol, and a Master exposé in the style of a DFG grant application, which is limited to 10 pages
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** The protocol and the Master exposé have to be submitted and accepted
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to the 14 CPs it provides 11.7% of the overall grade
11	**Frequency:** Every winter semester
12	**Supervisor(s):** All members of the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System" This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange“) at a foreign university or research institution
13	**Additional Information:** ----------

Title of Course:

Equivalent of Lecture Series in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function": "LAB DAYS"

Type: Elective Course			**Workload** 15 h	**Intended for Semester** 2	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Lecture		**Hours per Week** 1 h	**Self-study** 135 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** a) Lecture of principal investigators b) Poster presentation of students c) Oral presentation of students				
3	**Group Size:** 10 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Three main goals are pursued in this course: a) All principle investigators introduce themselves and their research interests in short presentations, which represent the seminar talks given in comparable lecture series, but in a rather condensed form. b) and c) Students introduce themselves by giving poster and oral presentations on two different days. The subjects of the student talks arise from current research papers dealing with novel and interesting topics of general interest, which will be handed out by the principle investigators. b) In the poster (DIN A0) presentation the student should describe the methodological aspects of the given subject, thereby demonstrating the proficiency to textually and graphically present and explain the technical issues. c) The oral presentation (Power point supported) should provide evidence that the student did understand the scientific question(s) asked in the subject paper, outlines the experimental strategy by which those were addressed, and demonstrates the capability to describe the problems, solutions and in particular, to delineate the conclusions drawn by the publication of interest, and to answer questions by the listeners.				
5	**Contents**: The issues and papers are selected by the supervisors				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of Molecular Biology and of Protein Biochemistry, basic understanding of Cell Biology				
8	**Method(s) of Examination:** Evaluation of the performance of the poster and oral presentations				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Compulsory presence for the entire duration of the course. Passing the evaluation of poster and oral presentation with mark „sufficient".				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every summer semester				
12	**Lecturer(s):** M. Eisenacher, R. Gasper, K. Gerwert, E. Hofmann, C. Kötting, M. Lübben, A. Mosig, K. Marcus, T. Müller, B. Sitek, R. Stoll, I. Vetter, F. Wittinghofer, S. Wolf				
13	**Additional Information:** The financial costs of poster production are covered by the course organizers. In the course certain soft skills are trained, in particular English language proficiency. The rules for the performance and the criteria of evaluation are given in detail on the blackboard site of the course.				

Title of Course:

Advanced Practical in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function" – Biomolecular NMR spectroscopy : "NMR spectroscopy of proteins– practice and data evaluation"

Type: Compulsory Course and Seminar		**Workload** 225 h	**Intended for Semester** 1-3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Course and Seminar	**Hours per Week** 9	**Self-study** 90 h	**Credit Points** 7.5 of totally 15 CP
2	**Teaching Methods:** a) Seminar; b) Practical course			
3	**Group Size:** ~ 5 Students			
4	**Learning/Course Objectives:** The students should become acquainted with advanced methods to prepare and purify isotopically enriched (^{15}N, ^{13}C) protein samples. Furthermore, the theoretical and technical basics of multidimensional heteronuclear biomolecular nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy will be intensively discussed. This will put the students into the position to record and analyse multidimensional NMR spectra and to ultimately determine the structure of biomolecules at atomic resolution.			
5	**Contents**: Biochemistry of Proteins Cloning and purification of isotopically enriched (^{15}N, ^{13}C) protein samples Introduction to advanced theoretical of multidimensional NMR spectroscopy Introduction to recording and analysing advanced multidimensional NMR spectra Use of NMR data bases Structure determination based on NMR data Validation of calculated molecular structures			
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry			
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of general chemistry and molecular biology			
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of experimental skills during the practical (50%), a written project report (25%), and the oral presentation of the experimental results (25%)			
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written protocol and oral presentation			
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs			
11	**Frequency:** Every winter and summer semester, to be announced			
12	**Lecturer(s):** R. Stoll This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange") at a foreign university or research institution			
13	**Additional Information:** A second Advanced Practical in the Focal Point Programme will have to be performed in the same or the following semester to earn the full complement of 15 CP. On special request, protein-related external practicals may be accredited. Applications should be submitted in advance to the coordinator. www.rub.de/bionmr			

Title of Course:

Advanced Practical in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function" – Biophysics 3: "Time-resolved FTIR spectroscopy of GTPases"

Type: Compulsory Course			**Workload** 225 h	**Intended for Semester** 1-3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Practical		**Hours per Week** 9	**Self-study** 90 h	**Credit Points** 7.5 of totally 15 CP
2	**Teaching Methods:** a) A five-week all-day practical lab course in a research group b) A compulsory seminar presentation of the obtained results				
3	**Group Size:** ~ 1-3 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students will acquire an overview on advanced applications to address issues in an ongoing research project. They will be introduced to independent laboratory work and gain insights to recent research topics in biochemical and biophysical analysis of protein function with the focus on FTIR spectroscopy.				
5	**Contents:** Heterologous expression of a GTPase of the Ras superfamily or a heterotrimeric GTPase - Purification of the protein (wildtype or mutant) by ion exchange, gelfiltration and or affinity chromatography - Nucleotide exchange from GDP to caged-GTP, control of the exchange by HPLC - Start of the reaction by an XeCl excimer laser flash and time resolved FTIR of the purified protein - Analysis of the spectroscopic data by a global fit. - Discussion of the obtained infrared spectra and kinetics				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic laboratory techniques in molecular biology, microbiology, and protein biochemistry.				
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of experimental skills during the practical (50%), a written project report (25%), and the oral presentation of the experimental results (25%)				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Achievement of at least the mark "sufficient" regarding the above modes of examination				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter and summer semester, to be announced				
12	**Lecturer(s):** C. Kötting This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange") at a foreign university or research institution				
13	**Additional Information:** A second Advanced Practical in the Focal Point Programme will have to be performed in the same or the following semester to earn the full complement of 15 CP. On special request, protein-related external practicals may be accredited. Applications should be submitted in advance to the coordinator.				

Title of Course:

Advanced Practical in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function" – Biophysics 4: "Vibrational Spectroscopy for biomedical applications"

Type: Compulsory Course			**Workload** 225 h	**Intended for Semester** 1-3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Practical		**Hours per Week** 9	**Self-study** 90 h	**Credit Points** 7.5 of totally 15 CP
2	**Teaching Methods:** a) A five-week all-day practical lab course in a research group b) A compulsory seminar presentation of the obtained results				
3	**Group Size:** ~ 1-3 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students will acquire an overview on advanced applications to address issues in an ongoing research project. They will be introduced to independent laboratory work and gain insights to recent research topics in biophysical analysis of cells and tissue for biomarker detection for the early detection of diseases such as cancer, Parkinson or Alzheimer's.				
5	**Contents:** Marker free cancer diagnostics with vibrational spectroscopy by confocal Raman microscopy or FTIR microscopy. Subject can be cells from cancer cell lines or urine, tissue from biopsies of lung, colon or bladder or body fluids. Data processing and evaluation.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic laboratory techniques in molecular biology, microbiology, and protein biochemistry.				
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of experimental skills during the practical (50%), a written project report (25%), and the oral presentation of the experimental results (25%)				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Achievement of at least the mark "sufficient" regarding the above modes of examination				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter and summer semester, to be announced				
12	**Lecturer(s):** C. Kötting This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange") at a foreign university or research institution				
13	**Additional Information:** A second Advanced Practical in the Focal Point Programme will have to be performed in the same or the following semester to earn the full complement of 15 CP. On special request, protein-related external practicals may be accredited. Applications should be submitted in advance to the coordinator.				

Title of Course:

Advanced Practical in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function" – Biophysics 5: "Simulations on ligand binding and diffusion pathways in selected drug targets"

Type: Compulsory Course			**Workload** 225 h	**Intended for Semester** 1-3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Practical		**Hours per Week** 9	**Self-study** 90 h	**Credit Points** 7.5 of totally 15 CP
2	**Teaching Methods:** a) A five-week all-day theoretical course in a research group b) A compulsory seminar presentation of the obtained results				
3	**Group Size:** 1-2 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students will be introduced to the field of computational protein modeling and Molecular Dynamics (MD) simulations. During the practical, they will learn the usage of modeling (Moby), MD and TMD simulation (Gromacs) and visualization programs (PyMol), and the theoretical concepts of molecular force fields. Furthermore, they will work on a current research topic, and thus get insight into real research on selected drug target proteins.				
5	**Contents:** Proton conduction in hydrogenases Protein-internal water molecules dynamics Basics of Molecular Dynamics simulations: Molecular Mechanics, force field concept Usage of MD, visualization and modeling programs Usage of Targeted Molecular Dynamics Creation of own force field parameters Combining, comparing and assessing computational and experimental results				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge to use a Linux-based command line system.				
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of skills during the practical (50%), a written project report (25%), and the oral presentation of the experimental results (25%)				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Achievement of at least the mark "sufficient" regarding the above modes of examination				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter and summer semester, to be announced				
12	**Lecturer(s):** S. Wolf / J. Schlitter This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange") at a foreign university or research institution				
13	**Additional Information:** A second Advanced Practical in the Focal Point Programme will have to be performed in the same or the following semester to earn the full complement of 15 CP. On special request, protein-related external practicals may be accredited. Applications should be submitted in advance to the coordinator.				

Title of Course:

Advanced Practical in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function" – "Protein crystallography"

Type: Compulsory Course			**Workload** 225 h	**Intended for Semester** 1-3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Practical		**Hours per Week** 9	**Self-study** 90 h	**Credit Points** 7.5 of totally 15 CP
2	**Teaching Methods:** a) A five-week all-day practical lab course in a research group b) A compulsory seminar presentation of the obtained results				
3	**Group Size:** 1 Student				
4	**Learning/Course Objectives:** Students will acquire knowledge about strategies for the structural characterization of proteins with protein crystallography. They will be able to apply these strategies to the purification and characterization of selected proteins. They will be able to discuss results of these experiments in the context of current research in written and oral form.				
5	**Contents:** The course covers modern methods in molecular biology, protein biochemistry, protein crystallization, X-ray diffraction and generation of atomic models of proteins. The experimental results are processed with computational methods and are analyzed utilizing our 3D graphic workstations. These experiments are always complemented by a biophysical characterization of the proteins of interest. Depending on the interest of the applicant, the focus of the projects can be more on wet lab work or computational work. Topics are subprojects of our current research projects. Examples are: ABC transporters of medical interest Light-harvesting proteins of algae and cyanobacteria Retinal-binding membrane proteins Enzymes of microbial pigment biosynthesis Enzymes of phytohormon biosynthesis				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic laboratory techniques in molecular biology, microbiology, and protein biochemistry.				
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of experimental skills during the practical (50%), a written project report (25%), and the oral presentation of the experimental results (25%)				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Achievement of at least the mark "sufficient" regarding the above modes of examination				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter and summer semester, to be announced				
12	**Lecturer(s):** E.Hofmann, R.Gasper-Schönenbrücher This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange") at a foreign university or research institution				
13	**Additional Information:** A second Advanced Practical in the Focal Point Programme will have to be performed in the same or the following semester to earn the full complement of 15 CP. On special request, protein-related external practicals may be accredited. Applications have to be submitted in advance to the coordinator.				

Title of Course:

Advanced Practical and Seminar in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function" – Medical Proteome Center 1: “Proteomics methods in the clinical research”

Type: Compulsory Course			**Workload** 225 h	**Intended for Semester** 1-3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Practical		**Hours per Week** 9	**Self-study** 90 h	**Credit Points** 7.5 CP of totally 15 CP
2	**Teaching Methods:** A five-week all-day practical course with integrated seminar (seminar presentation of obtained results) and active discussion in the research team.				
3	**Group Size:** ~ 1-3 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** The students will gain insight into modern proteomics as well as molecular biological methods and their application in the clinical and fundamental research. They will be introduced to independent laboratory work and gain insights to recent research topics in protein biochemical analysis.				
5	**Contents:** Safety instructions, Sample preparation, 1D/2D gel electrophoresis, Western Blotting, Mass spectrometry, Data analysis, Cell culture, Molecular biology. Students will work together with PhD students and/or PostDocs in their respective research projects. Depending on the project the student will be involved in he/she will be trained in one or more of the above mentioned methods/techniques.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic laboratory techniques in molecular biology and protein biochemistry.				
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of active and successful participation in the practical (50%), a short presentation of results (25%) as well as a short written project report (at least 5 pages) (25%).				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Achievement of at least the mark “sufficient” regarding the above modes of examination				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter and summer semester, to be announced				
12	**Lecturer(s):** K. Marcus, B. Sitek, K. Barkovits, C. May, C. Lindemann, T. Bracht, D. Megger, T. Müller, M. Eisenacher This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange“) at a foreign university or research institution				
13	**Additional Information:** A second Advanced Practical in the Focal Point Programme will have to be performed in the same or the following semester to earn the full complement of 15 CP. On special request, protein-related external practicals may be accredited. Applications should be submitted in advance to the coordinator.				

Title of Course:

Advanced Practical in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function" – Biophysics 1: "Spectroscopic study of the molecular mechanism of Cu-ATPases"

Type: Compulsory Course			**Workload** 225 h	**Intended for Semester** 1-3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Practical		**Hours per Week** 9	**Self-study** 90 h	**Credit Points** 7.5 of totally 15 CP
2	**Teaching Methods:** a) A five-week all-day practical lab course in a research group b) A compulsory seminar presentation of the obtained results				
3	**Group Size:** ~ 1-3 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students will acquire an overview on advanced applications to adress issues in an ongoing research project. They will be introduced to independent laboratory work and gain insights to recent research topics in biochemical and biophysical analysis of a selected heavy metal translocating ATPase.				
5	**Contents:** Use of molecular biological and microbiological standard techniques Site-specific mutagenesis of genes encoding the protein of interest, such as Cu-ATPase Heterologous expression of genes encoding membrane-bound heavy metal transport proteins Membrane isolation and membrane protein solubilization Chromatographic purification of Cu-ATPase from E. coli Biochemical measurement of ATPase activity Time-resolved FTIR difference spectoscopy of Cu-ATPase using caged nucleotides Kinetic investigation of the reaction mechanism of Cu-ATPase based on time-resolved FTIR data				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic laboratory techniques in molecular biology, microbiology, and protein biochemistry.				
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of experimental skills during the practical (50%), a written project report (25%), and the oral presentation of the experimental results (25%)				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Achievement of at least the mark "sufficient" regarding the above modes of examination				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter and summer semester, to be announced				
12	**Lecturer(s):** M. Lübben This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange") at a foreign university or research institution				
13	**Additional Information:** A second Advanced Practical in the Focal Point Programme will have to be performed in the same or the following semester to earn the full complement of 15 CP. On special request, protein-related external practicals may be accredited. Applications should be submitted in advance to the coordinator.				

Title of Course:

Advanced Practical in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function" – Biophysics 2: "Expression and biophysical characterization of microbial retinal proteins"

Type: Compulsory Course		**Workload** 225 h	**Intended for Semester** 1-3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Elective Practical	**Hours per Week** 9	**Self-study** 90 h	**Credit Points** 7.5 of totally 15 CP
2	**Teaching Methods:** a) A five-week all-day practical lab course in a research group b) A compulsory seminar presentation of the obtained results			
3	**Group Size:** ~ 1-3 Students			
4	**Learning/Course Objectives:** Students will acquire an overview on advanced applications to adress issues in an ongoing research project. They will be introduced to independent laboratory work and gain insights to recent research topics in biochemical and biophysical analysis of function of a selected microbial retinal binding protein.			
5	**Contents:** Use of molecular biological and microbiological standard techniques Site-specific mutagenesis of genes encoding the protein of interest, such as Cu-ATPase Preparation of fermentation media Transformation of the Escherichia coli expression strain Expression of microbial rhodopsin in Pichia pastoris or Escherichia coli Membrane preparation and detergent solubilization Chromatographic purification using affinity and gel filtration techniques Measurement of the retinal protein photocycle by optical spectroscopy using a diode-array spectrometer Evaluation of the kinetic data using a multiple exponential fitting procedure Reconstitution of the retinal protein in phospholipid membrane vesicles and measurement of the photocycle by time-resolved FTIR spectroscopy (fast scan technique) Setting up crystallization trials			
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry			
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic laboratory techniques in molecular biology, microbiology, and protein biochemistry.			
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of experimental skills during the practical (50%), a written project report (25%), and the oral presentation of the experimental results (25%)			
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Achievement of at least the mark "sufficient" regarding the above modes of examination			
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs			
11	**Frequency:** Every winter and summer semester, to be announced			
12	**Lecturer(s):** M. Lübben This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange") at a foreign university or research institution			
13	**Additional Information:** A second Advanced Practical in the Focal Point Programme will have to be performed in the same or the following semester to earn the full complement of 15 CP. On special request, protein-related external practicals may be accredited. Applications should be submitted in advance to the coordinator.			

Title of Course: **Research Practical in the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function"**					
Type: Mandatory practical with choices		185952 + 185953	**Workload** 420 h	**Intended for Semester** 3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Research Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System", with seminar		**Hours per Week** a) 13 b) 1	**Self-study** 210 h	**Credit Points** 14 CP
2	**Teaching Methods:** a) Practical (185952) b) Seminar (185953)				
3	**Group Size:** Individual training				
4	**Learning/Course Objectives:** Students, coached by their chosen supervisor, are expected to learn how to plan a research project related to a topic that is linked, in the widest sense, to the structure and biological function of proteins. Students then proceed to carry out the experiments independently over the course of one semester, thus practicing experimentation in a research lab, and how to properly evaluate and document experimental data. In addition, they practice how to write a protocol that contains all necessary information. Finally, they show their data in the lab seminar of their supervisor in an oral or poster presentation, thereby practicing how to present experimental data to an audience. They also write a Master exposé detailing how they will develop their Research Practical topic into a Master thesis project. This Master exposé is to be written in the style of a regular DFG grant proposal, with the work done during the Research Practical described as preliminary work. The work programme should comprise at least one third of the total exposé volume, which should be around 10 pages (half the size of a regular DFG grant proposal). The Master exposé is graded by the supervisor to provide the grade for the Research Practical.				

5	**Contents:** Research projects are provided by the members of the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function". Topicwise, any current research question within the wide area of the biochemistry of proteins can be offered as a project. **Seminar:** Students participate in the seminars of the research group of their practical supervisor, and at the end of their practical present their results in the form of a seminar or poster contribution.
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry; Master of Science Chemistry

7	**Prerequisite(s):** Both Advanced Practicals of Master semester 2 have to be passed
8	**Method(s) of Examination:** A protocol, and a Master exposé in the style of a DFG grant application, which is limited to 10 pages
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** The protocol and the Master exposé have to be submitted and accepted
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to the 14 CPs it provides 11.7% of the overall grade
11	**Frequency:** Every winter semester
12	**Supervisor(s):** All members of the Focal Point Programme "Proteins: Structure and Biological Function" This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange“) at a foreign university or research institution.
13	**Additional Information:** ----------

Title of Course: **Advanced practical in the focal point programme "Molecular biology and biotechnology of plants and microorganisms": "Cyanobacterial membrane protein complexes"**					
Type: Elective Course			**Workload** 480 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 5 weeks
1	**Module:** "Cyanobacterial membrane protein complexes"		**Hours per Week** 18 h	**Self-study** 210 h	**Credit Points** 16
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise, 5 week all-day practical lab. course with integrated seminar and compulsory seminar presentation				
3	**Group Size:** ~ 2 students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a broad overview upon isolation and characterization of cyanobacterial membrane protein complexes and state-of-the-art cultivation techniques in photobioreactors; they also learn to read original English articles				
5	**Contents:** Large scale fermentation of thermophilic cyanobacteria in 20 L photobioreactor / isolation and purification of membrane protein complexes by HPLC techniques / characterization of isolated complexes by spectroscopy and by mass spectrometry / analysis of protein-protein interactions by surface plasmon resonance spectroscopy / functional characterization of purified photosystems by electrochemical methods				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of advanced methods in molecular biology, spectroscopy and protein chemistry				
8	**Method(s) of Examination:** Active and successful participation in the practical and the written project report (80%) and presentation of experimental results in seminar talk (20%)				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Written protocol must be accepted; talk in seminar				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** M. Rögner & M. Nowaczyk This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange“) at a foreign university or research institution.				
13	**Additional Information:** The course is offered in the third part of the end of winter semester or thereafter (flexible)				

Title of Course: **Advanced practical in the focal point programme "Molecular biology and biotechnology of plants and microorganisms": "Photoautotrophic microorganisms for the sustainabel production of energy carriers and chemical commodities"**					
Type: Elective Course			**Workload** 480 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 5 weeks
1	**Module:** "Photoautotrophic microorganisms for the sustainabel production of energy carriers and chemical commodities"		**Hours per Week** 18 h	**Self-study** 210 h	**Credit Points** 16
2	**Teaching Methods:** a)Lecture; b) Exercise, 5 week all-day practical lab. course with integrated seminar and compulsory seminar presentation				
3	**Group Size:** ~ 2 students				
4	**Learning/Course Objectives:** Students acquire a broad overview upon characterization and optimization of cyanobacterial cultures, the process control for contiuous growth in photobioreactor systems, and the analysis of cyanobacterial metabolism. Softskills adressed are the competence in reading English articles, presentation and writing skills				
5	**Contents:** Controlled cultivation of cyanobacteria in automated photobioreactors. Characterization of photosynthetic efficiency. Analysis of cyanobacterial phenotype by quantitative proteome analysis.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of advanced methods in molecular biology, spectroscopy and protein chemistry				
8	**Method(s) of Examination:** Active and successful participation in the practical and the written project report (80%) and presentation of experimental results in seminar talk (20%)				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Written protocol must be accepted; talk in seminar				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** M. Rögner & S. Rexroth This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange“) at a foreign university or research institution.				
13	**Additional Information:** The course is offered at the end of winter semester or thereafter (flexible)				

Title of Course: **Advanced practical in the focal point programme "Molecular biology and biotechnology of plants and microorganisms" : "Antibiotic research"**					
Type: Advanced Practical			**Workload** 480 h	**Intended for Semester** 2	**Duration** 9 weeks
1	**Module:** "Antibiotic research"		**Hours per Week** 18 (x 15 weeks = 270 h total)	**Self-study** 210 h	**Credit Points** 16
2	**Teaching Methods:** a) Seminar; b) Practical				
3	**Group Size:** 1				
4	**Learning/Course Objectives:** Students learn current methods in antibiotic research, microbiology, molecular biology, and protein science.				
5	**Contents:** Advanced individual practical course in the focal point programme "Molecular biology and biotechnology of plants and microorganisms" : "Antibiotic research" Students participate in active research projects.				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** Knowledge of basic methods in microbiology, molecular biology, and protein science.				
8	**Method(s) of Examination:** Active and successful participation in the practical course, preparation of a written project report (80%) and oral presentation of results (20%)				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Written protocol and oral presentation				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every summer semester				
12	**Lecturer(s):** J. Bandow This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange“) at a foreign university or research institution.				
13	**Additional Information:**				

Title of Course: **Lecture Series in the Focal Point Programme "Molecular Medicine"**					
Type: Elective Course			**Workload** 60 h	**Intended for Semester** 1,3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Focal Point Molecular Medicine		**Hours per Week** 2 h	**Self-study** 2 h	**Credit Points** 5 CP
2	**Teaching Methods:** Lecture				
3	**Group Size:** 20 - 30 Students				
4	**Learning/Course Objectives:** The goal of this lecture series is to provide insights into the main research subjects of the docents of the Focal Point Programme. At the same time, the lectures should support students in their decision-making for the choice of their host laboratories for the Advanced Practicals and the Master thesis.				
5	**Contents:** Topics (as of 2015; subject to change): Molecular aspects of cardiac arrhythmias; Mechanical dysregulation in the cytoskeleton of the failing heart; Mechanisms of cardiac hypertrophy; PIP2 - a universal regulator of ion channels in the plasma membrane; Molecular biological studies in occupational health; Micro RNAs in pancreas tumor development; The state of HIV vaccine development; Molecular engines for the transport of proteins; Human genetics; Mitochondria as targets of bacterial and viral virulence factors; Immunological aspects in occupational health; Animal studies in immunology research;				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** -----				
8	**Method(s) of Examination:** Written exam				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Passing the written exam				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every summer semester				
12	**Lecturer(s):** J. Epplen, R. Erdmann, S. Hahn, K. Jaquet, W. Linke, M. Peters, M. Raulf, J. Rassow, H.-P. Rihs, A. Rinne, M. Tenbusch, K. Winklhofer				
13	**Additional Information:** Blackboardcourse „02 Vorlesungen Schwerpunkt Molekulare Medizin"				

Title of Course: **Advanced Practical in the Focal Point Programme "Molecular Medicine" (and Seminar)**					
Type: Elective course			**Workload** 185 h	**Intended for Semester** 2	**Duration** 5 weeks
1	**Module:** Focal Point Molecular Medicine		**Hours per Week** 9 h	**Self-study** 50 h	**Credit Points** 7,5 CP
2	**Teaching Methods:** A five-week all-day practical lab course with a compulsory seminar presentation. **Please note: A second Advanced Practical will have to be performed in the same semester to earn the full complement of 15 credit points.**				
3	**Group Size:** 1 Student				
4	**Learning/Course Objectives:** Active participation, feedback during independently performed experiments, project discussions with the supervisor				
5	**Contents:** Introduction into a research project; experimental skill teaching at lab bench; data acquisition and analysis; reporting (oral PPT presentation and written protocol)				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** -----				
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of experimental skills during the practical (50%), a written project report (40%), and a seminar presentation of experimental results (10%).				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** active participation; Powerpoint presentation (oral); written protocol				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every summer semester				
12	**Lecturer(s):** Brüning, Bufe, Epplen, Erdmann, Hahn, Joachim, Linke, Rassow, Raulf, Rinne, Tannapfel, Tatzelt, Tenbusch, Winklhofer, and teaching assistants This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange") at a foreign university or research institution				
13	**Additional Information:**				

Title of Course: **Research Practical in the Focal Point Programme "Molecular Medicine" (and Seminar)**					
Type: Elective course			**Workload** 360 h	**Intended for Semester** 3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Focal Point Molecular Medicine		**Hours per Week** a) 13 h b) 1 h	**Self-study** 150 h	**Credit Points** 14 CP
2	**Teaching Methods:** a)Practical; b)Seminar				
3	**Group Size:** 1 Student				
4	**Learning/Course Objectives:** **The student joins the laboratory of a PI and is supervised in experimental work by an experienced scientist. The student learns to work on a small research project within the topic frames of the respective working group, which ideally develops later into the Master thesis project. The student joins the regular group seminars of the host lab. At completion, the student has gained skills in molecular or cell biological, biochemical, or related methods, has applied the skills to a small individual research project which can be the predecessor of a Master thesis project, and has reported on this project in oral and in written form.**				
5	**Contents:** Introduction into research project; experimental skill teaching at lab bench; Seminar; data acquisition and analysis; reporting (oral PPT presentation and written protocol)				
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry				
7	**Prerequisite(s):** -----				
8	**Method(s) of Examination:** Assessment of experimental skills during the practical, a written project report, and a seminar presentation of experimental results.				
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** active participation; Powerpoint presentation (oral); written protocol				
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to CPs				
11	**Frequency:** Every winter semester				
12	**Lecturer(s):** Brüning, Bufe, Epplen, Erdmann, Hahn, Joachim, Linke, Rassow, Raulf, Rinne, Tannapfel, Tatzelt, Tenbusch, Winklhofer, and teaching assistants This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange") at a foreign university or research institution				
13	**Additional Information:**				

Title of Course:					
Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of Stem Cells"					
Type: Mandatory practical with choices		185831	**Workload** 480 h	**Intended for Semester** 2	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Advanced Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of Stem Cells", with seminar		**Hours per Week** a) 9 x 15 h plus 9 x 15 h b) 1 x 15 h	**Self-study** 210 h	**Credit Points** 16 CP
2	**Teaching Methods:** a) Two Practicals b) Seminar				
3	**Group Size:** Individual training				
4	**Learning/Course Objectives:** Students, coached by their chosen supervisor, are expected to learn how to carry out experimentation for two different research projects related to a topic that is linked, in the widest sense, to the biochemistry and molecular development of the stem cells. Students carry out the experiments independently, in two different laboratories of members the focal point "Biochemistry of Stem Cells" over the course of 5 weeks each. Students thus practice experimentation on a small, closely supervised project in a research lab. They also practice how to properly evaluate and document experimental data. Finally they practice how to write a concise, informative, sufficiently detailed and precise protocol. Finally, they show their data in the lab seminar of their supervisor, typically in an oral presentation, thereby practicing how to present experimental data to an audience.				

5	**Contents:** The two research projects for each student are provided by the members of the Focal Point Programme "Biochemistry of Stem Cells". Topicwise, any current research question within the wide area of the biochemistry of stem cells, or molecular development of stem cells can be offered as a project. **Seminar:** Students participate in the seminars of the research group of their practical supervisor, and at the end of their practical present their results, typically in the form of a seminar contribution.
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry; Master of Science Chemistry

7	**Prerequisite(s):** The four Modular Advanced Practicals of the first Master semester have to be passed
8	**Method(s) of Examination:** Students write a protocol for each of their two practical projects. The two protocols will be graded separately, together with the respective bench performance, and the average of the two grades constitutes the final grade.
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Two protocols have to be submitted and accepted
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to the 16 CPs the average grade of the two practicals provides 13.3% of the overall grade
11	**Frequency:** Every summer semester
12	**Supervisor(s):** All members of the Focal Point Programme "Biochemistry of the Stem Cells" This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange“) at a foreign university or research institution
13	**Additional Information:** ----------

Title of Course:					
Research Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of Stem Cells"					
Type: Mandatory practical with choices		185 792	**Workload** 420 h	**Intended for Semester** 3	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** Research Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of Stem Cells", with seminar		**Hours per Week** a) 13 x 15 h b) 1 x 15 h	**Self-study** 210 h	**Credit Points** 14 CP
2	**Teaching Methods:** a) Practical b) Seminar				
3	**Group Size:** Individual training				
4	**Learning/Course Objectives:** Students, coached by their chosen supervisor, are expected to learn how to plan a research project related to a topic that is linked, in the widest sense, to the biochemistry and molecular development of stem cells. Students then proceed to carry out the experiments independently over the course of one semester, thus practicing experimentation in a research lab, and how to properly evaluate and document experimental data. Finally they practice how to write a protocol that contains all necessary information. Finally, they show their data in the lab seminar of their supervisor in an oral or poster presentation, thereby practicing how to present experimental data to an audience. They also write a Master exposé detailing how they will develop their Research Practical topic into a Master thesis project. This Master exposé is to be written in the style of a regular DFG grant proposal, with the work done during the Research Practical described as preliminary work. The work program should comprise at least one third of the total exposé volume, which should be around 10 pages (half the size of a regular DFG grant proposal). The Master exposé is graded by the supervisor to provide the grade for the Research Practical.				

5	**Contents:** Research projects are provided by the members of the Focal Point Programme "Biochemistry of Stem Cells". Topicwise, any current research question within the wide area of the biochemistry of stem cells, or molecular development of stem cells can be offered as a project **Seminar:** Students participate in the seminars of the research group of their practical supervisor, and at the end of their practical present their results in the form of a seminar or poster contribution.
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry; Master of Science Chemistry

7	**Prerequisite(s):** Both Advanced Practicals of Master semester 2 have to be passed
8	**Method(s) of Examination:** A protocol, and a Master exposé in the style of a DFG grant application, which is limited to 10 pages
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** The protocol and the Master exposé have to be submitted and accepted
10	**Significance for Overall Grade:** Weighted according to the 14 CPs it provides 11.7% of the overall grade
11	**Frequency:** Every winter semester
12	**Supervisor(s):** All members of the Focal Point Programme "Biochemistry of Stem Cells" This practical may, upon application, be conducted as a research stay („LabExchange“) at a foreign university or research institution
13	**Additional Information:** ----------

Title of Course: Master Thesis				
Type: **Master Thesis**		**Workload** 900 h	**Intended for Semester** 4	**Duration** 1 Semester
1	**Module:** -	**Hours per Week**	**Self-study**	**Credit Points** 30 CP
2	**Teaching Methods:** Coaching			
3	**Group Size:** 1			
4	**Learning/Course Objectives:** The Master Thesis is the written presentation of an experimental study on a biochemical subject, including the interpretation of the experimental data and the evaluation within the scientific context. Within 6 months of working time the participants should prove their ability to apply modern methods for solving or investigating a scientific problem self-reliantly in the field of Biochemistry.			
5	**Contents:** Cooperation within a scientific research group Literature survey for a scientific project Introduction to spezialized scientific methods Planing, performing, analyzing and evaluating scientific experiments Presentation of scientific results			
6	**Degree Courses:** Master of Science Biochemistry			
7	**Prerequisite(s):** Focal-Point Research Practical			
8	**Method(s) of Examination:**			
9	**Requirements for Acquiring Credit Points:** Master Thesis accepted as sufficient or better by two lecturers			
10	**Significance for Overall Grade:** essential			
11	**Frequency:** Any time			
12	**Lecturer(s):** All lecturers affiliated with the study program for M. Sc. Biochemistry			
13	**Additional Information:**			