

**Modulhandbuch für die  
Studiengänge**

**Bachelor of Science in Chemie  
Master of Science Chemistry**



## Inhaltsverzeichnis

<b>Modulhandbuch für den Bachelor-Studiengang Chemie</b>	
Studienplan für den Bachelor-Studiengang Chemie	1
Beschreibung der Module	
<b>1. Semester</b>	
Vorkurs zum Studium der Chemie und Biochemie	4
Allgemeine Chemie (V + Ü)	5
Analytische Chemie I (V + Ü)	6
Mathematik für Chemiker und Biochemiker I (V + Ü)	7
Physik I (V + Ü)	9
Einführungspraktikum zur allgemeinen Chemie	11
<b>2. Semester</b>	
Anorganische Chemie I (V + Ü)	13
Anorganisch - chemisches Grundpraktikum	14
Analytische Chemie II (V + Ü)	15
Organische Chemie I (V + Ü)	16
Anwendung mathematischer Verfahren in der Chemie (V + Ü)	17
Physik II (V + Ü)	19
Physikalisches Grundpraktikum	21
<b>3. Semester</b>	
Organische Chemie II (V + Ü)	22
Analytisch-chemisches Grundpraktikum	23
Physikalische Chemie I (V + Ü)	24
Theorie der chemischen Bindung (V + Ü)	26
Chemikalienrecht und Toxikologie	27
<b>4. Semester</b>	
Anorganische Chemie II (V + Ü)	29
Grundlagen der Technischen Chemie (V + Ü)	30
Organisch - chemisches Grundpraktikum	33
Physikalische Chemie II (V + Ü)	34
Physikalisch - chemisches Grundpraktikum	36
Einführung in die Biochemie (V + Ü)	38
<b>5. Semester</b>	
Anorganische Chemie III (V + S)	40
Organische Chemie III (V + Ü)	41
Methoden der Strukturanalyse I (V + Ü)	42
F-Synthesepraktikum in Anorganischer Chemie	43
F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie	45
Physikalische Chemie III (V + Ü)	47

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<b>Wahlfächer</b>	
Analytische Chemie III (V + Ü)	49
<b>oder</b> Biochemie I (V + Ü)	50
<b>oder</b> Technische Chemie I (V + Ü)	52
<b>oder</b> Theoretische Chemie (V + Ü)	55
<b>6. Semester</b>	
Physikalische Chemie IV (V + Ü)	57
Methoden der Strukturanalyse II (V + Ü)	59
Physikalisch-chemisches F-Praktikum	61
<b>Wahlfächer</b>	
Analytisch-chemisches F-Praktikum	63
Biochemisches Praktikum	64
Technisch-chemisches Praktikum	66
Theoretisch-chemisches Praktikum	68
<b>Bachelor-Arbeit</b>	70

<b>Modulhandbuch für den Master-Studiengang Chemie</b>	71
Studienplan für den Master-Studiengang Chemie	71
Modulliste Master-Studiengang Chemie (mit Seitenangaben)	73
<b>Pflichtveranstaltungen</b>	
Anorganische Chemie IV	76
Organische Chemie IV	77
Physikalische Chemie V	78
Practical Science and Communication	79
<b>Wahlpflichtveranstaltungen</b>	
Analytische Chemie	80
Anorganische Chemie	90
Biochemie	113
Organische und Bioorganische Chemie	128
Physikalische Chemie	142
Technische Chemie	158
Theoretische Chemie	171
<b>Master-Arbeit</b>	192

**Modulhandbuch für den Bachelor-Studiengang Chemie****Studienplan für den Bachelor-Studiengang Chemie (Oktober 2012)**

(1) Der folgende Studienplan gilt in Verbindung mit der Prüfungsordnung für den Bachelor-Studiengang Chemie. 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.

<b>Modul</b>	<b>Vorleistung(en)</b>
Anorganisch-chemisches Grundpraktikum	Klausur zur Vorlesung Allgemeine Chemie und Praktikum Allgemeine Chemie
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
F-Praktikum für Synthesechemie	Anorganisch-chemisches Grundpraktikum und Organisch-chemisches Grundpraktikum
Physikalisch-chemisches F-Praktikum	Physikalisch-chemisches Grundpraktikum und Physikalische Chemie III für Chemiker und Biochemiker
Analytisch-chemisches F-Praktikum	Analytische Chemie II oder Analytische Chemie III
Theoretisch-chemisches Praktikum	Theoretische Chemie
Technisch-chemisches Praktikum	Grundlagen der Technischen Chemie oder Technische Chemie I
Biochemisches Praktikum	Einführung in die Biochemie oder Biochemie I

V = Vorlesung

Ü = Übungen

S = Seminar

Pr = Praktikum

CP = Kreditpunkte für den jeweiligen Leistungsnachweis

Sem.	Modul	V	Ü/S	Pr	CP
1. (WS)	Allgemeine Chemie	4	2	-	8
	Analytische Chemie I	2	1	-	4
	Mathematik für Chemiker	3	1	-	7
	Physik I	2	0,5	-	4
	Einführungspraktikum zur allgemeinen Chemie	-	-	6	4
<b>21,5 SWS</b>	<b>Summe: 1. Semester</b>	<b>11</b>	<b>4,5</b>	<b>6</b>	<b>27</b>
2. (SS)	Anorganische Chemie I	2	1	-	4
	Anorganisch-chemisches Grundpraktikum	-	-	10	7
	Analytische Chemie II	2	1	-	4
	Organische Chemie I	3	1	-	6
	Anwendung mathemat. Verfahren in der Chemie	2	1	-	4
	Physik II	4	1	-	6
	Physikalisches Grundpraktikum	-	-	2	2
<b>30 SWS</b>	<b>Summe: 2. Semester</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>33</b>
3. (WS)	Analytisch-chemisches Grundpraktikum	-	-	10	7
	Organische Chemie II	3	1	-	7
	Physikalische Chemie I	2	1	-	5
	Theorie der chemischen Bindung	2	1	-	5
	Chemikalienrecht – Toxikologie	2	1	-	4
<b>23 SWS</b>	<b>Summe: 3. Semester</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>28</b>
4. (SS)	Anorganische Chemie II	2	1	-	4
	Grundlagen der Technischen Chemie	2	1	-	4
	Organisch-chemisches Grundpraktikum	-	-	18	11
	Physikalische Chemie II	2	1	-	4
	Physikalisch-chemisches Grundpraktikum	-	2	6	5
	Einführung in die Biochemie	2	1	-	4
<b>38 SWS</b>	<b>Summe: 4. Semester</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>32</b>
5. (WS)	Anorganische Chemie III	2	1	-	4
	Organische Chemie III	2	1	-	4
	Methoden der Strukturanalyse I	2	1	-	4
	F-Synthesepraktikum in Anorganischer Chemie	-	-	7	6
	F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie	-	-	7	6
	Physikalische Chemie III	2	1	-	4

	Wahlfächer:	2	1	-	4
	- Analytische Chemie III	2	1	-	4
	- Biochemie I	2	1	-	4
	- Technische Chemie I	2	1	-	4
	- Theoretische Chemie	2	1	-	4
	Zusatzfächer				bis 15
	Lehrveranstaltungen aus den Bereichen:				
	- Angewandte Informatik				
	- Betriebswirtschaft & Jura				
	- Philosophie der Naturwissenschaften				
	- Fremdsprachen				
	- andere naturwissenschaftliche Fächer				
<b>29 SWS</b>	<b>Summe: 5. Semester</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>32</b>
6. (SS)	Physikalische Chemie IV	2	1	-	4
	Methoden der Strukturanalyse II	2	1	-	4
	Physikalisch-chemisches F-Praktikum	-	1	5	4
	Wahlfächer:	-	1	5	4
	- Analytisch-chemisches F-Praktikum	-	1	5	4
	- Biochemisches Praktikum	-	1	5	4
	- Technisch-chemisches Praktikum	-	1	5	4
	- Theoretisch-chemisches Praktikum	-	1	5	4
	Zusatzfächer				bis 15
	Lehrveranstaltungen aus den Bereichen:				
	- Angewandte Informatik - Betriebswirtschaft				
	- andere naturwissenschaftliche Fächer usw.				
	Bachelor-Arbeit				12
<b>18 SWS</b>	<b>Summe: 6. Semester</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>28</b>
<b>159,5 SWS</b>	<b>Summe: 1 – 6. Semester</b>	<b>55</b>	<b>28,5</b>	<b>76</b>	<b>180</b>

**Beschreibung der Module:**

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b>				
<b>Vorkurs zum Studium der Chemie und Biochemie</b>				
<b>Kennung:</b> Optional		<b>Workload</b> 30 h	<b>Fachsemester</b> vor Semester I	<b>Dauer</b> 1 Woche
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Vorkurs zum Studium der Chemie und Biochemie	<b>Kontaktzeit</b> a) 12 h b) 13 h	<b>Selbststudium</b> 5 h	<b>Kreditpunkte</b> keine
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> (a) Vorlesung (b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> üblicherweise 180 - 200			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> 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.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 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			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> empfohlen für die Bachelor-Studiengänge Chemie und Biochemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> alle Studienanfänger können teilnehmen			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> keine			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> es gibt keine Kreditpunkte			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> unbenotet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> einmal jährlich jeweils in der Woche vor Beginn der Vorlesungszeit des Wintersemesters			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> A. Birkner			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			



<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b>				
<b>Allgemeine Chemie</b>				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 240 h	<b>Fachsemester</b> Semester I	<b>Dauer</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Allgemeine Chemie	<b>Kontaktzeit</b> 75 h	<b>Selbststudium</b> 165 h	<b>Kreditpunkte</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Vorlesung mit Übungen und begleitendem e-learning Modul			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im I. Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Nach Ende dieses Moduls verfügen die Studierenden über grundlegende Kenntnisse zu den allgemeinen Prinzipien der Chemie und können diese sicher anwenden.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 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			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur (120min.) am Semesterende			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> Prof. Roland A. Fischer, Prof. Nils Metzler-Nolte und Dozenten der Anorganischen Chemie			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			

Titel der Lehrveranstaltung: Analytische Chemie I				
Kennung: Pflicht		Workload 120 h	Fachsemester Semester I	Dauer 1 Semester
1	Modul: Analytische Chemie I	Kontaktzeit a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	Selbststudium 78 h	Kreditpunkte 4 CP
2	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung c) e-learning Module im Blackboard.			
3	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200			
4	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <u>Zielsetzung:</u> 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 Analyseergebnissen aus den Messwerten soll sicher beherrscht werden. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende analytisch-chemische Arbeitsweisen zu verstehen.			
5	<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Der analytische Prozess,</li> <li>– Statistische Bewertung</li> <li>– Stöchiometrisches Rechnen</li> <li>– Gravimetrie: Fällungsreaktionen, Löslichkeit, Einzelbestimmungen, Aktivitätskoeffizienten;</li> <li>– Volumetrie: Neutralisationsanalysen, Fällungstitrationen, Redox-titrationen, Komplexometrie; pH-Abhängigkeiten von Dissoziationsgleichgewichten</li> </ul>			
6	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
7	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine			
8	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
10	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
11	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			
12	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> A. Rosenhahn, W. Schuhmann, S. Seisel			
13	<b>Sonstige Informationen:</b>			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> <b>Mathematik für Chemiker und Biochemiker I</b>				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 210 h	<b>Fachsemester</b> Semester I	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Mathematik für Chemiker und Biochemiker I	<b>Kontaktzeit</b> a) 3 SWS / 45 h b) 2 SWS / 30 h	<b>Selbststudium</b> 135 h	<b>Kreditpunkte</b> 7 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung und Ergänzungsübung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Vorlesung: Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200 Übung: parallele Kleingruppen mit jeweils ca. 25 Studierenden			
<b>4</b>	<p><b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Zielsetzung:</b> 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.</p> <p><b>Kompetenzen:</b> 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 angemessenen Maß an Abstraktion eigenständig aber auch in Teams mathematisch präzise an Problemlösungen zu arbeiten.</p>			
<b>5</b>	<p><b>Inhalte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen zur Mengenlehre, Zahlensystemen (inkl. komplexer Zahlen) sowie Abbildungen</li> <li>2. Spezielle Funktionen (trigonometrische Funktionen, Exponentialfunktion, Logarithmus)</li> <li>3. Folgen und Reihen (inkl. Potenzreihen) und Konvergenzuntersuchungen</li> <li>4. Stetigkeit von Funktionen sowie Grenzwertuntersuchungen</li> <li>5. Differentialrechnung (Ableitungen, totales Differential, Taylorreihen)</li> <li>6. Integralrechnung (Integrationsregeln, bestimmte und uneigentliche Integrale, Fourierreihen)</li> <li>7. Gewöhnliche Differentialgleichungen (nur der homogene lineare Fall in beliebiger Ordnung)</li> <li>8. Grundlagen der deskriptiven Statistik (Lage- und Streumaße, Korrelation)</li> <li>9. Grundlegende Begriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung</li> <li>10. Diskrete und kontinuierliche Verteilungen</li> <li>11. Symmetrische Konfidenzintervalle und Regressionsrechnung</li> <li>12. Das Gauß'sche Fehlerfortpflanzungsgesetz und Zentraler Grenzwertsatz</li> <li>13. Einblick in das Testen von Hypothesen</li> </ol>			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Abiturwissen in Mathematik; Zur Auffrischung werden jährlich im September Vorkurse angeboten.			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur; Es ist der Erwerb von Bonuspunkten in drei vorlesungsbegleitenden Miniklausuren möglich.			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			

I0	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet
I1	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich
I2	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> E.Glasmachers, H.Dehling
I3	<b>Sonstige Informationen:</b> Die Veranstaltung wird von einem Moodle-Kurs mit Material zur Vorlesung und den Übungen begleitet.

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



<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Einführungspraktikum Allgemeine Chemie (EPAC)				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester I	<b>Dauer</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Einführungspraktikum Allgemeine Chemie	<b>Kontaktzeit</b> 60 h	<b>Selbststudium</b> 60 h (davon ca. 20 h geführt, „eLab“)	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Laborpraktikum („Blended Learning“ mit einer längeren Laborpräsenzphase)			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende (ca. 150)			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> 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). <b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind in der Lage, die erlernten Methoden und Stoffkenntnisse (im Kontext der Vorlesung Allgemeine Chemie und Analytische Chemie I) für die Bearbeitung einfacher chemischer Problemstellungen zu Ionenreaktionen in wässriger Lösung in selbständig entworfenen Experimenten umzusetzen.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 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			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> B.Sc. Chemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Teilnahme an Präsenzveranstaltungen; Onlinetests, Eingereichte Labor-Mitschriften, Abgabe von Analyseergebnissen			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Teilnahme an allen Präsenzveranstaltungen, attestierte Labor-Mitschriften, sowie korrekte Analyse aller Proben in Präsenzphase II			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich gegen Ende des WS bis in die vorlesungsfreie Zeit			

12	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> R. Schmid
13	<b>Sonstige Informationen:</b> Blended Learning Angebot mit eLearning Label der RUB (Kursübersicht unter <a href="http://moodle.ruhr-uni-bochum.de">http://moodle.ruhr-uni-bochum.de</a> )



<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Anorganische Chemie I				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 2	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Anorganische Chemie I	<b>Kontaktzeit</b> a) 30h b) 15h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Vorlesung (a) mit Übungen (b) und begleitendem e-learning Modul			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 120			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden grundlegende Kenntnisse über: - die Stoffchemie anorganischer molekularer Hauptgruppenverbindungen - Symmetrie und qualitative Bindungstheorie - Tendenzen von Struktur und Reaktivität in den Hauptgruppen des Periodensystems der Elemente			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> Die Vorlesung fokussiert sich auf die Chemie anorganischer Molekülverbindungen mit dem Schwerpunkt Hauptgruppen - Tendenzen im Periodensystem - Grundlagen und Grenzen von Modellkonzepten - Bindungstheorie bei kovalenten Molekülverbindungen und besondere Bindungssituationen wie 2e-3z- und 4e-3z-Bindungen - Clusterverbindungen und hypervalente Verbindungen - Element-Wasserstoffverbindungen von elektronenarm bis elektronenreich - Anorganische Polymere - Element-Halogen- und Element-Sauerstoffverbindungen - Extreme Bindungssituationen wie Edelgasverbindungen - Aktuelle Entwicklungen wie niedrigkoordinierte Hauptgruppen-Verbindungen (z.B. Silylene) und ungewöhnliche Oxidationsstufen (z.B. Al(I)-Verbindungen)			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang Chemie; Optionalbereich.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur (120min.) am Semesterende			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> Prof. Roland A. Fischer, Prof. Nils Metzler-Nolte und Dozenten der Anorganischen Chemie			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Anorganisch-Chemisches Grundpraktikum				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 210 h	<b>Fachsemester</b> Semester 2	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Anorganisch-Chemisches Grundpraktikum	<b>Kontaktzeit</b> 80 h	<b>Selbststudium</b> 130 h	<b>Kreditpunkte</b> 7 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Praktikum mit begleitenden Seminaren und begleitendem e-learning („virtuelle Präparate“)			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 120			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Absolventen sollen befähigt sein praktische chemische Arbeiten im Bereich der Anorganischen Synthesechemie unter Anleitung durchzuführen. Dazu gehören das Erlernen der apparativen, theoretischen und handwerklichen Grundlagen der anorganischen Synthesechemie, einschließlich konkreter Kenntnisse über den Umgang mit Gefahrstoffen und einer propädeutischen Heranführung an moderne analytische Methoden (Spektroskopie) zur Charakterisierung der hergestellten Stoffe.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> Chemie der Nichtmetalle; Komplexe Salze der Haupt- und Nebengruppenelemente; Werner,sche Chemie in wäßrigem Milieu; Chemie in nichtwäßrigen Lösemitteln; Ligandenaustauschreaktionen; Chemie der Elemente in hohen Oxidationsstufen; Spektroskopische Analysen einfacher anorganischer Verbindungen: Infrarotspektroskopie, Ramanspektroskopie, UV/VIS-Spektroskopie			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang Chemie, Studiengang 2-fach Bachelor			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Klausur zur Vorlesung Allgemeine Chemie und Praktikum Allgemeine Chemie			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Bestehen der virtuellen Präparate und erfolgreiche Abgabe von Online-Protokollen zu den 9 Labormodulen			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der virtuellen Präparate (Fragen zu den Themen Sicherheit, stoichiometrisches Rechnen und Stochemie mit Bezug zu den Labormodulen) und erfolgreiche Absolvierung von 9 Labormodulen aus 3 Projekten			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> Prof. Roland A. Fischer, Prof. Nils Metzler-Nolte			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Analytische Chemie II					
<b>Kennung:</b> Pflicht			<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 2	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Analytische Chemie II		<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 78 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung; c) e-learning Module im Blackboard.				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 150				
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b>  <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 Analyseergebnissen 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.				
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektroanalytische Methoden: Elektrogravimetrie, Coulometrie, Potentiometrie, Konduktometrie, Voltammetrie.</li> <li>– Spektroskopische Methoden: UV/VIS-Spektroskopie, Atomabsorptionsspektrometrie, Atomemissionsspektrometrie, ICP-Massenspektrometrie, Röntgenfluoreszenzanalyse.</li> <li>– Trennmethode: Flüssigkeitschromatographie, Gaschromatographie, Superkritische Fluidchromatographie, Gelelektrophorese, Kapillarelektrophorese.</li> <li>– Bewertung von Analyseverfahren, Qualitätssicherung</li> </ul>				
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur				
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet				
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich				
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> A. Rosenhahn, W. Schuhmann, S. Seisel				
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>				

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

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b>				
<b>Anwendung Mathematischer Verfahren in der Chemie II</b>				
<b>Kennung:</b> Pflicht für B.Sc. in Chemie Freiwillig für B.Sc. in Biochemie		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 2	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Anwendung Mathematischer Verfahren in der Chemie II	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 200			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <u>Zielsetzung:</u> Die Teilnehmer sollen in die Lage versetzt werden, mathematische Methoden aus dem Bereich der Algebra und der Operator- und Variationsrechnung zur Lösung von Problemen in der Theoretischen und Physikalischen Chemie anzuwenden. <u>Kompetenzen:</u> In dieser Vorlesung vertiefen die Teilnehmer die in der ersten Vorlesung erarbeiteten mathematischen Methoden der Chemie und erweitern diese im Hinblick auf die Vorlesungen der Physikalischen und der Theoretischen Chemie in den folgenden Semestern. Durch konkrete Anwendungsbeispiele wird ein Praxisbezug hergestellt, und die Einsatzmöglichkeiten von Computern zur Lösung typischer Aufgabenstellungen werden erläutert und durch geeignete Experimente ergänzt.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> <b>1. Anwendungen der Vektor- und Matrixrechnung:</b> Vektorraum, Skalarprodukt und Norm, lineare (Un)Abhängigkeit, Basisvektoren, Matrizen als Abbildungen von Vektoren, Rechenregeln der Matrixrechnung (Hintereinanderausführung/Verkettung, Inverses, Transponierung), spezielle Matrizen (z.B. unitär, selbstadjungiert) und Determinanten zur Beschreibung von z.B. optischen Strahlengängen, Molekülstrukturen, Phasenraumtrajektorien. Einsatz von modernen Rechenmethoden in der Chemie (z.B. Rechnen mit sehr großen Matrizen) <b>2. Anwendungen des Rechnens mit Funktionen:</b> Abbildungen von Funktionen (z.B. zur Beschreibung von Symmetrioperationen) und deren Rechenregeln (Hintereinanderausführung, Inverses, Kommutatoren z.B. Heisenbergsche Vertauschungsrelation), Funktionenräume, Vollständigkeitsrelation, Hilberträume, Darstellung von Funktionen und funktionswertigen Abbildungen mit Hilfe einer Basis, Entwicklung mit Gausfunktionen oder ebenen Wellen als Basis in der Quantenchemie. Fourierentwicklung und -analyse (z.B. in der Molekülspektroskopie). Darstellungstheorie für Punktgruppen. Erste Demonstrationen von Einsatzmöglichkeiten der Computerchemie <b>3. Systeme von linearen (Differential-)Gleichungen:</b> homogene und inhomogene lineare Gleichungssysteme, Matrixform, Lösbarkeit und Lösungsverfahren, Systeme von homogenen Differentialgleichungen und Anwendungen in der Physikalischen Chemie und der Quantenchemie, z. B. in der Kinetik (Reaktionen erster Ordnung, Michaelis-Menten Kinetik) und der Beschreibung von Molekülschwingungen (Infrarotspektroskopie) <b>4. Grundbegriffe der Variationsrechnung:</b> Bestimmung und Charakterisierung von Extremstellen, Funktionen mehrerer Variablen, Gradienten, Hesse-Matrix, Optimierungen mit Randbedingungen (Methode der Lagrange-Multiplikatoren, z.B. in der Molekulardynamik), Zusammenhang mit Fehlerrechnung und Anpassen („Fitten“) von Funktionen. Anwendung beim Ritzschen Variationsverfahren in der Quantenchemie (z.B. Hartree-Fock Theorie) <b>5. Matrix- und Operator-Eigenwertprobleme:</b> Berechnung von Eigenwerten und Eigenvektoren von Matrizen, Anwendungen von Matrixeigenwertproblemen in der Molekülorbital-Theorie (z.B. im Hückel-Modell) und zur Berechnung von Schwingungen in kleinen Molekülen (z.B. Normalmodenanalyse in der Infrarotspektroskopie), Operator-Eigenwertproblem am Beispiel einfacher quantenmechanischer Modellprobleme (z.B. Teilchen im Kasten, harmonischer Oszillator)			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			

I0	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet
I1	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich
I2	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> L. Schäfer
I3	<b>Sonstige Informationen:</b>

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Physik II				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 160 h	<b>Fachsemester</b> Semester 2	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Physik	<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS / 56 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Kreditpunkte</b> 6 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> Einführung in die Grundprinzipien der klassischen Physik durch Vortrag und durch Vorführung von Experimenten und kurze Einführung in die Quantenphysik. <b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende physikalische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> <b>Elektrizitätslehre:</b> 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, <b>Magnetisches Feld und Induktion:</b> Die magnetische Kraft, magnetisches Feld, Kräfte im Magnetfeld, Magnetische Induktion, Energiegehalt des magnetischen und elektrischen Feldes, Materie im elektrischen und magnetischen Feld, die Maxwell'schen Gleichungen, Zeitabhängige Ströme und Spannungen, der Wechselstromgenerator, Wechselstromwiderstände, der Transformator, <b>Ein- und Ausschaltvorgänge:</b> Schwingkreis, <b>Mechanismen der elektrischen Leitung:</b> elektrische Leitungen in Flüssigkeiten, elektrische Leitung in Metallen, elektrische Leitung in Halbleitern, Leitende Kunststoffe, Elektrizitätsleitung im Vakuum, <b>Elektromagnetische Wellen:</b> Analogiebetrachtung von mechanischen und elektromagnetischen Wellenerscheinungen, Elektromagnetische Wellen, <b>Optik:</b> Natur des sichtbaren Lichtes, <b>Strahlenoptik (Geometrische Optik):</b> Strahlen und Wellenfronten, Reflexion von ebenen Wellen, Brechung von ebenen Wellen, Optische Abbildungen, <b>Wellenoptik:</b> Interferenz, Kohärenzbedingung, Interferenz nach Reflexion und Brechung, Interferenz nach Beugung, Polarisierung von Lichtwellen, der Laser, <b>Quantenphysik:</b> Eindimensionale Schrödinger-Gleichung, Pauliprinzip			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse Mathematik aus der Oberstufe und mathematische Vorkurse, Vorlesung Physik I			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			

I2	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> D. Hägele (Fakultät für Physik und Astronomie)
I3	<b>Sonstige Informationen:</b>



<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Physikalisches Grundpraktikum Teil I und II				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 60 h	<b>Fachsemester</b> 2.	<b>Dauer</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Physikalisches Grundpraktikum Teil I und II	<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS / 30 h	<b>Selbststudium</b> 30 h	<b>Kreditpunkte</b> 2 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Praktikum			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> 12 Studierende je Gruppe			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> Erwerb praktischer Fertigkeiten und induktives Erfassen von Phänomenen und Vorgängen in der Natur an ausgewählten Versuchsaufbauten der Experimentalphysik.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 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.			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie;			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse aus Physik I			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zur Vorbereitung muss eine schriftliche Ausarbeitung (1 bis 2 Seiten) erfolgen, die dem Betreuer bei Versuchsbeginn zum Antestat vorgelegt wird.</li> <li>2. Mündliche Eingangsbefragung: Es soll durch den Betreuer festgestellt werden, ob die für die Durchführung des Versuchs notwendigen physikalischen Grundlagen entsprechend vorbereitet wurden.</li> <li>3. Durchführung des Experiments gemäß der jeweiligen Versuchsanleitung.</li> <li>4. Auswertung des Experiments und Anfertigen eines Protokolls.</li> </ol>			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Insgesamt werden 8 testierte Versuche im Physikalischen Praktikum benötigt.			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> Dirk Meyer			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b> <a href="http://praktikum.physik.ruhr-uni-bochum.de/fachspezifische_informationen/chemiebiochemie/allgemeine_informationen/">http://praktikum.physik.ruhr-uni-bochum.de/fachspezifische_informationen/chemiebiochemie/allgemeine_informationen/</a>			

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

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Analytisch-chemisches Grundpraktikum für Chemiker/-innen				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 210 h	<b>Fachsemester</b> Semester 3	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Analytisch-chemisches Grundpraktikum	<b>Kontaktzeit</b> 12 SWS / 156	<b>Selbststudium</b> 54 h	<b>Kreditpunkte</b> 7 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Praktikum			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> 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 Auswertung 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. <b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben grundlegende praktische Kenntnisse zur chemischen Analytik. Darüber hinaus erwerben sie erste Erfahrungen in der qualitativen Bewertung von chemischen Experimenten.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherheitsunterweisung: Vermittlung praktischer Kenntnisse zur Arbeitssicherheit speziell in einem analytisch-chemischen Labor</li> <li>– Gravimetrie.</li> <li>– Volumetrie: Titereinstellung, Säure-Base-Titration; Iodometrie, Bromatometrie; Fällungstitration; Komplexometrie; Manganometrie;</li> <li>– Photometrie</li> <li>– Elektrochemische Analyse: Potentiometrie; Elektrogravimetrie; Konduktometrie</li> <li>– Projektarbeit zur Analyse Technischer Produkte oder Verfahren der instrumentellen Analyse</li> <li>– Beurteilung und Validierung der erzielten Analysenergebnisse</li> </ul>			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Leistungsnachweis Analytische Chemie I oder Allgemeine Chemie oder Teilnahmenachweis Praktikum Allgemeine Chemie			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Sicherheits- und Eingangskolloquien vor den Versuchen, Überprüfung der Ergebnisse der Analysen sowie Versuchsprotokolle			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Die erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Analysenprotokollen und die Durchführung einer Projektarbeit.			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> A. Rosenhahn, W. Schuhmann, D. Wolters			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Physikalische Chemie I für Chemiker					
<b>Kennung:</b> Pflicht			<b>Workload</b> 150 h	<b>Fachsemester</b> Semester 3	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Physikalische Chemie I		<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 30 h b) 1 SWS / 15 h	<b>Selbststudium</b> 105 h	<b>Kreditpunkte</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 120				
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b>  <u>Zielsetzung:</u> Absolventen dieses Moduls erwerben ein grundlegendes Verständnis der chemischen Thermodynamik und ihrer Anwendungen auf Reinstoffe, Gemische, an Oberflächen und in der Elektrochemie. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende Fragestellungen der physikalischen Chemie zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.				
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 1. Grundbegriffe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• SI-System</li> <li>• Mathematische Eigenschaften von Zustandsfunktionen</li> <li>• Definition einiger Grundbegriffe u.a. Temperaturdefinition</li> <li>• Gasgesetze</li> <li>• Aggregation</li> <li>• Zwischenmolekulare Wechselwirkungen</li> </ul> 2. Hauptsätze der Thermodynamik <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Hauptsatz</li> <li>• 2. Hauptsatz</li> <li>• 3. Hauptsatz</li> <li>• Verknüpfung der Hauptsätze</li> </ul> 3. Anwendungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasengleichgewichte von Reinstoffen</li> <li>• Thermodynamische Eigenschaften von Gemischen</li> <li>• Phasengleichgewichte in Gemischen</li> <li>• Prozesse an Grenzflächen</li> <li>• Chemische Gleichgewichte</li> <li>• * Elektrochemische Gleichgewichte</li> </ul>				
	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang der Chemie; Optionalbereich				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur				
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet				
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich				
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> M. Havenith-Newen, Ch. Herrmann, K. Morgenstern, P. Nürnberger				
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>				

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Theorie der Chemischen Bindung				
<b>Kennung:</b> Pflicht für B.Sc. in Chemie Freiwillig für B.Sc. in Biochemie		<b>Workload</b> 150 h	<b>Fachsemester</b> Semester 3	<b>Dauer</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Theorie der Chemischen Bindung	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> Die Teilnehmer sollen Grundkenntnisse in der quantenchemischen Beschreibung der chemischen Bindung, der MO-Theorie und der klassischen Molekulardynamik erlangen. <b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die Natur der chemischen Bindung grundlegend zu verstehen und selbstständig auf (einfache) Moleküle mit unterschiedlichen Elektronenkonfigurationen anzuwenden. Die vermittelten Grundideen der Molekulardynamik erlauben es, Möglichkeiten und Beschränkungen dieser Methode grob zu beurteilen. Damit erwerben sie die nötigen theoretischen Grundkompetenzen für weiterführende Lehrveranstaltungen.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 1. Quantenmechanische Grundlagen (Welle-Teilchen-Dualismus, Wellenfunktionen, Operatoren, Unschärferelation, Schrödingergleichung, Erwartungswerte, Eigenwerte) 2. Quantenmechanische Behandlung von Einteilchensystemen (Teilchen im Kasten, Tunneleffekt, harmonischer Oszillator, H-Atom, Atomorbitale, Knotenregel, Quantenzahlen) 3. Allgemeine Konzepte bei der Beschreibung der Eigenschaften mehratomiger Moleküle (Born-Oppenheimer-Näherung, Potentialflächen, topologische Charakterisierung (Gleichgewichtsstrukturen, Übergangszustände, Intermediate, Isomere), Schwingungsspektren (harmonische Analyse, Normalmoden), Kraftfeldapproximation) 4. Grundkonzepte der Molekulardynamik mit Kraftfeldern (Newtonsche Mechanik, Integratoren, Randbedingungen, Valenzkraftfelder, Berechnung klassischer Observable) 5. Molekülorbitale zweiatomiger Moleküle (LCAO-Ansatz für $H_2^+$ und $H_2$ , Molekülorbitale für homo- und heteronukleare zweiatomige Moleküle, MO-Diagramme, kanonische und lokalisierte MOs, Hückel-Theorie) 6. Mehrelektronensysteme (Pauli-Prinzip, Spin, Aufbauprinzip, Elektronenkonfiguration, Notation, Grundideen von Hartree-Fock Theorie und Dichtefunktionaltheorie) 7. Chemische Bindung in kleinen mehratomigen Molekülen (Hybridisierung, Lokalisierung von Bindungen, Lewis Strukturen, Mehrzentrenbindungen)			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> D. Marx, C. Hättig			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b> Kann CP-relevant in den Studiengang B.Sc. in Biochemie integriert werden (als Zusatzfach „Chemie“)			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Chemikalienrecht – Toxikologie				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 3	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Chemikalienrecht - Toxikologie	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 150			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> Gegenstand der Vorlesung ist sowohl die Vermittlung von toxikologischen Grundlagen als auch eine Einführung in das Gefahrstoffrecht. Ein Fokus liegt hierbei auf die seit dem Jahresanfang 2013 geänderte Gefahrstoffverordnung. <b>Kompetenzen:</b> Nach Ende dieses Moduls soll der/die Student/Studentin die Prüfung zur eingeschränkten Sachkunde für das Inverkehrbringen von gefährlichen Stoffen und Zubereitungen gemäß § 5 der Chemikalien-Verbotsverordnung ablegen. Das theoretische Verständnis wird vertieft durch praktische Fallbeispiele			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> Grundlagen Toxikologie; Wirkungen auf die Umwelt Grundkenntnisse der Gefahrstoffkunde: Physikalische und chemische Eigenschaften; Einstufungen von Gefahrstoffen nach GHS und CLP Grenzwerte, genese, Anwendbarkeit, Sinnhaftigkeit Rechtsordnung, Chemikaliengesetz: Grundzüge, Aufbau des Gesetzes Gefahrstoffverordnung: Grundzüge, Aufbau der Verordnung, Begriffe, Gefährlichkeitsmerkmale Chemikalien-Verbotsverordnung: Verbote, Erlaubnis- und Anzeigepflichten, Sachkunde REACH, die europäische Chemikalienverordnung Grundkenntnisse sonstiger verwandter Rechtsnormen: Wasserhaushaltsgesetz, Verordnung über brennbare Flüssigkeiten, Verwaltungs-, Straf- und Ordnungswidrigkeitenrecht gemäß ChemVV, GefahrstoffV Informationen zur Gefahrenabwehr: Sicherheitskonzepte			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			

12	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> K. Merz
13	<b>Sonstige Informationen:</b> Vorbereitungsmaterialien sowie Videoaufzeichnungen der Vorlesungen zum Selbststudium befinden sich im dazugehörigen Blackboardkurs

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Anorganische Chemie II				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 4	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Anorganische Chemie II	<b>Kontaktzeit</b> a) 30 h b) 15 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Vorlesung (a) mit Übungen (b) und begleitendem e-learning Modul			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 80			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Nach Beendigung dieses Moduls sollen die Studierenden grundlegende Kenntnisse in folgenden Gebieten besitzen: - Koordinationschemie - Organometallchemie - Festkörperchemie - Stoffchemie der Metalle - Metallkomplexe in katalytischen Prozessen			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> Koordinationschemie: Historischer Hintergrund, Aufbau einer Komplexverbindung, Metall- und Ligandenklassifizierung, Ligandenfeld-/Kristallfeldtheorie, Symmetrie, Reaktionen von Komplexverbindungen Organometallchemie: Einführung, grundlegende Konzepte, Stoffklassen und Liganden Festkörperchemie: Kugelpackungen, Strukturtypen, Synthese von Festkörpern Metalle: Definition, Eigenschaften von Metallen (chemisch, physikalisch, mechanisch, strukturell) Stoffchemie der Metalle: Vorkommen, Gewinnung, Verwendung, charakteristische Verbindungen (Hauptgruppenmetalle, Übergangsmetalle, Lanthanoide, Actinoide) Anwendung von Metallverbindungen: Katalyse und Bioanorganische Chemie			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang Chemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur (120min.) am Semesterende			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> ix jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> Prof. Roland A. Fischer, Prof. Nils Metzler-Nolte und Dozenten der Anorganischen Chemie			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			



<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> <b>Grundlagen der Technischen Chemie</b>				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 4	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Grundlagen der Technischen Chemie	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 120			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> Nach Abschluss dieses Moduls sollen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der wichtigsten Problemstellungen der Technischen Chemie haben, die wichtigsten Stoff- und Energieverbände der Chemiewirtschaft kennen und einfache Aufgaben zur Bilanzierung von Verfahrenszügen, zur Umsatzberechnung bei idealen Reaktoren, zur Beschreibung von Wärme- und Stoffübergang sowie zur Wirtschaftlichkeitsbeurteilung lösen können. <b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende Fragestellungen der industriellen Praxis der Chemie zu verstehen, Entwicklungstendenzen zu erkennen und einfache Probleme zu formalisieren bzw. quantitativ zu erfassen.			

5	<p><b>Inhalte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verfahren und Stoffverbund: Beziehungen zwischen Einzelverfahren und Stoffverbund, Rohstoffe/typische Produkte der chemischen Industrie und ihre Eigenschaften/Qualitätsmerkmale, Zwischenproduktebenen zwischen Rohstoff und Produkt</li> <li>2. Allgemeine chemische Technologie: ökonomische Aspekte, Energie- und Rohstoffsituation, Sicherheits- und Umweltaspekte (Strategien im Umgang mit Abprodukten, mit toxischen, brennbaren, explosiven Stoffen), Wassermanagement</li> <li>3. Reaktoren: kontinuierliche, diskontinuierliche Reaktionsführung, Reaktorgestaltung in Abhängigkeit vom Phasenbestand, von der Wärmetönung, von der Desaktivierungsrate des Katalysators; ideale Reaktoren: Bilanzierung, Verweilzeitfunktion, Umsatzberechnung</li> <li>4. Thermische Trennverfahren: Rektifikation, Absorption, Extraktion, Adsorption, Kristallisation – zugrunde liegende Gleichgewichte und apparative Realisierung</li> <li>5. Mechanische Aufschluss- und Trennverfahren (Brechen, Mahlen, Sedimentieren, Zentrifugieren, Zyklon, Filter, Flotation), elektrostatische und magnetische Verfahren (Elektrofilter, elektrostatisches, magnetisches) Scheiden</li> <li>6. Energiemanagement: Grundlagen der Wärmeübertragung (Triebkräfte, Mechanismen), Wärmetauscher, Verdampfer, Öfen, Kälteerzeugung</li> <li>7. Stoffaustausch: Triebkraft, Mechanismen; Stoffaustausch über Phasengrenzflächen, Rolle der Austauschfläche und der Turbulenz, Stoffaustausch in Trenn- und Reaktionsapparaten</li> <li>8. Grundformen der Förderaggregate/Kompressoren</li> <li>9. Technische Katalyse: Grundbegriffe, Grundformen; Elementarschritte der heterogenen Katalyse, Kopplung Reaktion-Stofftransport (qualitativ), Einsatzbereiche der heterogenen, homogenen, Biokatalyse</li> <li>10. Wichtige Prozessstränge der chemischen Industrie:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synthesegaserzeugung (Basis Erdgas), -aufbereitung, -verwendung, Technologie exothermer Gleichgewichtsreaktionen am Beispiel Ammoniaksynthese</li> <li>- vom Erdöl zum Kraftstoff: Übersicht über Raffinerieprozesse</li> <li>- vom Erdöl zum Kunststoff: Monomerproduktion (Steam Cracker, Aufbau von Monomerstrukturen), Polymeraufbaureaktionen, Polymerisationsverfahren, Massenpolymere</li> <li>- Schwefelsäure und Kreislaufwirtschaft</li> <li>- Funktionalisierung von Kohlenwasserstoffen (über Sauerstoff, über Chlor, über Stickstoff=)</li> <li>- technische Elektrochemie</li> <li>- biotechnologische Verfahren</li> </ul> </li> </ol>
6	<p><b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang Chemie; 2-Fach Studiengang Bachelor of Arts; Master of Education</p>
7	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Grundkenntnisse in Allgemeiner, Anorganischer, Organischer und Physikalischer Chemie</p>
8	<p><b>Prüfungsformen:</b> Klausur</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur</p>
10	<p><b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet</p>
11	<p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich</p>
12	<p><b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> W. Grünert, M. Muhler</p>
13	<p><b>Sonstige Informationen:</b> Vorlesungsmaterialien werden über moodle-Kurse publiziert</p>



<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Organisch Chemisches Grundpraktikum				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 330 h	<b>Fachsemester</b> Semester 4	<b>Dauer</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Organisch Chemisches Grundpraktikum	<b>Kontaktzeit</b> 18 SWS / 216 h	<b>Selbststudium</b> 114 h	<b>Kreditpunkte</b> 11 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Praktikum			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> üblicherweise ca. 140 pro Jahr (96 Praktikums-Plätze Semester-begleitend, 44 im Blockpraktikum)			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <i>Zielsetzung:</i> Dieses Modul soll den/die Studenten/Studentin ein apparatives und praktisches Verständnis der Grundoperationen der Organischen Synthese vermitteln. <i>Kompetenzen:</i> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, einfache Synthesevorschriften im Bereich der Organischen Chemie praktisch nachzuvollziehen.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 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.			
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Praxis-orientierte Grundlage für das Modul F-Synthesepraktikum Organische Chemie; Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen der Chemie und Biochemie.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Der erfolgreiche Abschluss mindestens eines der Module Organische Chemie I oder Organische Chemie II.			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Eingangskolloquium zu jedem der Versuche, zu testierende Abgabe der Präparate, zu testierende Versuchsprotokolle, Abschlusskolloquium			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Unbenotet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 2 x jährlich: Semester-begleitend und als Blockpraktikum			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> G. Dyker (Modulbeauftragter), W. Sander, F. Schulz, G. von Kiedrowski			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Physikalische Chemie II für Chemiker					
<b>Kennung:</b> Pflicht			<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 4	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Physikalische Chemie II		<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 100				
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b>  <u>Zielsetzung:</u> Absolventen dieses Moduls erwerben Grundkenntnisse zur Kinetik chemischer Reaktionen und zur Beschreibung und Analyse von Konzentrationsänderungen. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, physikalische Eigenschaften von Gasen mit molekularen Größen quantitativ zu verstehen und zugrunde liegende Reaktionsmechanismen zu interpretieren.				
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 1. Kinetische Theorie der Gase <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulares Bild des Gases, Geschwindigkeitsverteilungen und -mittelwerte</li> <li>• Mittlere freie Weglänge, Stoßzahlen, Stöße auf Oberflächen</li> </ul> 2. Transporterscheinungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viskosität und Wärmeleitfähigkeit von Gasen</li> <li>• Diffusion</li> <li>• Elektrische Leitfähigkeit in Flüssigkeiten</li> </ul> 3. Chemische Reaktionskinetik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschwindigkeitsgesetze einfacher chemischer Reaktionen und ihre Integration</li> <li>• Reaktionsordnung und Halbwertszeiten</li> <li>• Experimentelle Methoden der chemischen Kinetik</li> <li>• Zusammengesetzte Reaktionen (Folge-, Parallel-, Rückreaktionen)</li> <li>• Vorgelagerte Gleichgewichte, Quasistationarität</li> <li>• Homogene und heterogene Katalyse</li> <li>• Radikal- und Kettenreaktionen, Explosionen</li> <li>• Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten (Arrhenius)</li> </ul>				
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang der Chemie; Optionalbereich.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur				
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet				
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich				
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> M. Havenith-Newen, Ch. Herrmann, K. Morgenstern, P. Nürnberger				
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>				

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Physikalisch-chemisches Praktikum für Chemiker und Biochemiker und Seminar I					
<b>Kennung:</b> Pflicht			<b>Workload</b> 150 h	<b>Fachsemester</b> Semester 4	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Praktische Physikalische Chemie		<b>Kontaktzeit</b> a) 6 SWS / 70 h b) 2 SWS / 30 h	<b>Selbststudium</b> 50 h	<b>Kreditpunkte</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Praktikum; b) Seminar				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 150				
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b>  <u>Zielsetzung:</u> Im Praktikum erwerben die Studierenden ein apparatives und theoretisches Verständnis grundlegender experimenteller Techniken der Physikalischen Chemie. Sie erlernen, die durchgeführten Experimente in schriftlichen Berichten und einem Seminarbeitrag darzustellen. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, durchgeführte Experimente schriftlichen zu dokumentieren und erzielte Ergebnisse in einem Seminarbeitrag darzustellen.				
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> <u>Apparative Methoden:</u> Kalorimeter, Vakuumanlagen, Gasanlagen, Physikalische und Chemische Sensoren, Datenaufnahme per Computer, Laser <u>Themengebiete:</u> Phasendiagramm, Kalorimetrie, Elektromotorische Kraft, Elektrolyte, Reibung, Mischungen, Oberflächenspannung, Diffusion, Leitfähigkeit, Beweglichkeit, Kinetische Funktionen, Strukturbestimmung, Spektroskopie, Fehleranalyse <u>Präsentationstechniken:</u> Optimale Gestaltung einer Kurz-Präsentation				
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse in Mathematik, Physik und Physikalischer Chemie des zugewiesenen Themas nachgewiesen durch bestandene Prüfung in: 1. Mathematik für Chemiker I oder 2. Physikalische Chemie I für Chemiker				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Antestat zu jedem Versuch einschließlich sicherheitsrelevanter Fragen, schriftliche Berichte zu jedem Versuch, erfolgreiche Darstellung eines Themas in einer 15-20-minütige Präsentation				
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Berichten zu jedem Versuch, erfolgreiche Darstellung eines Seminarthemas				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> unbenotet				
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich				
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> R. Glaves, M. Havenith-Newen, C. Herrmann, K. Morgenstern, P. Nürnberger				
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b> Spezielle Sicherheitsunterweisungen müssen absolviert werden, z.B. bei Versuchen, in denen Laser eingesetzt werden.				

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Einführung in die Biochemie				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 4	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Einführung in die Biochemie	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 78 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <u>Zielsetzung:</u> Absolventen dieses Moduls haben Grundkenntnisse des molekularen Aufbaus lebender Systeme erworben. Sie haben ein grundlegendes Verständnis für wichtige Grundbausteine, für die Biochemie wichtige Reaktionen und den Aufbau unterschiedlicher Zellkompartimente entwickelt. Darüber hinaus haben die Absolventen grundlegende Vorstellungen der Funktion von Membran-, Transport- und Motorproteinen, Signalübertragungsketten sowie der hormonellen Koordination größerer Organsysteme erarbeitet. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende biochemische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 1. Elemente des Lebens, Wasser als Lösungsmittel und die Regulation des pH-Wertes in Biosystemen 2. Kohlenstoffverbindungen, funktionelle Gruppen in Biomolekülen und energiereiche Bindungen 3. Aminosäuren, Peptidbindung und allgemeine Proteinstruktur 4. Struktur und Funktion von Nukleotiden, 5. Zucker: Energiespeicher und Marker für Proteine 6. Grundlagen des Stoffwechsels, 7. Lipidzusammensetzung der Zellmembran, Membranproteine und Verankerung von Proteine 8. Transport über Membranen I: Transportproteine und Ionenpumpen 9. Transport über Membranen II: Struktur und Funktion von K <sup>+</sup> -Kanälen und potenzialaktivierten Ionenkanälen, 10. Zellkompartimente und ihre Funktion 11. Zytoskelett, Motorproteine und Zellbewegung 12. Prinzipien der Signaltransduktion am Beispiel der 7-Transmembranrezeptoren 13. Koordination der Funktion verschiedener Organe durch Hormone			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> I. Dietzel-Meyer, R. Stoll			

13	<b>Sonstige Informationen:</b> Vorbereitungsmaterialien zum Selbststudium befinden sich unter <a href="http://moodle.ruhr-uni-bochum.de/course/view.php?id=593">http://moodle.ruhr-uni-bochum.de/course/view.php?id=593</a>
----	--



<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Anorganische Chemie III				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 5	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Anorganische Chemie III	<b>Kontaktzeit</b> a) 30 h b) 15 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Vorlesung (a) mit Übungen (b) und begleitendem e-learning Modul			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 70			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> In diesem Modul sollen ausgewählte und allgemeine Konzepte der fortgeschrittenen Anorganischen Chemie im Blick auf aktuelle Forschungsthemen und in Bezug zu den Inhalten der vorangegangenen bzw. parallelen Module im Fach erarbeitet werden. Am Ende der Veranstaltung soll der/die Studentin über Stoffklassen- und Fachgebiets-übergreifende Kenntnisse verfügen und diese selbständig zur Bearbeitung intellektuell anspruchsvoller Fragestellungen in der modernen anorganischen Chemie einsetzen können.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> Zwei ausgewählte Themengebiete der fortgeschrittenen Anorganischen Chemie werden beispielhaft behandelt. Konzepte der Bioanorganischen Chemie, Konzepte der Anorganischen Festkörper- und Materialchemie: Prinzipien der Beschreibung von Festkörperstrukturen (Kugelpackungen, Polyederverknüpfungen, Netzwerkstrukturen); Verknüpfung von Struktur, Bindungsverhältnissen und Materialeigenschaften; Fallbeispiele für Materialien mit wichtigen elektrischen, optischen, magnetischen, mechanischen oder katalytischen Eigenschaften.			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang Chemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur (120min.) am Semesterende			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> ix jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> Prof. Roland A. Fischer, Prof. Nils Metzler-Nolte und Dozenten der Anorganischen Chemie			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Organische Chemie III				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 5	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Organische Chemie III	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> 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 <b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Literatur zu den Themen Carbokationen, Radikale und Carbene, Carbanionen, Stereochemische Konzepte und Enolate fachlich einzuordnen.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carbokationen (Thermochemie, Umlagerungsreaktionen, Nucleophile Substitution)</li> <li>2. Radikale und Radikalreaktionen (Darstellung von Radikalen, ESR-Spektroskopie, Thermochemie, Radikalreaktionen)</li> <li>3. Diradikale und Carbene (Erzeugung von Carbenen, Carbenreaktionen)</li> <li>4. Chemie der Carbanionen ( Struktur und Reaktivität von Carbanionen, Basizität, Nucleophilie)</li> <li>5. Stereochemische Konzepte (Prochiralität, Stereo- und Regioselektivität, Diastereo- und Enantioselektivität, thermodynamische und kinetische Kontrolle)</li> <li>6. Enolate (Aldolreaktion, Allylierungen, C-C Verknüpfungen über Ylide, enantioselektive Katalyse)</li> </ol>			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse in Organischer Chemie			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> W. Sander, G. v. Kiedrowski			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b> Vorbereitungsmaterialien zum Selbststudium und Übungsaufgaben befinden sich auf dem Blackboard			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Methoden der Strukturanalyse I				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 5	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Methoden der Strukturanalyse I	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 200			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> 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 <b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die in der eigenständigen Laborarbeit hergestellten Substanzen zu charakterisieren und Strukturen zu verifizieren.			
<b>5</b>	<p><b>Inhalte:</b></p> <p>UV/VIS-Spektroskopie: Messtechnik, Elektronenanregung und Molekülstruktur, Extinktion, Chromophore, <math>\pi</math>-<math>\pi^*</math> und <math>n</math>-<math>\pi^*</math>-Übergänge, UV/VIS-Spektren organischer Substanzklassen.</p> <p>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</p> <p>Massenspektrometrie: Aufbau von Massenspektrometern, Ionisations- (EI, FAB, ESI, MALDI) und Detektionstechniken, Charakteristische Zerfallsmuster organischer Verbindungen.</p> <p>NMR-Spektroskopie: <i>Physikalische und messtechnische Grundlagen:</i> Makroskopische Magnetisierung, Vektormodell, Relaxation, Probenbereitung, einfache Pulsprogramme, Fouriertransformation zu 1D- und 2D-NMR-Spektren, Breitbandige und selektive Anregung bzw. Entkopplung; 2D-Spektren - COSY, HMQC. <i>Spektrale Parameter und molekulare Struktur:</i> Chemische Verschiebungen in <math>^1\text{H}</math>- und <math>^{13}\text{C}</math>-NMR Spektren - elektronische Umgebung, Anisotropie, Ringstrom, Lösungsmiteleinfluß 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 - <math>^{19}\text{F}</math>, <math>^{31}\text{P}</math>, <math>^{29}\text{Si}</math>, exemplarisch Übergangsmetalle (z.B. Pt) und Kerne mit Quadrupolmomenten; Homonukleare und heteronukleare Spinsysteme</p> <p><i>Kombination von spektroskopischen Techniken und chemischem Wissen zur Strukturaufklärung unbekannter Stoffe:</i> 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.</p>			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie			
<b>8</b>	<b>Prüfungstformen:</b> Klausur			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> C. Merten, G. Dyker, W. Sander, G. von Kiedrowski			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> <b>F-Synthesepraktikum in Anorganischer Chemie</b>				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 180 h	<b>Fachsemester</b> Semester 5	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> F-Synthesepraktikum in Anorganischer Chemie	<b>Kontaktzeit</b> 130h	<b>Selbststudium</b> 50 h	<b>Kreditpunkte</b> 6 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Praktikum mit begleitenden Seminaren			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 70			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Nach Ende dieses Moduls sollen die Studierenden in der Lage sein, mehrstufige Synthesen (anorganische, organische, metallorganische und bioanorganische Präparate) 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, Massenspektrometrie), Chromatographie und Diffraktometrie (Pulver und Einkristall) 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.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> Themenverzeichnis: Hauptgruppenelemente, Übergangsmetalle, Elementorganik, Liganden, Cluster, Aggregate, Synthese von reaktiven und komplexen organischen Verbindungen, Anwendung analytischer Methoden zur Strukturaufklärung. Synthesemethoden: Vakuumtechnik, Schutzgastechnik (Schlenktechnik, Substanztransfer in einer Glovebox, Lösemitteltransfer unter Schutzgas, Filtration unter Schutzgas, Abfüllen von NMR-Proben unter Schutzgas), Aufreinigungstechniken: Säulenchromatographie, Umkristallisieren, Sublimation, fraktionierte Destillation und fraktionierte Kondensation, Umgang mit Gefahrstoffen, selbstentzündliche Reagenzien, Transfer mit Spritze und Septum, Umgang mit toxischen / carcinogenen Substanzen, Umgang mit geruchsbelästigenden Stoffen, im Mikromaßstab: Umgang mit potentiell explosiven Substanzen Charakterisierungsmethoden: NMR in Lösung und im Festkörper, Einkristall- und Pulverdiffraktometrie, IR, UV/VIS.			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang Chemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Anorganisch-chemisches Grundpraktikum und Organisch-chemisches Grundpraktikum			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Sicherheitsgespräch am Beginn des Praktikums; Sicherheits- und Eingangsgespräch vor jedem Versuch, Synthese des Präparats (Ausbeute: min 50% der Literaturangabe); Skizzieren der Versuchsdurchführung des Praktikumspräparats im Laborjournal Anfertigung eines Versuchsprotokolls zu dem Praktikumspräparat			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Die erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Berichten zu den Praktikumspräparaten sowie die Teilnahme an dem Vorbereitungsseminar sind Voraussetzung für die Kreditierung der Lehrveranstaltung			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1x jährlich			

I2	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> Prof. Roland A. Fischer, Prof. Nils Metzler-Nolte
I3	<b>Sonstige Informationen:</b>

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie (Synthese-Praktikum, Teil Life Science für Biochemiker)				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 180 h	<b>Fachsemester</b> Semester 5	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie (Synthese-Praktikum, Teil Life Science für Biochemiker)	<b>Kontaktzeit</b> 7 SWS / 105 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 6 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Praktikum			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> ca. 100			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <u>Zielsetzung:</u> 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.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 7. Synthese von reaktiven und komplexen organischen Verbindungen in mehrstufigen Synthesen, Stereo- und enantioselektive Synthesen, 8. Anwendung analytischer Methoden zur Strukturaufklärung. (NMR, IR, UV/VIS, Dünnschichtchromatographie, Gaschromatographie, Massen-spektrometrie) 9. Synthesemethoden: Vakuumtechnik, Schutzgastechnik 10. Aufreinigungstechniken: Säulenchromatographie, Umkristallisieren, Sublimation, fraktionierte Destillation und fraktionierte Kondensation 11. Umgang mit Gefahrstoffen, selbstentzündliche Reagenzien, Transfer mit Spritze und Septum, Umgang mit toxischen / carcinogenen Substanzen, Umgang mit geruchsbelästigenden Stoffen			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Bestandenes Grundpraktikum in Organischer Chemie (für Biochemiker zusätzlich: Bestandenes Praktikum Bioorganische Chemie), Kenntnisse in Organischer Chemie, insb. sicherheitsrelevanter Aspekte			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> 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			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Erfüllung der Anforderungen unter 8 für alle Versuche			

I0	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> keine Benotung
I1	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich
I2	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> Dyker, G. , Huber, S. M. , von Kiedrowski, G. , Pankau, W. M. , Sander, W. , Schulz, F.
I3	<b>Sonstige Informationen:</b> Vorbereitungsmaterialien zum Selbststudium befinden sich auf dem Blackboard

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Physikalische Chemie III für Chemiker und Biochemiker					
<b>Kennung:</b> Pflicht			<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 5	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Physikalische Chemie III		<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, approx. 140				
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b>  <u>Zielsetzung:</u> Absolventen dieses Moduls erwerben die quantenmechanischen Grundlagen verschiedener spektroskopischer Methoden und Grundkenntnisse in der Spektroskopie von Atomen und Molekülen erworben. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende spektroskopische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.				
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 1. Grundlagen der Quantenmechanik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentelle Hinweise auf Quanteneffekte</li> <li>• Quantenmechanische Grundlagen der Spektroskopie: Wellenpakete, Operatoren, Schrödingergleichung</li> <li>• Anwendung auf einfache QM Systeme (freies Teilchen, Reflexion an Barriere, Tunneleffekt)</li> <li>• Anwendung auf lokalisierte Systeme in einer Dimension: Teilchen im Kasten, Harmonischer Oszillator</li> </ul> 2. Atome und Moleküle <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verallgemeinerungen auf räumlich begrenzte Systeme: Separationsansatz, Drehimpuls, Mehrdimensionales Teilchen im Kasten, H-Atom</li> <li>• Mehrelektronensysteme, Photoelektronenspektroskopie</li> <li>• Molekülorbitale und chemische Bindung, Born-Oppenheimer-Näherung, Elektronenkonfigurationen einfacher Moleküle, Termschemata</li> </ul> 3. Molekülspektroskopie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotationsspektroskopie</li> <li>• Schwingungsspektroskopie</li> <li>• Absorptions- u. Emissionsspektroskopie</li> <li>• Ramanspektroskopie</li> <li>• Photoelektronenspektroskopie</li> <li>• Fluoreszenz und Phosphoreszenz</li> </ul>				
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse in Mathematik, Physik und Inhalte der Vorlesungen Physikalischer Chemie I und II				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur				
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet				
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich				
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> M. Havenith-Newen, Ch. Herrmann, K. Morgenstern, P. Nürnberger				
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b> Diese Vorlesung ist in Kombination mit dem Physikalisch-Chemischen Fortgeschrittenenpraktikum Zulassungsvoraussetzung für den Studiengang Master of Science in Chemistry der Fakultät.				



<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Analytische Chemie III - Stoff- und Elektroanalytik				
<b>Kennung:</b> Wahlpflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 5	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Analytische Chemie III - Stoff- und Elektroanalytik	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS /14 h	<b>Selbststudium</b> 78 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung; c) e-learning Module im Blackboard.			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 80			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b>  <u>Zielsetzung:</u> Nach Ende dieses Moduls soll der/die Student/Studentin ein fortgeschrittenes Verständnis über die Theorie, Gerätebau und praktische Anwendung von modernen Schwingungsanalytischen Methoden, Elektroanalytik und Sensorik besitzen. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, moderne Methoden der instrumentellen Analytik zu verstehen und anzuwenden.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schwingungsspektroskopie: Grundlagen der Ramanspektroskopie, Auswahlregeln, Charaktertafeln, Aufbau von Ramanspektrometern, moderne ramanspektroskopische Analyseverfahren und deren Einsatzbereiche, Photoakustische Spektroskopie</li> <li>– Elektroanalytik: Cyclische Voltammetrie, Differenz-Puls-Voltammetrie, Stripping-Voltammetrie</li> <li>– Bioanalytik: Immunoassays, Enzymatische Analytik</li> <li>– Sensorik: Ionenselektive Elektroden, Chemische Sensoren, Biosensoren</li> <li>– Statische Auswertung und Bewertung von Analyseergebnissen</li> </ul>			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> W. Schuhmann, S. Seisel			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> <b>Biochemie I</b>				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 5	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Biochemie I	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 70			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> Die Studierenden sollen ein grundlegendes Verständnis über die molekularen und zellulären Funktionen von Proteinen, Lipiden, und Stoffwechsel erlangen, sowie Kenntnisse über deren zelluläre Kompartimentierung und Regulation <b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden sollen diese Kenntnisse auf die Regulation von Enzymen, Metabolismus, molekulare Motoren und auf Grundzüge der Signaltransduktion übertragen.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> <b>Biochemische Definition des Lebens:</b> • Komplexität • Energieumwandlung • Selbstreplikation <b>Aminosäuren und Peptide:</b> Allgemeine Struktur, Zusammensetzung, Vorkommen, Eigenschaften, Peptidbindung, Hierarchien in der Proteinstruktur, Ramachandran Diagramm, Kollagen-Triphelix <b>Faltung von Proteinen:</b> Nicht-kovalente schwache Wechselwirkungen • Faltung des Trypsininhibitors • Chaperone: GroEL und GroES <b>Aminosäure- und Proteinanalytik:</b> • Immunoblotting • Zweidimensionale Elektrophorese • Affinitätschromatographie • Ultrazentrifugation • Gelchromatographie • Salzfällung <b>Charakterisierung von Proteinen:</b> • • Antikörperstruktur • Selektion der B-Zellen und T-Zellen • Monoklonale Antikörper <b>Primärsequenzbestimmung:</b> • Endgruppenanalyse • Zusammensetzung der Aminosäuren • Fragmentierung der individuellen Untereinheiten • Edman-Abbau • Proteomanalyse • Charakterisierung durch Massenspektrometrische Methoden (MALDI-TOF, Nano-ES) <b>Funktion von Proteinen:</b> • Myoglobin • Hämoglobin • T- und R-Konformation • Sichelzellanämie <b>Enzymkinetik:</b> • Michaelis-Menten • Enzymatische Katalyse • Mechanismen <b>Biologische Membrane:</b> • Erythrozyten-Membran • Membranproteine • Glykoproteine <b>Transport durch biologische Membrane:</b> • Sekretion und Exocytose • Mitochondrium • Erleichterte Diffusion • Kinetik des Membrantransportes • Ionophoren (Gramicidin) • Einführung <b>Lipoproteine:</b> • Transport von Triacylglyceriden • LDL: Modell, Rezeptor, Endocytose, Recycling <b>Fettsäurestoffwechsel : Abbau:</b> • Regulation • Energiebilanz <b>Fettsäurestoffwechsel:</b> • Fettsäuresynthetase-Zyklus • Vergleich: Abbau/ Biosynthese <b>Arachidonsäure Stoffwechsel:</b> • Prostaglandine • Prostacycline • Thromboxane <b>Energiestoffwechsel: Allgemein</b> • Freie Energie • ATP, Creatinphosphat • Energieladung <b>Energiestoffwechsel: Glykolyse, ausgewählte enzymatische Mechanismen und Proteinstrukturen Vergleich:</b> Glykolyse und Glukoneogenese • Pyruvat-Decarboxylase <b>Energiestoffwechsel: Regulation der Glykolyse, Gluconeogenese</b> • Phosphofruktokinase <b>Krebszyklus (Tricarbonsäurecyclus):</b> • Regulation • Mitochondrialer Membrantransport <b>Membrangebundene ATP-Synthese:</b> • Protonengradient • Bakteriorhodopsin • Elektronen-transport • Mitochondriale Elektronentransportkette • ATPase: Rotationsmechanismus <b>Pentosephosphatweg:</b> • Oxidativer und nicht oxidativer Zweig <b>Zelluläre Mechanismen zum Schutz vor toxischen Radikalen</b> • Gluthathion Reduktase <b>Abbau von Aminosäuren:</b> • Harnstoffcyclus • Kopplung Harnstoffcyclus-Citratcyclus • Koordination des Stoffwechsels • Gycogen-Stoffwechsel und zelluläre Signaltransduktion			

6	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie
7	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse in die Einführung in die Biochemie
8	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur
10	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet
11	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich
12	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> R. Heumann, H.-H. Kiltz
13	<b>Sonstige Informationen:</b>

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Technische Chemie I: Chemische Verfahrenstechnik				
<b>Kennung:</b> freiwillig		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 5	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Technische Chemie I: Chemische Verfahrenstechnik	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Studierende, die das Wahlfach Technische Chemie belegen, ca. 40			
<b>4</b>	<p><b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Zielsetzung:</b> Nach Ende dieses Moduls sollen die Studierenden die Grundlagen der Reaktorauswahl und -auslegung, der Gestaltung und Auslegung von Wärme- und Stoffaustauschapparaten, der Berechnung von Druckverlusten, sowie der Auslegung von Rektifikations- und Absorptionskolonnen beherrschen und einfache Probleme in diesen Bereichen selbständig lösen können. Sie sollen die Grundlagen und apparative Ausgestaltung von Adsorptions- und Extraktionsanlagen sowie von Misch- und Filtrationsaggregaten kennen.</p> <p><b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende technisch-chemische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.</p>			

5	<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Umsatzberechnung in realen und idealen Reaktoren: Stoff- und Wärmebilanzen, Ableitung des Umsatzes unter vereinfachenden Nebenbedingungen (Idealität, Isothermie, etc.), ideale isotherme Reaktoren, ideale adiabatische und polytrope Reaktoren (Ausblick mit Einschluss der Stabilitätsproblematik), Verweilzeitfunktionen idealer und realer Reaktoren, Umsatzberechnung</p> <p><u>Einführung in die Systematik der Grundoperationen:</u> Begriffsbestimmung, kurzer Überblick</p> <p>Strömungslehre: Bernoulli-, Kontinuitätsgleichung; Grundsituationen des Impulstransports, vom Newton'schen Reibungsgesetz zur Druckverlustgleichung, Strömungsprofile der laminaren Strömung/Hagen-Poiseulle, Reynoldszahl, Ähnlichkeitstheorie und Kriteriengleichungen, Berechnung von Druckverlusten; Pumpen und Pumpenkennlinien</p> <p>Mechanische Grundoperationen: Rühren – Grundprozesse und Grundgleichungen, apparative Ausführung; statische Mischer; Filtrieren – Grundprozesse, Grundformen, Filtergleichung, apparative Ausführungen; Mahlen und Brechen; Klassieren</p> <p>Wärme- und Stofftransport: Grundsituationen des Wärme- und Stofftransports; Transportgleichungen für molekulare Mechanismen sowie allgemeine Beschreibung, molekulare und allgemeine Intensitätsparameter, Ähnlichkeitstheorie, dimensionslose Kennzahlen, Ermittlung der Transportparameter über Kriteriengleichungen; Beispiele: Berechnung von Druckverlusten (Rohrströmung, Schüttung), Berechnung von Wärmetauschern, Höhe von Transfereinheiten in Füllkörperkolonnen</p> <p><u>Thermische Trennverfahren:</u></p> <p>Rektifikation: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm, HTU-NTU-Konzept für Füllkörperkolonnen, Methoden der Vielstoffdestillation, Azeotrop- und Extraktivdestillation</p> <p>Absorption: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm, praktische Aspekte von Absorptionsverfahren, Beispiele</p> <p>Extraktion: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm (Nichtmischbarkeit von Lösungs- und Extraktionsmittel), Darstellung von Dreistoffsystemen im Dreiecksdiagramm, Polstrahlverfahren zur Bilanzierung von Extraktionsanlagen (Ausblick)</p> <p>Adsorption: Gleichgewichtsdarstellung, Adsorption als instationärer Prozess, Festbettadsorber, cyclische Adsorptionsbatterien, Druckwechseladsorption</p>
6	<p><b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.</p>
7	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Grundkenntnisse in Allgemeiner, Anorganischer, Organischer und Physikalischer Chemie</p>
8	<p><b>Prüfungsformen:</b> Klausur</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur</p>
10	<p><b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet</p>
11	<p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich</p>
12	<p><b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> M. Muhler, S. Kaluza</p>
13	<p><b>Sonstige Informationen:</b> Ein Skript zur Vorlesung kann im Druckzentrum erworben werden.</p>



<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Theoretische Chemie I: Grundlagen				
<b>Kennung:</b> Wahl-Pflicht für B.Sc. in Chemie Freiwillig für B.Sc. in Biochemie		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 5	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Theoretische Chemie I: Grundlagen	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> ca. 20 bis 30			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <u>Zielsetzung:</u> Die Teilnehmer erwerben Kenntnisse über die wichtigsten Methoden der Theoretischen Chemie in den Bereichen Elektronenstruktur, Molekülstruktur und Molekulardynamik <u>Kompetenzen:</u> Über das Erlernen der Grundlagen der verschiedenen Methoden der Theoretischen Chemie hinaus erwerben die Studierenden die Fähigkeit, die jeweiligen Limitierungen und praktischen Einsatzmöglichkeiten der Methoden zu bewerten. Damit vermittelt diese Vorlesung auch insbesondere die nötigen Grundlagen für das Theoretisch-Chemische Praktikum im Folgesemester.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 1. <b>Born-Oppenheimer-Separation:</b> Schrödingergleichungen für Elektronen- und Kernbewegung, BO-Potentialflächen, Gültigkeit, nichtadiabatische Korrekturen 2. <b>Molekulardynamik:</b> Newton/Lagrange/Hamilton Formulierung, Grundbegriffe der Statistischen Mechanik, Boltzmannverteilung, freie Energien, Parameterisierungen von Kraftfeldern, kondensierte Materie, Eigenschaften von Integratoren, Trajektorien, Auswertung, statische Messgrößen, radiale Verteilungsfunktionen, Zeitkorrelationsfunktionen 3. <b>Vertiefung Theoretischer Grundlagen:</b> kanonische Quantisierung, Darstellungen, Hilbertraum, Ununterscheidbarkeit und Symmetrisierungspostulat, Drehimpulsformalismus und Spin, 4. <b>Rechenmethoden:</b> Variationsprinzip und Variationsverfahren (Grundzustand); Störungstheorie (nichtentartet, zeitunabhängig) 5. <b>Hartree-Fock-Theorie und Elektronenkorrelation:</b> LCAO Ansatz, Roothaan-Hall Gleichungen, (Standard-) Basissätze, Koopmans' Näherung, dynamische und nichtdynamische Elektronenkorrelation, Fermi-Korrelation, kurz- und langreichweitige Coulombkorrelation, Elektronencusp, Grundideen von Mehrdeterminantenansätzen (MCSCF, CI), Coupled Cluster (CC) Verfahren, Vielteilchenstörungstheorie (MP) 6. <b>Dichtefunktionaltheorie:</b> Hohenberg-Kohn-Theoreme, Kohn-Sham-Verfahren, lokale Dichtenäherung und Gradientenkorrekturen, Hybridfunktionale			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang der Chemie und Biochemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Mündliche oder schriftliche Abschlussprüfung gemaess Ankuendigung			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Abschlussprüfung			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> D. Marx, C. Hättig			

13	<b>Sonstige Informationen:</b> Kann CP-relevant in den Studiengang B.Sc. in Biochemie integriert werden (Schwerpunkt Biomol. Chemie)
----	---



<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Physikalische Chemie IV für Chemiker und Biochemiker				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 6	<b>Dauer</b> 1 Semester
1	<b>Modul:</b> Physikalische Chemie IV	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 30 h b) 1 SWS / 15 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
2	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
3	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 80			
4	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <u>Zielsetzung:</u> Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis der statistisch-thermodynamischen Beschreibung von Materieeigenschaften und ihre Anwendung auf Gase, Flüssigkeiten, Festkörper und Polymere. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, den Zusammenhang zwischen makroskopischen Größen und Eigenschaften zugrundeliegender Teilchen zu verstehen und makroskopische Größen und Phänomene aus den Eigenschaften individueller Moleküle bzw. Bausteine, aus denen das makroskopische System besteht, zu berechnen.			
5	<b>Inhalte:</b> 1. Grundlagen der statistischen Thermodynamik: Verteilungen und Mittelwerte, Mikro- und Makrozustände, Kombinatorik, Stirling-Näherung, Binomialverteilung, Grundlagen der Boltzmann-Statistik, Statistische Ensemble, Zustandssumme und Verteilung 2. Berechnung thermodynamischer Funktionen aus der Zustandssumme: Innere Energie, Wärmekapazität, Entropie, Freie Energie, Druck, Enthalpie, Freie Enthalpie 3. Quantenmechanische Herleitung der Zustandssummen: Zustandssummen der Translation, Rotation, Vibration, elektronischen Anregung, Kernanregung Gesamtzustandssumme von Molekülen 4. Quantenstatistik: Fermi-Dirac, Bose-Einstein, Übergang zur Boltzmann-Verteilung 5. Anwendung auf mono- und polyatomige Gase: ideales Gas, van-der-Waals-Gleichung, ortho- und para-Wasserstoff 6. Anwendungen auf Flüssigkeiten und Festkörper: Einstein-Modell und Debye-Modell, Dulong-Petit-Gesetz, Bändermodell 7. statistisch-thermodynamische Beschreibung von chemischen Gleichgewichten 8. statistische Behandlung von Polymeren			
6	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang der Chemie			
7	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Kenntnis der Inhalte der Vorlesungen Physikalische Chemie I-III			
8	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
10	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
11	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			
12	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> M. Havenith-Newen, Ch. Herrmann, K. Morgenstern, P. Nürnberger			
13	<b>Sonstige Informationen:</b>			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Methoden der Strukturanalyse II				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 117 h	<b>Fachsemester</b> Semester 6	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Methoden der Strukturanalyse II, Röntgenstrukturanalyse, Elektronendichteanalyse, Proteinkristallografie	<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 75 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Vorlesung; b) Übung			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, üblicherweise ca. 80			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> 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. <b>Kompetenzen:</b> 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.			
<b>5</b>	<p>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:</p> <p><b>Grundlagen der Kristallografie:</b> Kristallgitter, Bravais-Gitter, Netzebenen, Symmetrieelemente (Schoenflies-Symbolik), Raumgruppen (Hermann-Mauguin-Symbolik).</p> <p><b>Röntgenbeugung:</b> Erzeugung von Röntgenstrahlung, Beugung am Kristallgitter, Bragg-Gesetz, Laue-Klassen, reziprokes Gitter, Ewald-Konstruktion, systematische Auslöschungen, symmetrieäquivalente Reflexe, interner-R-Wert, Atomformfaktoren, Strukturformfaktoren, Aufbau von Diffraktometern und Detektoren, Datensammlung.</p> <p><b>Röntgenstrukturanalyse:</b> 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).</p> <p><b>Pulvermethoden:</b> Röntgenbeugung an Pulvern, Identifizierung von Verbindungen mit der Datenbank MATCH.</p> <p><b>Proteinkristallografie:</b> Kristallzüchtung, Synchrotronstrahlung, Methoden zur Lösung des Phasenproblems, Verfeinerung von Proteinstrukturen, Beurteilung und Interpretation von Proteinstrukturen.</p> <p><b>Topologie der Elektronendichte:</b> 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.</p>			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Klausur			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bestehen der Klausur			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			

I1	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich
I2	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> R. Schmid, E. Hofmann, B. Mallick
I3	<b>Sonstige Informationen:</b> Vorbereitungsmaterialien zum Selbststudium befinden sich in einem Moodle Kurs der RUB.

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene für Chemiker und Biochemiker und Seminar II				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 6	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene	<b>Kontaktzeit</b> a) 35 h b) 20 h	<b>Selbststudium</b> 65 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> (a) Praktikum (b) Seminar			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 120			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Im Praktikum erwerben die Studierenden ein fortgeschrittenes apparatives und theoretisches Verständnis wichtiger experimenteller Techniken der Physikalischen Chemie. Sie erlernen, eine quantitative Genauigkeitsabschätzung für eine durchgeführte Messung zu machen, die Durchführung des Experimentes in Form eines schriftlichen Berichtes darzustellen und ein ausgewähltes Thema der Physikalischen Chemie in einem mündlichen Seminarbeitrag vorzustellen.			
<b>5</b>	<p><b>Inhalte:</b>  <u>Apparative Methoden:</u> Laser-induzierte Fluoreszenz-Spektroskopie, Infrarot-Spektroskopie, UV/VIS-Spektroskopie, Elektronenbeugung (LEED und SEM), Oberflächen-Plasmonenresonanz-Spektroskopie, Mehrschichten-Adsorption BET, dielektrische Messungen, Raman-Spektroskopie, Rasterkraftmikroskopie, Rastertunnelmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie, Fluoreszenz-Spektroskopie, Emissionsspektroskopie  <u>Themengebiete:</u> Absorptions- und Fluoreszenzspektren, Spektren zweiatomiger Moleküle, Energieniveauschema, Schwingungs-Spektroskopie, Grundlagen der Bandenspektren im sichtbaren und ultravioletten Bereich, Franck-Condon-Prinzip, Termsymbole, Elektronenbeugung, Kristallstrukturen, Miller'sche Indizes, reales und reziprokes Gitter, Oberflächenplasmonen, Polarisation des Lichtes, Brechungsgesetz, Thermodynamik des Phasenverhaltens reiner Stoffe, Wärmekapazitäten fester Stoffe bei tiefen Temperaturen, Gitterenergie, Gasadsorption an Festkörpern, Adsorptionsthermen, Chemisorption, Wechselwirkung von Elektronen mit Materie, Arbeitsweise eines Lasers, quantenmechanischer Tunneleffekt, Funktionsweise von Rastersondenmikroskopen, Protein-Protein-Wechselwirkungen, Energiezustände des Wasserstoffmoleküls und des Heliumatoms  <u>Vortragsgestaltung:</u> Optimale Gestaltung eines Seminarvortrags</p>			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie (Pflichtbereich) und Biochemie (Optionalbereich)			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> 1. erfolgreiche Teilnahme am Physikalisch-chemischen Grundpraktikum und 2. bestandene Prüfung in Physikalische Chemie III für Chemiker und Biochemiker			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Antestat zu jedem Versuch, schriftliche Berichte zu jedem Versuch, erfolgreiche Darstellung eines Themas in einem 30 minütigen Seminarvortrag			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Berichten zu jedem Versuch, erfolgreiche Darstellung eines Themas in einem Seminarbeitrag			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> unbenotet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> A. Birkner, K. Morgenstern, M. Havenith-Newen, C. Herrmann, P. Nürnberger			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b> Dieses Praktikum ist in Kombination mit der Vorlesung Physikalische Chemie III Zulassungsvoraussetzung für den Studiengang Master of Science in Chemistry der Fakultät. Spezielle Sicherheitsunterweisungen müssen absolviert werden, z.B. bei Versuchen, in denen Laser eingesetzt werden.			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Analytisch-chemisches Fortgeschrittenenpraktikum				
<b>Kennung:</b> Wahlpflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 6	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Analytisch-chemisches Fortgeschrittenenpraktikum	<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS / 28 b) 1 SWS / 7	<b>Selbststudium</b> 85 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Praktikum b) Seminar			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> ca. 80			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> Nach Ende dieses Moduls soll der/die Student/Studentin ein fortgeschrittenes apparatives und theoretisches Verständnis über die Praxis sowie die möglichen analytischen Anwendungsbereiche wichtiger Methoden der Chromatographie, Elektroanalytik, Molekülspektroskopie und Strukturanalytik besitzen. Er/sie soll in der Lage sein, in einfachen Fällen experimentelle Ergebnisse für die einzelnen Methoden auszuwerten und kritisch zu beurteilen. <b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben theoretische und praktische Kenntnisse im Bereich der modernen instrumentellen Analytik. Darüber hinaus erwerben sie fundierte Kenntnisse in der Auswertung und Bewertung von Analysemethoden.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> – Analytische Trennverfahren: HPLC – Molekülspektroskopie und Strukturanalytik: Atomabsorptionsspektroskopie, Kernresonanzspektroskopie, Massenspektrometrie – Elektroanalytik: Photostrommessung, Zyklische Voltammetrie, Impedanzmessung			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Leistungsnachweis Analytische Chemie II oder Analytische Chemie III			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Sicherheits- und Eingangskolloquien vor den Versuchen, Überprüfung der Ergebnisse der Analysen sowie Versuchsprotokolle.			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Die erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Berichten zu mindestens 6 Praktikumsaufgaben.			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> A. Rosenhahn, W. Schuhmann			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> <b>Biochemisches Praktikum für Chemiker</b>					
<b>Kennung:</b> Wahlpflicht		a) 180620 b) 180621	<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 6	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Biochemisches Praktikum für Chemiker		<b>Kontaktzeit</b> a) 5x15 h b) 1 x 15 h	<b>Selbststudium</b> 30 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Praktikum b) Übungen				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Ca. 8 bis 10 Studierende pro Gruppe				
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <u>Zielsetzung:</u> Die Studierenden sollen grundlegende Erfahrungen mit biochemischen Molekülen gemacht und einige wichtige experimentelle Techniken kennengelernt haben.  <u>Kompetenzen:</u> Selbstständige Durchführung von Versuchen nach Versuchsskript; Protokollierung von Versuchen in zum Verständnis ausreichender Detailtiefe				
<b>5</b>	<p><b>Inhalte:</b> Vor dem Praktikum 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.</p> <p>a) <u>Versuche:</u> Es werden insgesamt 7 Versuche durchgeführt.</p> <p><b>Versuch F-02: Isolierung von alpha-Lactalbumin</b> Kombinierte Hitze- und Ammoniumsulfatfällung von frischer Kuhmilch, Säurefällung und Extraktion des alpha-Lactalbumins, Gelfiltration</p> <p><b>Versuch F-03: Charakterisierung von alpha-Lactalbumin</b> Proteinkonzentrationsbestimmung nach Bradford, SDS-Gelelektrophorese, Coomassie-Färbung der Proteingele, Reinheitskontrolle</p> <p><b>Versuch F-07: Isolierung und elektrophoretische Analyse von RNA</b> Isolierung von cytoplasmatischer und Kern-RNA aus HeLa-Zellen, elektrophoretische Auftrennung in denaturierenden Polyacrylamidgelen. Reverse Transkription mit anschließender Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR)</p> <p><b>Versuch F-08: Isolierung und Charakterisierung von hochmolekularer DNA und von Chromatin</b> Isolierung von genomischer DNA aus frischem Lebergewebe, Ultrazentrifugation, Aufnahme von Schmelzkurven, Restriktionsverdau, Nukleosomen-Leiter, Agarosegelelektrophorese</p> <p><b>Versuch F-14: ATP-Bestimmung mittels Luciferase-Assay</b> Mechanischer Aufschluss („Douncen“) von Lebergewebe und HeLa-Zellen, Protein-Konzentrationsbestimmung nach Bradford, Zeitkinetik für den Abbau von ATP im Zellysat, Luciferase-Assay</p> <p><b>Versuch G-03: Charakterisierung von Urease</b> Aufnahme einer Michaelis-Menten-Kinetik des Enzyms Urease unter Verwendung eines Photometers. Bestimmung des Km-Wertes</p> <p><b>Versuch G-06: Affinitätschromatographie und Charakterisierung von Immunglobulinen</b> Ammoniumsulfatfällung von Anti-BSA-Serum, Gelfiltration, Protein A-Säulenchromatographie, Titerbestimmung durch Doppelimmundiffusion nach Ouchterlony</p> <p>b) <u>Übungen:</u> Schriftliche Beantwortung von Fragen für jeden Versuch. Die Fragen dienen zur Vertiefung des theoretischen Hintergrundes.</p>				

6	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang Chemie
7	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Bestandene BC O- (= Einführung in die Biochemie) oder BC I-Klausur
8	<b>Prüfungsformen:</b> Ein bestandenes Eingangskolloquium zu jedem Versuch
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Versuchsprotokollen
10	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Keine Vergabe von Noten
11	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich im Sommersemester
12	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> M. Hollmann, R. Trippe
13	<b>Sonstige Informationen:</b>

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> <b>Technisch-chemisches Praktikum</b>				
<b>Kennung:</b> Pflicht		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 6	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Technisch-chemisches Praktikum	<b>Kontaktzeit</b> a) 5 SWS / 75 h b) 1 SWS / 15 h	<b>Selbststudium</b> 30 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a)Praktikum ; b) Seminar			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> 16 Praktikumsplätze			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <u>Zielsetzung:</u> Nach Abschluss dieses Moduls sollen die Studierenden wichtige Grundoperationen der Trenntechnik, der Wärme-, Stoff- und Impulsübertragung sowie die idealen Reaktoren aus eigener Anschauung kennen. Sie sollen die Grundlagen der Reaktorwahl und -auslegung, der Gestaltung und Auslegung von Wärme- und Stoffaustauschapparaten, der Berechnung von Druckverlusten sowie der Auslegung von Rektifikations- und Absorptionskolonnen sicher beherrschen, anwenden und auch komplexere Anwendungsfälle zutreffend diskutieren können <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mit Stofftrennanlagen (u.a. Destillation, Absorption) und Wärmetauschern im größeren Labormaßstab umzugehen. Sie stärken die Kompetenz, Ergebnisse von Experimenten hinsichtlich ihrer Aussagekraft zu bewerten, experimentelle Unregelmäßigkeiten zu erkennen, ihre Ergebnisse vor Kollegen vorzutragen und zu diskutieren.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> 1. Rektifikation –Praktikum: Bestimmung der theoretischen Trennstufenzahl einer Kolonne, Lösung einer Trennaufgabe durch Realisierung eines vorausgerechneten Rücklaufverhältnisses, Seminar: McCabe-Thiele-Diagramm (vertieft), Eigenschaften realer Böden 2. Extraktion: Praktikum – Extraktion von Benzoesäure aus wässriger Lösung durch Cyclohexan in einer Mixer-Settler-Batterie, Seminar zu Phasengleichgewicht, Auslegung der Extraktion im McCabe-Thiele Diagramm und nach Nash und Hunter 3. Prinzipien der Strömungsmesstechnik – Praktikum: Normblende, Kapillar-Strömungsmessern Massendurchflussregler, Rotameter, Seminar: Strömungstechnische Grundlagen der Messverfahren 4. Wärmeübergang – Praktikum: Doppelrohrwärmetauscher, Seminar: Arbeit mit dem VDI-Wärmeatlas 5. Filtration – Praktikum: Ermittlung von Konstanten der Filtergleichung, Seminar: Mechanische Trennprozesse 6. Verweilzeitverteilung in idealen und realen Reaktoren – Praktikum: Impuls- und Sprungantwort in CSTR, Strömungsrohr, Kaskade, Seminar zu Verweilzeitverteilungen idealer Reaktoren 7. Umsatz in idealen und realen Reaktoren – Praktikum ; Kinetik eine Esterhydrolyse in Satzreaktor, CSTR, Kaskade und Strömungsrohr, Umsatzberechnung auch unter Einsatz der Verweilzeitfunktion, Seminar zu Dispersions- und Zellenmodell 8. Wirbelschicht – Praktikum: Ermittlung der Fluidisierungsgeschwindigkeit und der Wärmeaustauscheigenschaften einer Wirbelschicht, Seminar: Reaktionstechnisches Potenzial von stationären und instationären Wirbelschichten 9. Adsorption (Internetversuch) – Praktikum: Durchbruchskurve und Desorptionscharakteristik eines Festbettadsorbers, Seminar: Adsorptionsisotherme und Durchbruchskurve 10. Kopplung Adsorption-(schnelle) Reaktion über Phasengrenzfläche – Praktikum: Bestimmung der Austauschfläche eines Absorbers durch den Umsatz einer schnellen, bei bekannter Phasengrenzfläche unabhängig charakterisierten Reaktion, Seminar: Reaktionen über die fluid-fluid-Phasengrenze			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang Chemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Grundkenntnisse in Reaktionstechnik, thermodynamische Gleichgewichte			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Aktive Teilnahme			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Testierung einer vorgeschriebenen Zahl von Versuchsprotokollen, Halten einer Präsentation			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			



<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> W. Grünert, M. Muhler
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b> Praktikumsunterlagen werden über moodle-Kurse publiziert

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> <b>Theoretisch-Chemisches Praktikum</b>				
<b>Kennung:</b> Wahl-Pflicht für B.Sc. in Chemie Freiwillig für B.Sc. in Biochemie		<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 6	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Theoretisch-Chemisches Praktikum	<b>Kontaktzeit</b> 4 SWS / 60 h	<b>Selbststudium</b> 60 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Praktikum im Computerlabor („Theoretikum“)			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> ca. 10 bis 20			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> Die Absolventen lernen, mit Programmpaketen Standardprobleme aus den Bereichen Elektronen- und Molekülstruktur sowie Molekulardynamik zu bearbeiten sowie Aufwand, Genauigkeit und Grenzen verschiedener Methoden zu beurteilen. Darüber hinaus werden sie befähigt, einfache Programmieraufgaben zu lösen und sich selbständig Themen aus der Fachliteratur zu erarbeiten. <b>Kompetenzen:</b> Die Teilnehmer erwerben die Fähigkeit, grundlegende Anwendungen aus der Computerchemie selbständig durchzuführen, die Ergebnisse darzustellen und kritisch zu beurteilen, sowie die zu erwartende Genauigkeit und Limitierungen der jeweiligen Methoden einzuschätzen. Die Visualisierung und Auswertung der Ergebnisse komplexer Berechnungen sowie das Erlangen von Grundkenntnissen in Linux sind weitere erworbene Kompetenzen.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b> Das Praktikum umfasst vier ungefähr gleichgewichtige Teilbereiche. In den Blöcken „quantenchemische Rechnungen“ und „Molekulardynamik (MD)“ sollen die in der Vorlesung behandelten Methoden praktisch angewendet werden. Eine „Programmieraufgabe“ soll an die selbständige Methodenentwicklung als einen wichtigen Teilbereich der Theoretischen Chemie heranführen und in dem Block „Theoretische Grundlagen“ ein über die Vorlesung hinausgehendes Grundlagenwissen selbständig erarbeitet werden. <b>1. Quantenchemische Rechnungen:</b> Geometrieoptimierung von Molekülen, Hartree-Fock und Dichtefunktionalmethoden (DFT), wellenfunktionsbasierte Korrelationsmethoden (CI, CC, MP2, MC-SCF), Methodenvergleich, Berechnung von Potentialflächen, Bestimmung von Gleichgewichtsstrukturen und Übergangszuständen, Analyse und Visualisierung der elektronischen Struktur, IR-Spektren in harmonischer Näherung, Berechnung von elektronisch angeregten Zuständen <b>2. Molekulardynamik:</b> Car-Parrinello ab initio MD Simulation der Protonenwanderung in Wasser (Grothuss-Mechanismus der Strukturdiffusion), Anwendung von molekülmechanischen Kraftfeldern in klassischer MD zur Simulation eines Proteins in Wasser, Analyse von Trajektorien in Ort und Zeit <b>3. Programmieraufgabe:</b> Entwicklung eines einfachen Computerprogramms (in Fortran oder C unter Verwendung von Bibliotheksroutinen) zur numerischen Integration von Bewegungsgleichungen in MD Simulationen <b>4. Theoretische Grundlagen:</b> Symmetrieanalyse von Schwingungsspektren (Gruppentheorie), Spinzustände von Mehrelektronensystemen (CI)			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Erfolgreiche Teilnahme an den das Praktikum vorbereitenden Lehrveranstaltungen „Theorie der Chemischen Bindung“ sowie „Theoretische Chemie I: Grundlagen“			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Qualifizierte schriftliche Versuchsprotokolle für jeden Versuch			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Testierung der rechtzeitig eingereichten schriftlichen Versuchsprotokolle			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			- 68 -

I1	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> 1 x jährlich
I2	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> L. Schäfer (zusammen mit D. Marx, C. Hättig und anderen Dozenten der Theoretischen Chemie)
I3	<b>Sonstige Informationen:</b> Multimedial aufbereitet auf der Homepage des Lehrstuhls für Theoretische Chemie Kann CP-relevant in den Studiengang B. Sc. in Biochemie integriert werden (als Praktikum zur Spezialvorlesung „Theoretische Chemie I: Grundlagen“ im Schwerpunkt „Biomolekulare Chemie“)

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> Bachelor-Arbeit in Chemie				
<b>Kennung:</b> Pflichtmodul		<b>Workload</b> 360 h	<b>Fachsemester</b> Semester 6	<b>Dauer</b> 3 Monate
<b>I</b>	<b>Modul:</b> Bachelor-Arbeit in Chemie	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Kreditpunkte</b> 12 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> a) Praktische Labortätigkeit b) Schriftliche Hausarbeit			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> I			
<b>4</b>	<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> 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.			
<b>5</b>	<b>Inhalte:</b>  Das Thema der Bachelor-Arbeit ist weiterführend angelehnt an eines der F-Praktika. Die Arbeit muss zu einer Veranstaltung des Teils II des Basis-Studiums angefertigt werden. Chemisch-orientierte Bachelor-Arbeiten müssen zu einem Themenbereich aus einem der folgenden Praktika angefertigt werden: F-Praktikum für Synthesechemie, Physikalisch-chemisches F-Praktikum, Analytisch-chemisches F-Praktikum, Biochemisches Praktikum, Technisch-chemisches Praktikum oder Theoretisch-chemisches Praktikum.			
<b>6</b>	<b>Studiengänge:</b> Bachelor-Studiengang Chemie			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> 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.			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen:</b> Bewertung der Bachelorarbeit durch zwei Gutachter			
<b>9</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</b> Bewertung durch die zwei Prüfer/innen mit „ausreichend“ oder besser			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote:</b> Nach CP gewichtet			
<b>11</b>	<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jederzeit			
<b>12</b>	<b>Dozenten (und Modulbeauftragte):</b> Im B. Sc.-Studiengang Chemie tätige Hochschullehrer/innen und wissenschaftliche Mitarbeiter/innen			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			

# Modulhandbuch für den Master-Studiengang Chemie

## Studienplan 2015 für den Master-Studiengang Chemie

Der folgende Studienplan gilt in Verbindung mit der Prüfungsordnung des Master-Studiengangs 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 Lehrveranstaltungen ist abhängig von dem Vorliegen eines Leistungsnachweises für die im Ausbildungsgang vorhergehenden Lehrveranstaltungen (Vorleistungen) gemäß folgender Zusammenstellung:

<u>Lehrveranstaltung</u>	<u>Vorleistung</u>
Spezialisierungspraktikum	“Practical Science and Communication“ und Vertiefungspraktika I - III
Master-Arbeit	Spezialisierungspraktikum

(4) Kennzeichnung der Lehrveranstaltungen

Com = Compulsory Module

Elec = Elective Module

CP = Credit Points für den jeweiligen Leistungsnachweis

(5) Die Vertiefungspraktika I bis III müssen jeweils aus unterschiedlichen Lehrveranstaltungen stammen.

(6) Wahlfreiheit. Wahlpflichtmodule und Vertiefungspraktika können frei aus dem gesamten Lehrangebot der Fakultät für Chemie und Biochemie für den Master-Studiengang gewählt werden. Die Wahl vergleichbarer Module aus anderen Fakultäten kann gegebenenfalls auf Antrag durch den Prüfungsausschuss genehmigt werden.

Sem.	Module	L	E/S	Pr	Type	CP
1. (WS)	Physical Chemistry V	2	1	-	Com	5
	Practical Science and Communication	-	2	6	Com	6
	Elective Lecture I	2	1	-	Elec	5
	Elective Lecture II	2	1	-	Elec	5
	In-Depth Practical I	-	-	9	Elec	8
26 HpW	Total: 1st Semester	6	5	15		29
2. (SS)	Elective Lecture III	2	1	-	Elec	5
	Organic Chemistry IV	2	1	-	Com	5
	Inorganic Chemistry IV	2	1	-	Com	5
	In-Depth Practical II	-	-	9	Elec	8
	In-Depth Practical III	-	-	9	Elec	8
30 HpW	Total: 2nd Semester	8	4	18		31
3. (WS)	Elective Lecture IV	2	1	-	Elec	5
	Elective Lecture V	2	1	-	Elec	5
	Elective Lecture VI	2	1	-	Elec	5
	Focal Point Practical	-	-	15	Com	15
21 HpW	Total: 3rd Semester	6	3	15		30
4. (SS)	Master Thesis				Com	30
77 HpW	<b>Total: 1. – 4. Sem.</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>48</b>		<b>120</b>

## Modulliste Masterstudiengang Chemie

Lfd. Nr.	Module Masterstudiengang Chemie	Seite
1	<b>Pflichtveranstaltungen</b>	
1.1	Inorganic Chemistry IV (V+Ü)	76
1.2	Organic Chemistry IV (V+Ü)	77
1.3	Physical Chemistry V: Molecular Reaction Dynamics(V+Ü)	78
1.4	Practical Science and Communication	79
	<b>Schwerpunktbildung</b>	
2	<b>Analytische Chemie</b>	
2.1	Advanced methods in electroanalytical chemistry I	80
2.2	Advanced methods in electroanalytical chemistry II	81
2.3	Analytical Molecular Spectroscopy and Electroanalytics	82
2.4	Research practical in the focal point programme	83
2.5	In-depth Practical "Biointerfaces"	84
2.6	In-depth Practical "Advanced methods in electroanalytical chemistry"	85
2.7	In-depth Practical "Electrochemistry"	86
2.8	In-depth Practical "Mass Spectrometry"	87
2.9	In-depth Practical "Scanning Electrochemical Microscopy and Microelectrochemistry"	88
2.10	In-depth Practical "Sensors and Bioanalytics"	89
3	<b>Anorganische Chemie</b>	
3.1	Activation of small molecules - how to mimic enzymes	90
3.2	Materials Properties (lecture series)	91
3.3	Fundamentals and Application of Modern Coating Technologies for the Creation of Functional Materials	92
3.4	Crystal Engineering – Chemistry beyond the molecule	93
3.5	Introduction to Chemistry of Materials (lecture series)	94
3.6	Advanced Inorganic Chemistry (Elective Courses)	96
3.7	Functional Materials (Elective Courses)	97
3.8	In-depth practical: Analytical Methods in Inorganic Chemistry	100
3.9	In-depth practical: Bioinorganic Chemistry	102
3.10	In-depth practical: Materials Analytics	104
3.11	In-depth practical: Solid State and Materials Synthesis	106
3.12	In-depth practical: Molecular Chemistry and Synthesis	108
3.13	In-depth practical: Theoretical Methods in Inorganic Chemistry	110
3.14	Research Practical	111

Lfd. Nr.	Module Masterstudiengang Chemie (Fortsetzung)	Seite
4	<b>Biochemie</b>	
4.1	Advanced Practical Biomolecular NMR spectroscopy : "NMR spectroscopy of proteins"	113
4.2	Introduction to Bioinformatics	115
4.3	Modular Advanced Practical Biomolecular NMR spectroscopy : "NMR spectroscopy of proteins- practice and data evaluation"	117
4.4	Biochemie III (Biochemistry III)	118
4.5	Biochemistry IV - Biochemistry of Membrane Receptors	122
4.6	Research Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System"	125
5	<b>Organische und Bioorganische Chemie</b>	
5.1	Chemistry and Biochemistry of Nucleic Acids and Proteins	128
5.2	Enzyme Catalysis in Organic Chemistry: White Biotechnology	129
5.3	Organofluorine Chemistry	130
5.4	Supramolecular Chemistry	132
5.5	In-depth Practical: Organic Synthesis and Physical Methods in Organic Chemistry	134
5.6	In-depth Practical: Organic Synthesis and Reaction Mechanisms	135
5.7	Introduction to Physical Organic Chemistry	136
5.8	Organic Synthesis II: Catalytic Organometallics	137
5.9	In-depth Practical: Metal-Organic Chemical Synthesis	138
5.10	In-depth Practical: Organocatalysis and Supramolecular Chemistry	139
5.11	Organic Synthesis I: Stoichiometric Organometallics	140
5.12	Organic Synthesis III: Designing Organic Syntheses	141
6	<b>Physikalische Chemie</b>	
6.1	Biophysical Chemistry I	142
6.2	Biophysical Chemistry II	143
6.3	Concepts of Spectroscopy I	144
6.4	In-depth practical: Photodynamics	145
6.5	Research Practical in the Focal Point Programme "Physical Chemistry	146
6.6	Compact Course "Scanning Probe Microscopy"	147
6.7	Concepts of Spectroscopy II	148
6.8	In-depth Practical: Nanoscale surface characterization	149
6.9	In-depth Practical: Scanning probe methods	150
6.10	Spectroscopy in Surface Science	151
6.11	Time-resolved terahertz spectroscopy	152
6.12	In-depth practical: Chemical Microscopy of Surfaces and Biomaterials	153
6.13		154
6.14	In-depth practical: Spectroscopy of solvated species	155
6.15	In-depth practical: High resolution laser spectroscopy of clusters and gas phase molecule	156
6.16	In-depth practical: Ab initio and classical MD simulations of solvated (bio)molecules	157



Lfd. Nr.	Module Masterstudiengang Chemie (Fortsetzung)	Seite
7	<b>Technische Chemie</b>	
7.1	Characterization of heterogeneous catalysts	158
7.2	Design and Project Planning of Chemical Plants	159
7.3	Heterogeneous Catalysis	161
7.4	Industrial Chemistry II: Chemical Reaction Engineering	163
7.5	Modern Microkinetics	165
7.6	Reaction Engineering of Heterogeneously Catalyzed Reactions	167
7.7	Research practical in the focal point program: "Industrial Chemistry"	169
7.8	Processes in Chemical Production - Past, Present and Future	170
8	<b>Theoretische Chemie</b>	
8.1	Computational Chemistry I: Structure and Dynamics of Molecules	171
8.2	Computational Chemistry II: Quantitative Structure-Activity Relations in Drug Design	172
8.3	Biomolecular Simulation: Understanding Experiments at the Molecular Level	173
8.4	Specialized Topics in Chemistry: Density-Functional Theory Calculations for Molecules, Solids and Surfaces	175
8.5	Industrial Computational Chemistry I: Fundamentals	177
8.6	Industrial Computational Chemistry II: Applications in Process Development	179
8.7	Electronic and Molecular Structure Theory	181
8.8	Response Theory	182
8.9	Theoretical Chemistry II: Dynamics and Simulation	183
8.10	Dynamics and Simulation (iMOS)	185
8.11	Theoretical Spectroscopy	187
8.12	Theoretical Spectroscopy (iMOS)	189
8.13	In-depth Practical: Theoretical Chemistry, Part I, II, III	191
9	<b>Masterarbeit</b>	192

<b>Title of Course:</b> <b>Inorganic Chemistry IV</b>				
<b>Type:</b> Lecture and Exercises		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 3	<b>Duration</b> 1 semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Inorganic Chemistry IV	<b>Hours per Week</b> 3h	<b>Self-study</b> 105 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Introductory lessons by the lecturers and students presentation in small groups of 2-4 on selected topics based on textbooks or literature (articles, short communications) including plenary discussion; coaching of the student teams by the lectures (guidance for student presentations)			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 70 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students refresh their general knowledge of inorganic chemistry acquired during their undergraduate studies and develop an overview of a selection of advanced and overarching topics in inorganic chemistry including the relevant theoretical, synthetic and analytical background; in particular, the students will learn to place certain topics of modern inorganic chemistry into a wider scientific context across disciplines (e.g. overlap with biochemistry, industrial chemistry and catalysis, materials sciences etc.) student presentations are an integral part of the module with the aim of (guided) identification of important contents, preparation of selected topics in a small teams, give valuable oral presentations in front of a peer-group and stimulate discussion.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> The particular lecturer(s) as well as the general theme of the course may change from term to term as announced in the General Course Guide. The selection of topics may be composed from the following list which is subject to change and may be complemented upon interest and discussion with the current student cohort of the semester: Bioinorganic, Bioorganometallic and Medicinal Chemistry; Coordination and Metal-Organic Chemistry; Organometallic Chemistry and Homogeneous Catalysis; Inorganic Solid State and Functional Materials Chemistry; Theoretical Inorganic Chemistry			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic Knowledge in Inorganic Chemistry (e.g. Lectures Inorganic Chemistry I-III from the undergraduate program)			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam (120min.) at the end of the term			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam (120min.) at the end of the term			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Once per year			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> Fischer, Metzler-Nolte and Apfel, Beranek, Devi, Gemel, Schmid; supported by scientific co-workers			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>Organic Chemistry IV</b>				
<b>Type:</b> Compulsory Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Compulsory Lecture	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b>			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire knowledge on the theory of advanced topics and concepts of Organic Chemistry such as pericyclic reactions, heterocycles, supramolecular chemistry and natural compounds. In addition links are drawn to theoretical, physical and spectroscopical aspects of these concepts.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> The concept of aromaticity; pericyclic reactions: Molecular orbitals and theoretical background, electrocyclic reactions, sigmatropic reactions, cycloadditions, cheletropic reactions. heterocycles: nomenclature, saturated heterocycles, aromatic heterocycles, natural heterocycles and their role in biochemistry, molecular recognition, fundamentals of supramolecular chemistry natural compounds: nucleic acids and carbohydrates			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic Knowledge of organic chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every summer semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> G. v. Kiedrowski, W. Sander			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

## Title of Course:

### Physical Chemistry V: For chemists

<b>Type:</b> Compulsory Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for semester</b> 1 or 3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Compulsory Lecture	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 105 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> All students enrolled in that term, approx. 80			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b>  <u>Objectives:</u> Students of this module acquire advanced knowledge in physical chemistry with respect to molecular reaction dynamics and specific applications in current research. <u>Competences:</u> Students learn to determine and predict reaction rate coefficients in gasphase, in solution and on surfaces.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> 1. Elementary steps in molecular reactions 2. Theoretical description Reaction kinetics Rate theory Other theory 3. Applications to current research problems: e.g. surface chemistry, time-resolved experiments, vibrational spectroscopy, .....			
<b>6</b>	<b>Degree courses:</b> Master of Science in Chemistry.			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> General knowledge of lectures physical chemistry I-IV			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Once a year			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> M. Havenith-Newen, Ch. Herrmann, K. Morgenstern, P. Nürnberger			
<b>13</b>	<b>Sonstige Informationen:</b>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>Practical: Science and Communication</b>				
<b>Type:</b> Practical Science and Communication		<b>Workload</b> 180 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2	<b>Duration</b> 1 year
<b>I</b>	<b>Module:</b> Practical Science and Communication	<b>Hours per Week</b>	<b>Self-study</b> 150 h	<b>Credit Points</b> 6 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Guidance and supervision for active participation in (a) writing of scientific short communications and reports; (b) peer-review processes; (c) organization of public scientific student poster symposium; (d) self-organization of the Student Community			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 70 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> SCC is aiming on meta-level research related training & teaching to foster integration of students to the scientific community of the Faculty of Chemistry and Biochemistry. The teaching mission is supporting (a) Overview, (b) Communication, (c) Integration, (d) Responsibility and (e) Productivity (Publishing).  Overview: Knowledge and awareness of the areas of science and research covered by all the Faculty's PIs. Communication: teaching scientific communication: writing, reviewing, presentation, publication (editorial tasks). Integration: Interaction (team work) within the student scientific community; Responsibility: Empowerment, executive roles, boards, self-management of SCC by the students. Productivity: Faculty Research Report, Student Poster Symposium, SCC Proceedings, Home-Page.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> - writing of two own short scientific communications (based on two individual in depth practices in research groups) - writing peer reviews of four short communications of other students - participation in seminars on scientific writing and peer-reviewing - participation in a seminar on chemical databases and data mining - participation in the organization of the student community - presentation of a poster at the scientific student poster symposium			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b>			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Writing of two short communications, Active Participation in the Student Poster-Symposia, Active Participation in Self-Organization of SSC			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Writing of two short communications, Active Participation in the Student Poster-Symposia, Active Participation in Self-Organization of SSC			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Once per year			
<b>12</b>	<b>Supervisors and Lectures(s):</b> Supervision: Fischer, Gemel; Lectures for seminars/workshops: team teaching by selected Lectures of the Faculty's PIs, supported by RUB Center of Scientific Writing („Schreibzentrum“) and Corporate Communications („Pressestelle“). - 79 -			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>Advanced methods in electroanalytical chemistry I</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 1,3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 108 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 40 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The students should gain an advanced understanding of theory and practice of modern electroanalytical techniques, applications, and possible combinations with other methods like e.g. spectroscopic methods.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Principles of Electrochemistry: Electrochemical thermodynamics, transport in solution, thermodynamics of interface, electrochemical kinetics Stationary Electrode Voltammetry Methods: Linear sweep voltammetry and cyclic voltammetry at macro- and microelectrodes, electrochemical pulse techniques, determination of thermodynamic and kinetic properties, determination of reaction mechanism and catalytic cycle Electrochemical impedance spectroscopy: Principles and applications			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic electrochemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> 30 - 45 min end-of-term oral exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> J. Masa, N. Plumeré, K. Tschulik, E. Ventosa, W. Schuhmann			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>Advanced methods in electroanalytical chemistry II</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 108 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 40 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The students should gain an advanced understanding of theory and practice of modern electroanalytical techniques, applications, and possible combinations with other methods like e.g. spectroscopic methods.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Electrochemical scanning tunneling microscopy; Electrochemical quartz crystal microbalance (electrochemical nanogravimetry); Scanning electrochemical microscopy Laser induced potential (current) transients for investigation of electrode / electrolyte interfaces EC at micro electrode arrays, nanoparticle modified electrodes, single nanoparticle electrochemistry Electrochemistry of Redox Proteins: Mediated bio-electrochemistry, Direct bioelectrochemistry			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic electrochemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> 30 - 45 min end-of-term oral exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every summer semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> J. Masa, N. Plumeré, K. Tschulik, E. Ventosa, W. Schuhmann			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>Analytical Molecular Spectroscopy and Electroanalytics</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 1,3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 108 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 40 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The students should gain an advanced understanding of theory and practice of important methods in molecular spectroscopy as well as in electroanalytics and sensors.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Molecule spectroscopy: interaction of light with materials, molecular vibrations, symmetry of molecules, group theory applied to molecular vibration, absorption and emission of light, vibration coupled to rotation Raman and IR instruments: light sources, dispersive instruments, FTIR instruments, detectors, sample preparation, ATR, DRIFTS, IRRAS, NIR-spectroscopy, photoacoustic spectroscopy Mass spectrometry: instruments, ionisation methods, mass separation, detectors Electroanalytic: Quantitative cyclic voltammetry (with determination of electron transfer rates), difference pulse voltammetry, stripping voltammetry, speciation Bioanalytics: enzyme assays, immuno assays Sensorik: structure and properties of chemo- and biosensors, ion-selective electrodes.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> none			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> W. Schuhmann, S. Seisel			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			



<b>Title of Course:</b>				
<b>Research practical in the focal point programme</b>				
<b>Type:</b> Compulsory optional courses		<b>Workload</b> 210 h	<b>Intended for Semester</b> 3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Analytical Chemistry	<b>Hours per Week</b> 15 h	<b>Self-study</b> 240 h	<b>Credit Points</b> 15 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> practical lab course (15 hours per week) within research projects.			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b>			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The students should gain an advanced theoretical and practical understanding of advanced analytical techniques and methodology. They gain insight into modern research methods and topics in the areas related to analytical chemistry. The students should develop skills to self-reliantly plan, set up, work up and analyze experiments.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Surface functionalization and characterization of biointerfaces</li> <li>• Bioelectrochemistry with applications in biosensors and biofuel cells</li> <li>• Electrocatalysis for energy conversion in fuel cells and electrolyzers</li> <li>• Photoelectrocatalysis for solar energy conversion</li> <li>• High-throughput electrochemical screening for materials design</li> <li>• Microelectrochemistry with applications in biology and electrocatalysis</li> <li>• Li-ion batteries, Zn-Air batteries, flow batteries</li> <li>• Biomolecular mass spectrometry</li> </ul>			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic analytical methods			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Lab report			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> All experiments are completed successfully and written up in lab reports, oral presentation			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> Research group leaders of the chair of analytical chemistry			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>In-depth Practical "Biointerfaces"</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 30	<b>Self-study</b> b) 60 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Lab course with a) 30 hours per week for 5 to 6 weeks lab work b) 2 weeks for writing of the report and preparation of the oral presentation			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> Individuals or small teams (<5 students)			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The in-depth course is a practical introduction to the preparation and characterization of (bio-) functional interfaces. Functional coatings will be prepared by self-assembly, grafting and surface initiated synthesis. A training in different optical, infrared and imaging techniques is provided. Besides surface characterization, specific and nonspecific adsorption as well as biological attachment experiments are part of the training.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Self assembly, chemical grafting, surface initiated polymerization reactions, spectral ellipsometry, contact angle goniometry, ATR-FTIR, SPR, Fluorescence microscopy, microfluidics.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Fundamental knowledge about spectroscopy			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written report and oral presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> The course is successfully completed with the approved written report and oral presentation (20 min)			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> A. Rosenhahn			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth Practical "Advanced methods in electroanalytical chemistry"</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 30	<b>Self-study</b> b) 60 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> lab course a) 30 hours per week for 5 to 6 weeks lab work b) 2 weeks for writing and preparation of the oral presentation			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b>			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The students should gain a theoretical and practical understanding on advanced electrochemical methods, including electrode preparation/modification, performing electrochemical measurements and interpretation of data. The students should learn to plan, perform and interpret experiments as a means to solve analytical problems.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Bioelectrochemical devices, controlled orientation of redox protein on electrode surfaces, electron relays for contacting redox enzymes to electrodes, self-assembled protein monolayers, bioconjugation for surface functionalization. Electrochemical techniques in batteries: galvanostatic chronopotentiometry, differential V-t plot, impedance spectroscopy and galvanostatic/potentiostatic intermittent titration, characterisation of mass transport Electrocatalysis: cyclic voltammetry of model single crystal electrodes; voltammetry using rotating disk electrode (RDE) configuration; evaluation of electrocatalytic activity using RDE-measurements			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basics in electrochemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Lab report and oral presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> All experiments are completed successfully and written up in lab reports, oral presentation (20 min)			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> J. Masa, N. Plumeré, E. Ventosa, W. Schuhmann			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>In-depth Practical "Electrochemistry"</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 30	<b>Self-study</b> b) 60 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> lab course a) 30 hours per week for 5 to 6 weeks lab work b) 2 weeks for writing and preparation of the oral presentation			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b>			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The students should gain an advanced theoretical and practical understanding on the characterization and optimisation of materials for energy storage and electrocatalysis. This contains knowledge on the preparation procedures as well as of the practical performance of electrochemical measurements. The students should learn to plan, perform and interpret electrochemical experiments including cyclic voltammetry, differential pulse and square wave voltammetry, impedance spectroscopy, rotating disc and rotating ring-disk measurements, galvanostatic cycling etc.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Electrocatalysis: single crystal electrochemistry; optimisation of the electrocatalytic activity of electrodes; adsorption and electrocatalysis Electrochemical energy storage: Li-ion batteries, metal/air batteries, electrolytes, electrodes Electrochemical surface patterning, protein microarrays, electrochemical surface activation, electrochemically cleavable of protecting groups, electrosynthesis.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basics in electrochemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Lab report and oral presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> All experiments are completed successfully and written up in lab reports, oral presentation (20 min)			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> J. Masa, N. Plumeré, E. Ventosa, W. Schuhmann			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>In-depth Practical "Mass Spectrometry"</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> I,2	<b>Duration</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 30	<b>Self-study</b> b) 60 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> lab course a) 30 hours per week for 5 to 6 weeks lab work b) 2 weeks for writing and preparation of the oral presentation			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b>			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students will learn how to process and analyze biological samples by ESI protein mass spectrometry coupled to nano-HPLC devices. Modern biological research projects will comprise enrichment, identification and quantification strategies.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Protein mass spectrometry, protein digest, nano-HPLC, protein sequencing, database search algorithms, enrichment strategies, quantitative mass spectrometry. These strategies will be applied to state-of-the art research projects.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basics in mass spectrometry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Lab report and oral presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> All experiments are completed successfully and written up in lab reports, oral presentation (20 min)			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> D. Wolters			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth Practical "Scanning Electrochemical Microscopy and Microelectrochemistry"</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 30	<b>Self-study</b> b) 60 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> lab course a) 30 hours per week for 5 to 6 weeks lab work b) 2 weeks for writing and preparation of the oral presentation			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b>			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The students should gain an advanced theoretical and practical understanding on the preparation and application of ultra-microelectrodes and their positioning in scanning electrochemical microscopes (SECM). This contains knowledge on the control software of the SECM, different operation modi of the SECM, and visualisation of local catalytic activity. The students should learn to plan, perform and interpret SECM experiments to solve analytical problems. Alternatively, other micro-electrochemical methods and combinations of micro-electrochemical methods with AFM or spectroscopic methods can be in the centre of the practical work.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Ultra microelectrodes, preparation of micro- and nanoelectrodes (Pt, carbon fibers), SECM, operation modi, control software, theoretical predictions of activities trends, application of SECM in bioanalytics, material-analytics or fuel cells.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basics in electrochemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Lab report and oral presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> All experiments are completed successfully and written up in lab reports, oral presentation (20 min)			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> W. Schuhmann			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>In-depth Practical "Sensors and Bioanalytics"</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 30	<b>Self-study</b> b) 60 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> lab course a) 30 hours per week for 5 to 6 weeks lab work b) 2 weeks for writing and preparation of the oral presentation			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b>			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The students should gain an advanced theoretical and practical understanding on the preparation and application of biosensors and microelectrodes. This contains the synthesis and use of redox polymers in amperometric biosensors, as well as the immobilisation of enzymes on electrode surfaces. The students should learn to plan, perform and interpret measurements for the solution of analytical problems by means of amperometric biosensors.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Amperometric biosensors, electron transfer between redoxenzymes and electrodes, redox mediators, redox polymers, electrodeposition paints, immobilisation of enzymes in polymer layers and on self-assembled monolayers, chronoamperometry, flow injection analytics, sequential injection analytics			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basics in electrochemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Lab report and oral presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> All experiments are completed successfully and written up in lab reports, oral presentation (20 min)			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> W. Schuhmann			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

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



<b>Title of Course:</b> <b>Materials Properties (lecture series)</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 2,4	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective course	<b>Hours per Week</b> 3	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a series of lectures, guest lectures, colloquia			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 30 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The purpose of this module is to familiarize students with important examples of different materials classes, particularly in view of their functional properties, and characterization methods useful for elucidating their structure and optimizing their function in various applications.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> The detailed contents of this particular module (course) will be composed from selected research areas currently including the following:  - Optical and electronic properties of materials for solar energy conversion - Thermal and mechanical properties of materials - Magnetic and dielectric properties - Catalytic properties			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic knowledge of general and inorganic chemistry; interest in functional materials.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every summer semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> R. Beranek, A. Devi, R. A. Fischer, S. Henke			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> --			

<b>Title of Course:</b>				
<b>Fundamentals and Application of Modern Coating Technologies for the Creation of Functional Materials</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1,3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective course	<b>Hours per Week</b> 3	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Lectures, guest lectures			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 40 Students			
<b>4</b>	<p>The focus of this lecture is to get an understanding of the various thin film deposition processes specially focussing on vapor phase deposition processes. To study the basics and also the chemistry, physics and engineering of thin film deposition techniques.</p> <p>After completing of this course, the student will be able to gain insight into the basics of thin film deposition technology, illustrate the difference between CVD/ALD and PVD techniques, identify the growth mechanism involved in thin film deposition processes, describe the various modification of CVD processes, chemistry involved in a CVD/ALD process, describe the equipment details required for CVD/ALD process and identify material systems that can be grown via CVD/ALD.</p>			
<b>5</b>	<p><b>Contents:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. An insight into the art of thin films science and technology</li> <li>2. An overview of CVD and ALD processes: Fundamental aspects</li> <li>3. The chemistry of CVD and ALD</li> <li>4. CVD process and equipment</li> <li>5. CVD and ALD: Materials types with characteristic examples</li> <li>6. Process control and industrial applications: Case studies</li> <li>7. Mechanistic studies in a CVD/ALD process</li> </ol>			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic knowledge of general materials chemistry, materials science, interest in fabrication and applications of functional materials.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> A. Devi			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> --			

<b>Title of Course:</b> <b>Crystal Engineering – Chemistry beyond the molecule</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1,3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture	<b>Hours per Week</b> 2 h	<b>Self-study</b> 100 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Lecture			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire a broad overview upon Crystal Engineering of small molecules			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Crystal Design Strategies with organic molecules, Supramolecular Synthons, Intermolecular Interactions, Crystal Structure prediction, Polymorphs, Multi-component crystals, Hydrogen bonds, Halogen bonds, Crystallization methods			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic methods for inorganic and organic chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> a. Passing the written exam b. oral presentation of a current published article in the field of Crystal Engineering			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every sommer semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> K. Merz			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> Additional information to the course are accessible in a blackboard course			

<b>Title of Course:</b> <b>Introduction to Chemistry of Materials (lecture series)</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1,3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective course	<b>Hours per Week</b> 3	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a series of lectures, guest lectures, colloquia			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 30 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The purpose of this module is to familiarize students with important but selected examples of advanced materials and issues relating to their advantages, disadvantages and limitations; guiding the students to get an overview of the various interdisciplinary research topics ranging from materials synthesis, properties and functions to engineering; the module will provide a knowledge basis and orientation for the students to choose from the various elective courses offered within the Focal Point Functional Materials; students communicate and discuss with active scientists (e.g. "colloquia", guest lectures).			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> A series of topics in the field of Functional Materials are covered by this overarching module description. The team teaching covers the topics that bridges chemistry and engineering of materials for technological applications with an emphasis on solid state materials. Examples are drawn from industrial practice in semiconductor manufacturing, energy generation and storage, to emerging technologies such as photovoltaics, photoelectrocatalysis, photonics, sensors etc. The detailed contents of this particular module (course) will be composed from selected research areas currently including the following:  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materials for opto and microelectronics: processing and application</li> <li>- Mesoporous materials for catalysis and sensors</li> <li>- Protective coatings</li> <li>- Metal-Organic Framework Materials for Catalysis, Separation, Storage and Sensing</li> <li>- Magnetic Materials</li> <li>- Materials for Photoelectrochemistry and Photocatalysis</li> </ul>			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic knowledge of general and inorganic chemistry; interest in fabrication and applications of functional materials.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> R. Beranek, A. Devi, R. A. Fischer, F. Schüth, A. Rosenhahn, R. Schmid			

13	<b>Additional Information:</b> --
----	--------------------------------------

<b>Title of Course:</b> <b>Advanced Inorganic Chemistry (Elective Courses)</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2,3	<b>Duration</b> 4 Weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Courses I-VI	<b>Hours per Week</b> 30h	<b>Self-study</b> 120 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> lectures, literature and methodology seminars, colloquia and exercises in combination			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire knowledge on current trends of cutting-edge, interdisciplinary research connected with advanced and specialized topics in inorganic chemistry including the relevant synthetic and analytical methods (spectroscopy, theory etc.); students become familiar with reading and analysing primary research literature ("journal club"); students communicate and discuss with active scientists (e.g. "colloquia", including international guests); students understand the experiments and the relevant data for treating a specific question or problem of research in inorganic chemistry			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> A number of different Elective Courses in Advanced Inorganic Chemistry are covered by this overarching module description. A selection of courses, given by different lecturers or teams of lectures, will be offered each semester as announced by the General Course Guide. Students may choose one or more courses for the focal point program in Inorganic Chemistry. The detailed contents of the particular module (course) will be composed from selected research areas currently including the following: Bioinorganic, Bioorganometallic and Medicinal Chemistry, Coordination and Metal-Organic Chemistry, Organometallic and Molecular Cluster Chemistry, Inorganic Solid State and Functional Materials Chemistry, Organic/Inorganic Hybrid Materials Chemistry, Theoretical Inorganic Chemistry, Photochemistry			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic Knowledge of Inorganic Chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> seminar talk, essay, written or oral examination, as being announced			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> seminar talk, essay, written or oral examination, as being announced			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> As being announced			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> Apfel, Devi, Fischer, Lieb, Merz, Metzler-Nolte, Schmid			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>Functional Materials (Elective Courses)</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2,3	<b>Duration</b> 4 Weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Courses I-VI	<b>Hours per Week</b> 30h	<b>Self-study</b> 120 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> lectures, literature and methodology seminars, colloquia and exercises in combination			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire knowledge on current trends of cutting-edge, interdisciplinary research connected with advanced and specialized topics in functional materials including the relevant materials synthesis, materials analysis and technological relevance; students become familiar with reading and analysing primary research literature ("journal club"); students communicate and discuss with active scientists (e.g. "colloquia", including international guests); students understand how to address a specific question or problem of research in materials chemistry			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> A number of different Elective Courses in Functional Materials are covered by this overarching module description. A selection of courses, given by different lecturers or teams of lecturers, will be offered each semester as announced by the General Course Guide. Students may choose one or more courses for the focal point program in Functional Materials.  The detailed contents of the particular module (course) will be composed from topics related closely to research including the following:  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materials processing employing vapor phase routes: Thin films and nanostructures</li> <li>- Materials synthesis: Porous materials, Metal organic frameworks</li> <li>- Nanocolloids and Nanoparticles</li> <li>- Organic/Inorganic Hybrid Materials</li> <li>- Materials properties and characterisation</li> <li>- Advanced Materials Synthesis</li> <li>- Materials for Solar Energy Conversion</li> </ul>			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic Knowledge of Inorganic Chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> seminar talk, essay, written or oral examination, as being announced			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> seminar talk, essay, written or oral examination, as being announced			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> As being announced			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> Devi, Fischer, Merz			

13	Additional Information:
----	-------------------------



<b>Title of Course:</b>				
<b>Practical: Introduction to the Scientific Community (ITSC)</b>				
<b>Type:</b> Practical Science and Communication		<b>Workload</b> 180 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2	<b>Duration</b> 1 year
<b>I</b>	<b>Module:</b> Practical Science and Communication	<b>Hours per Week</b>	<b>Self-study</b> 150 h	<b>Credit Points</b> 6 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Guidance and supervision for active participation in (a) writing of scientific short communications and reports; (b) peer-review processes; (c) organization of public scientific student poster symposium; (d) self-organization of the Student Community			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 70 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> SCC is aiming on meta-level research related training & teaching to foster integration of students to the scientific community of the Faculty of Chemistry and Biochemistry. The teaching mission is supporting (a) Overview, (b) Communication, (c) Integration, (d) Responsibility and (e) Productivity (Publishing).  Overview: Knowledge and awareness of the areas of science and research covered by all the Faculty's PIs. Communication: teaching scientific communication: writing, reviewing, presentation, publication (editorial tasks). Integration: Interaction (team work) within the student scientific community; Responsibility: Empowerment, executive roles, boards, self-management of SCC by the students. Productivity: Faculty Research Report, Student Poster Symposium, SCC Proceedings, Home-Page.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> - writing of two own short scientific communications (based on two individual in depth practices in research groups) - writing peer reviews of four short communications of other students - participation in seminars on scientific writing and peer-reviewing - participation in a seminar on chemical databases and data mining - participation in the organization of the student community - presentation of a poster at the scientific student poster symposium			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b>			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Writing of two short communications, Active Participation in the Student Poster-Symposia, Active Participation in Self-Organization of SSC			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Writing of two short communications, Active Participation in the Student Poster-Symposia, Active Participation in Self-Organization of SSC			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Once per year			
<b>12</b>	<b>Supervisors and Lectures(s):</b> Supervision: Fischer, Gemel; Lectures for seminars/workshops: team teaching by selected Lectures of the Faculty's PIs, supported by RUB Center of Scientific Writing („Schreibzentrum“) and Corporate Communications („Pressestelle“).			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth practical: Analytical Methods in Inorganic Chemistry</b>				
<b>Type:</b> In Depth Practical		<b>Workload</b> 225 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2,3	<b>Duration</b> 4 Weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b> In Depth Practicals I-III	<b>Hours per Week</b> 40h	<b>Self-study</b> 65 h	<b>Credit Points</b> 7.5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Active participation in a research team as compact lab course of ca. 160 h, 4 weeks. Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The aim of the module is to provide an introduction to selected analytical methods and instrumentation of general importance for inorganic chemistry which are also related to and used within the research projects of the lecturers' teams. After completion of the module, the student will be able to independently apply or transfer the chosen set of analytical methods and instrumentation to other scientific contexts or research projects even beyond inorganic chemistry and will be skilled enough to perform the relevant analytical experiments including data interpretation at a medium level of complexity.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Experimental skills and hands-on training: The student will be introduced to the application of selected analytical techniques and to use the respective instrumentation and tools for the characterisation of inorganic molecular and as well solid state compounds with an emphasis on electron spectroscopy (UV-Vis, photoluminescence), vibrational spectroscopy (IR, RAMAN), multinuclear NMR spectroscopy, mass spectrometry including various ionisation techniques, thermal analysis (TG/DTA, DSC), structure determination by single crystal X-ray diffraction, phase analysis by powder X-ray diffraction and high resolution XRD. Research areas: These analytical techniques are applied within different scientific contexts immediately connected to the current research projects of the lectures' teams including: main group, transition metal and f-element chemistry, organometallic chemistry, cluster chemistry, chemistry of coordination polymers, bioinorganic and bioorganometallic chemistry, medicinal chemistry, - fluoroorganic chemistry, chemistry, thin film deposition and nanomaterial chemistry (e.g. particles, colloids), photochemistry or others, as being announced independently.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic Knowledge of Analytical Techniques on the level of B.Sc. in chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written report, Poster- and/or Oral Presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Scientific report of own experimental results (ca. 10 pages) and oral presentation (15-20 min) or Poster Presentation, respectively, in front of a peer-group			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Continuously; Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> Devi, Fischer, Schmid, Lieb, Merz, Metzler-Nolte <sup>100</sup> -			

13	Additional Information:
----	-------------------------

<b>Title of Course:</b> <b>In-depth practical: Bioinorganic Chemistry</b>				
<b>Type:</b> In Depth Practical		<b>Workload</b> 225 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2,3	<b>Duration</b> 4 Weeks
<b>1</b>	<b>Module:</b> In Depth Practicals I-III	<b>Hours per Week</b> 40h	<b>Self-study</b> 65 h	<b>Credit Points</b> 7.5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Active participation in a research team as compact lab course of ca. 160 h, 4 weeks. Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The aim of the module is to provide an introduction to selected synthesis and analytical methods and instrumentation of general importance for bioinorganic and medicinal inorganic chemistry which are also related to and used within the research projects of the lecturers' teams. After completion of the module, the student will be able to independently apply or transfer the chosen set of skills, methods, and instrumentation to other scientific contexts that are connected to bioinorganic chemistry, medicinal chemistry and chemical biology in general.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Experimental skills and hands-on training: Special experimental techniques related to the synthesis and characterization of compounds of interest for the study of biological or medicinal inorganic chemistry problems. This includes the synthesis of molecular compounds or materials being used or being studied in current research projects of the lecturers' teams, as well as the use of selected analytical techniques for the characterisation of such compounds, and lastly the study of their biological activity. Emphasis is placed on Synthesis of model compounds for metalloenzymes and contrast agents, Synthesis of metal bioconjugates with peptides, DNA and DNA analoges, Characterization by spectroscopic methods, in particular CD-spectroscopy, fluorescence and electrochemistry and advanced NMR (including paramagnetic compounds), Structural studies and structure-activity-relationship (SAR), mass spectrometry including various ionisation techniques (ESI-MS, MALDI-MS) and hyphenated methods (LC-MS), Interaction of metal complexes and their bioconjugates with biomolecules, Studies of cellular activity of new metal compounds and their bioconjugates. Research areas: These analytical techniques are applied within different scientific contexts immediately connected to the current research projects of the lectures' teams including: bioorganometallic chemistry, medicinal inorganic chemistry, cell biology of metal complexes, biosensors and contrast agents, others, as being announced independently.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic Knowledge of Inorganic Chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written report, Poster- and/or Oral Presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Scientific report of own experimental results (ca. 10 pages) and oral presentation (15-20 min) or Poster Presentation, respectively, in front of a peer-group			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			

I1	<b>Frequency:</b> Continuously; Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer
I2	<b>Lecturer(s):</b> Metzler-Nolte, Apfel
I3	<b>Additional Information:</b>

<b>Title of Course:</b> <b>In-depth practical: Materials Analytics</b>				
<b>Type:</b> In Depth Practical		<b>Workload</b> 225 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2,3	<b>Duration</b> 4 Weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b> In Depth Practicals I-III	<b>Hours per Week</b> 40h	<b>Self-study</b> 65 h	<b>Credit Points</b> 7.5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Active participation in a research team as compact lab course of ca. 160 h, 4 weeks. Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The aim of the module is to provide an introduction to selected analytical methods and instrumentation of general importance for functional materials which are also related to and used within the research projects of the lecturers' teams. After completion of the module, the student will be able to independently apply or transfer the chosen set of analytical methods and instrumentation to other scientific contexts or research projects even beyond functional materials and will be skilled enough to perform the relevant analytical experiments including data interpretation at a medium level of complexity.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Experimental skills and hands-on training: The student will be introduced to the application of selected analytical techniques and to use the respective instrumentation and tools for the characterisation of various types of solid state and functional materials materials typically being studied in research projects of the lecturer's teams. Emphasis is given on the following methods: structure determination and phase analysis by powder X-ray diffraction, solid state NMR spectroscopy, thermal analysis (TG/DTA/DSC), porosity (gas adsorption, e.g. BET), microscopy (SEM, AFM), spectroscopy (FT-IR, UV-Vis, Ellipsometry, RAMAN, PL), composition determination by XPS, RBS, EDX, determination of resistivity, photocurrent, luminescence Research areas: These analytical techniques are applied within different scientific contexts immediately connected to the current research projects of the lecturers' teams including: nanocatalysts (colloids, nanoparticles etc.), porous bulk and thin film materials for selective adsorption, catalysis, thin film and nanostructured materials for applications in microelectronics, optoelectronics, photovoltaics, photocatalysis, sensing etc., others, as being announced independently			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic Knowledge on Materials Analysis on the level of B.Sc. in chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written report, Poster- and/or Oral Presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Scientific report of own experimental results (ca. 10 pages) and oral presentation (15-20 min) or Poster Presentation, respectively, in front of a peer-group			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Continuously; Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			

I2	<b>Lecturer(s):</b> Devi, Fischer
I3	<b>Additional Information:</b>

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth practical: Solid State and Material Synthesis</b>				
<b>Type:</b> In Depth Practical		<b>Workload</b> 225 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2,3	<b>Duration</b> 4 Weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b> In Depth Practicals I-III	<b>Hours per Week</b> 40h	<b>Self-study</b> 65 h	<b>Credit Points</b> 7.5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Active participation in a research team as compact lab course of ca. 160 h, 4 weeks. Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The module aims to further develop the experimental skills of the student at an advanced level and introduces modern materials processing techniques closely related to the various research areas of the lecturers' teams. The student will be trained in critical thinking and evaluation of obtained data related to challenges in materials synthesis and characterisation. After completion of the module, the student will be able to independently apply or transfer these skills and methods to other scientific contexts which may be connected with or dependent on materials chemistry.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Experimental skills and hands-on training: Special experimental techniques for the fabrication of solid state compounds and functional materials being studied in current research projects of the lecturers' teams including the materials processing and some general materials characterisation (structure, composition, morphology): thin film deposition by chemical vapor deposition (CVD), atomic layer deposition (ALD) and chemical solution deposition (CSD), fabrication of nanoparticles, nano composites, hybrid materials (bulk and thin film), porous materials by wet chemical processes and precursor routes, solvothermal, sol-gel, microwave, metal-vapor synthesis techniques, etc., solid state synthesis (high temperature thermal reactions, vapor phase transport, etc.), others, as being used in the respective research projects. Research areas: The materials fabrication and processing techniques and compositional and structural techniques evaluation are applied within different scientific contexts immediately connected to the current research projects of the lecturers' teams including: nanocatalysts (colloids, nanoparticles etc.), porous bulk and thin film materials for selective adsorption, catalysis, thin film and nanostructured materials for applications in microelectronics, optoelectronics, photovoltaics, photocatalysis, sensing etc., others, as being announced independently			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic Knowledge on Synthetic Techniques, Materials Synthesis, Materials Analysis on the level of B.Sc. in chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written report, Poster- and/or Oral Presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Scientific report of own experimental results (ca. 10 pages) and oral presentation (15-20 min) or Poster Presentation, respectively, in front of a peer-group			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Continuously; Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			



12	<b>Lecturer(s):</b> Beranek, Devi, Fischer, Merz
13	<b>Additional Information:</b>

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth practical: Molecular Chemistry and Synthesis</b>				
<b>Type:</b> In Depth Practical		<b>Workload</b> 225 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2,3	<b>Duration</b> 4 Weeks
<b>1</b>	<b>Module:</b> In Depth Practicals I-III	<b>Hours per Week</b> 40h	<b>Self-study</b> 65 h	<b>Credit Points</b> 7.5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Active participation in a research team as compact lab course of ca. 160 h, 4 weeks. Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The module aims to further develop the experimental skills of the student at an advanced level and introduces modern synthetic techniques closely related to the various research areas of the lecturers' teams. The student will be trained in critical thinking, analysis of chemical problems and evaluation of obtained data related to challenges in inorganic synthesis. After completion of the module, the student will be able to independently apply or transfer these techniques and methods to other scientific contexts which may be connected with or dependent on preparative inorganic molecular chemistry.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Special experimental techniques for the synthesis of inorganic molecular compounds being used or being studied in current research projects of the lecturers' teams including the synthesis of organic ligands, components, reagents and starting materials for coordination, metal-organic and organometallic compounds such as: working with very air- and moisture sensitive compounds in non-aqueous solvents using inert-gas techniques such as Schlenk-lines and glove boxes of various kinds, including adapted transfer, separation and purification techniques (extraction, crystallisation, condensation, sublimation, chromatography, etc.); advanced organic synthesis, solid-phase peptide synthesis; sono, photo and microwave assisted synthesis; metal vapour synthesis and related techniques; safe handling and working with highly reactive and (potentially) dangerous compounds (toxic, cancerogen, pyrophoric, etc.) as individually stipulated, working with small quantities (lower mg-scale), e.g. reactions in NMR tubes; others; photochemistry as being used in the respective research projects. Research areas: These synthetic techniques are applied within different scientific contexts immediately connected to the current research projects of the lectures' teams including: main group, transition metal and f-element chemistry, organometallic chemistry, cluster chemistry, chemistry of coordination polymers, bioinorganic and bioorganometallic chemistry, medicinal chemistry, fluoroorganic chemistry, chemistry in non conventional solvents, inorganic molecular precursor chemistry for sol-gel, chemistry, thin film deposition and nanomaterial chemistry (e.g. particles, colloids), others, as being announced independently.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic Knowledge of Synthetic Techniques on the level of B.Sc. in chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written report, Poster- and/or Oral Presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Scientific report of own experimental results (ca. 10 pages) and oral presentation (15-20 min) or Poster Presentation, respectively, in front of a peer-group			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			

I1	<b>Frequency:</b> Continuously; Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer
I2	<b>Lecturer(s):</b> Apfel, Devi, Fischer, Lieb, Merz, Metzler-Nolte, Schmid
I3	<b>Additional Information:</b>

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth practical: Theoretical Methods in Inorganic Chemistry</b>				
<b>Type:</b> In Depth Practical		<b>Workload</b> 225 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2,3	<b>Duration</b> 4 Weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b> In Depth Practicals I-III	<b>Hours per Week</b> 40h	<b>Self-study</b> 65 h	<b>Credit Points</b> 7.5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Active participation in a research team as compact lab course of ca. 160 h, 4 weeks. Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The aim of the module is to provide an introduction to the current state-of-the-art computational methods used to theoretically model molecular and/or solid systems, which are relevant and applied in the lecture's research. After completion of the module, the student will be able to independently apply these methods and in particular interpret the results in research projects also beyond inorganic chemistry.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Skills and hands-on training: The student will learn the basic use of computer systems for theoretical calculations including the use of a UNIX type environment, editing input files and visualizing chemical systems in general. In particular he will learn to use methods like for example: force field calculations of inorganic systems including structural optimizations and molecular dynamics, first principles calculations with DFT or wave function based methods for molecular systems and extended solids (structural analysis and/or spectroscopic properties like normal modes). Research areas: These computational methods are applied within a different scientific context, connected to the current research projects of the lectures' teams including: structural analysis of porous hybrid materials; matrix interactions and guest dynamics within confined (pore) spaces; dynamics of nano-sized molecular rotors; atomistic structure of charged solid/liquid interfaces; others, as being announced independently.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic Knowledge of Theoretical Methods			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written report, Poster- and/or Oral Presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Scientific report of own experimental results (ca. 10 pages) and oral presentation (15-20 min) or Poster Presentation, respectively, in front of a peer-group			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Continuously; Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> Schmid			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>Research Practical</b>				
<b>Type:</b> Research Practical		<b>Workload</b> 450 h	<b>Intended for Semester</b> 3	<b>Duration</b> 3 Months
<b>I</b>	<b>Module:</b> Research Practical	<b>Hours per Week</b> 30h	<b>Self-study</b> 50 h	<b>Credit Points</b> 15 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Development of an own scientific research project as a member of a larger research team (PhD students, postdocs)			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 5-10 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The aim of the module is defining an own research topic in the context of the research field of the lecturers team. The student should be scientifically prepared for the master thesis and learn the technical skills as well as scientific techniques necessary for working in the scientific field the master thesis. The results developed within the research practical are the basis for planning the research project of the master thesis.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> The Research practical can be performed in different scientific contexts immediately connected to the current research projects of the lectures' teams including: main group, transition metal and f-element chemistry, organometallic chemistry, cluster chemistry, chemistry of coordination polymers, bioinorganic and bioorganometallic chemistry, medicinal chemistry, thin film deposition and nanomaterial chemistry (e.g. particles, colloids), photochemistry or others, as beeing announced independently.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic research and team-work experience on the level of In-depth practicals			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written report, Poster- and/or Oral Presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Scientific report of own experimental results (ca. 20 pages) and oral presentation (15-20 min) or Poster Presentation, respectively, in front of a peer-group			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Continuously; Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> Devi, Fischer, Schmid, Lieb, Merz, Metzler-Nolte			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>Research Practical</b>				
<b>Type:</b> Research Practical		<b>Workload</b> 450 h	<b>Intended for Semester</b> 3	<b>Duration</b> 3 Months
<b>I</b>	<b>Module:</b> Research Practical	<b>Hours per Week</b> 30h	<b>Self-study</b> 50 h	<b>Credit Points</b> 15 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Development of an own scientific research project as a member of a larger research team (PhD students, postdocs)			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 5-10 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The aim of the module is defining an own research topic in the context of the research field of the lecturers team. The student should be scientifically prepared for the master thesis and learn the technical skills as well as scientific techniques necessary for working in the scientific field the master thesis. The results developed within the research practical are the basis for planning the research project of the master thesis.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> The Research practical can be performed in different scientific contexts immediately connected to the current research projects of the lectures' teams including: main group, transition metal and f-element chemistry, organometallic chemistry, cluster chemistry, chemistry of coordination polymers, bioinorganic and bioorganometallic chemistry, medicinal chemistry, thin film deposition and nanomaterial chemistry (e.g. particles, colloids), photochemistry or others, as being announced independently.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic research and team-work experience on the level of In-depth practicals			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written report, Poster- and/or Oral Presentation			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Scientific report of own experimental results (ca. 20 pages) and oral presentation (15-20 min) or Poster Presentation, respectively, in front of a peer-group			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Continuously; Schedule based on individual appointment by the chosen lecturer			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> Devi, Fischer, Schmid, Lieb, Merz, Metzler-Nolte			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>Advanced Practical in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function" – Biomolecular NMR spectroscopy : "NMR spectroscopy of proteins– practice and data evaluation"</b>				
<b>Type:</b> Elective Course and Seminar		<b>Workload</b> 225 h	<b>Intended for Semester</b> 1-3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Course and Seminar	<b>Hours per Week</b> 9	<b>Self-study</b> 90 h	<b>Credit Points</b> 7.5 of totally 15 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Seminar; b) Practical course			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 5 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The students should become acquainted with advanced methods to prepare and purify isotopically enriched ( <sup>15</sup> N, <sup>13</sup> 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.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Biochemistry of Proteins Cloning and purification of isotopically enriched ( <sup>15</sup> N, <sup>13</sup> 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			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of general chemistry and molecular biology			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Assessment of experimental skills during the practical (50%), a written project report (25%), and the oral presentation of the experimental results (25%)			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written protocol and oral presentation			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter and summer semester, to be announced			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> R. Stoll			

13	<p><b>Additional Information:</b> 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. <a href="http://www.rub.de/bionmr">www.rub.de/bionmr</a></p>
----	--



<b>Title of Course:</b> <b>Introduction to Bioinformatics</b>				
<b>Type:</b> Compulsory Course		<b>Workload</b> 45 h	<b>Intended for Semester</b> I	<b>Duration</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Compulsory Lecture	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 105 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Computer practical			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> a)~ 40 Students b)~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> 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.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Introduction to bioinformatics: role of computer and internet for biology and medicine as scientific 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; restraints, constraints. Quantum mechanics and classical approximation. Annealing protocols			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Biochemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of molecular biology			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam			

I0	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs
I1	<b>Frequency:</b> Every winter semester
I2	<b>Lecturer(s):</b> M. Lübben, A. Mosig, R. Stoll, S. Wolf
I3	<b>Additional Information:</b>

<b>Title of Course:</b>				
<b>Modular Advanced Practical in the Focal Point Programme: "Proteins: Structure and Biological Function" – Biomolecular NMR spectroscopy : "NMR spectroscopy of proteins–practice and data evaluation"</b>				
<b>Type:</b> Elective Course and Seminar		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> I	<b>Duration</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Course and Seminar	<b>Hours per Week</b> 5.25	<b>Self-study</b> 41.25 h	<b>Credit Points</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Seminar; b) Practical course			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 5 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The students should become acquainted with the fundamentals of preparing and purifying isotopically enriched ( <sup>15</sup> N, <sup>13</sup> C) protein samples. Furthermore, the theoretical and technical basics of multidimensional heteronuclear biomolecular nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy will be 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.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Biochemistry of Proteins Cloning and purification of isotopically enriched ( <sup>15</sup> N, <sup>13</sup> C) protein samples Introduction to theoretical fundamentals of multidimensional NMR spectroscopy Introduction to recording and analysing multidimensional NMR spectra Use of NMR data bases Structure determination based on NMR data Validation of calculated molecular structures			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of general chemistry and molecular biology			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Assessment of active and successful participation in the practical (50%), a written project report (25%), and the oral presentation of the experimental results (25%)			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written protocol and oral presentation			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> R. Stoll			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> This lab course is one of four courses in total to be completed in the first term, which have to be fulfilled in different Focal Point Programmes. www.rub.de/bionmr			

<b>Titel der Lehrveranstaltung:</b> <b>Biochemie III (Biochemistry III)</b>					
<b>Kennung:</b> Pflichtveranstaltung		184500	<b>Workload</b> 120 h	<b>Fachsemester</b> Semester 5	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Modul:</b> Biochemie III (Biochemistry III)		<b>Kontaktzeit</b> 2 x 16 h	<b>Selbststudium</b> 88 h	<b>Kreditpunkte</b> 4 CP
<b>2</b>	<b>Lehrformen:</b> Vorlesung (auf englisch)				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße:</b> Ca. 55 Studierende				
<b>4</b>	<p><b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b></p> <p><u>Lernziele:</u> 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.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Überblick über Regulationsmechanismen in Eukaryonten; Verständnis englischsprachiger Grundbegriffe der Biochemie der Eukaryonten</p>				

<b>5</b>	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><b>Aufbau eukaryonter Zellen</b> • Unterschiede zu Prokaryonten • Organellen</p> <p><b>Chromosomenaufbau</b> • Polytänie • Nukleosomen • Chromatinstruktur</p> <p><b>Replikation bei Eukaryonten</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mechanismus • DNA-Polymerasen • DNA-Topologie</li><li>• Topoisomerasen • Telomerase</li></ul> <p><b>Rekombinationsmechanismen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• DNA-Reparatur • Heteroduplex • Holliday-Struktur • recA-Protein</li><li>• Genkonversion • Transgene Tiere</li></ul> <p><b>Transponierbare Elemente</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pseudogene und prozessierte Gene • Transposons • Retroposons</li><li>• Hefe TY • Drosophila FB-Elemente</li></ul> <p><b>Reassoziatioen von Nukleinsäuren</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Stabilität von Doppelstrang-Nukleinsäuren • <math>T_m</math>-Wert</li><li>• Repetitive DNA</li></ul> <p><b>Transkription bei Eukaryonten</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kernaufbau • Transport durch Kernporen • Capping • RNA-Klassen</li></ul> <p><b>RNA-Polymerase I</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ribosomale RNA • Promoter • Prozessierung • Nukleolus</li></ul> <p><b>RNA-Polymerase III</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Genstruktur • tRNA-Struktur • Promoterstruktur • DNA-Bindeproteine</li><li>• Zinkfinger-Proteine • Leucin-Zipper • Regulation von Transkriptionsfaktoren</li></ul> <p><b>RNA-Polymerase II</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Promotorstruktur • RNA Capping • Polyadenylierung • Das Spleißosom</li><li>• Spleißvarianten</li></ul> <p><b>Ribozyme</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Selbstspleißende Introns • Ribozyme • Tetrahymena • RNase P</li><li>• Edieren von RNA</li></ul> <p><b>Regulation der Genexpression</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Transkriptionsinitiation • Enhancer/Silencer</li><li>• Modulare Transkriptionsfaktoren • 2-Hybrid-System • Steroidrezeptoren</li></ul> <p><b>Translokation von Proteinen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Signalhypothese • SRP-Partikel • Docking-Proteine</li><li>• Integration von Membranproteinen • Import in Organellen</li></ul> <p><b>Zellzyklus</b> • Phasen des Zellzyklus • Cycline • CDKs • Regulation</p> <p><b>Immunsystem</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Immunzellen • Antikörperstruktur • Antikörperdiversität • T-Zellrezeptor</li><li>• MHC-Moleküle</li></ul> <p><b>Complementsystem</b> • Complementaktivierung • Verstärkungskaskade • MAC</p>
----------	---

--	--

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

<b>Title of Course:</b> <b>Biochemistry IV - Biochemistry of Membrane Receptors</b>					
<b>Type:</b> Compulsory lecture		185820	<b>Workload</b> 210 h	<b>Intended for Semester</b> 2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Biochemistry IV - Biochemistry of Membrane Receptors		<b>Hours per Week</b> 2 x 14 h	<b>Self-study</b> 182 h	<b>Credit Points</b> 7 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Lecture				
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~45 Students				
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> 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	<p><b>Contents:</b></p> <p><b>Cell-cell contacts:</b> Structure of tight junctions, anchoring junctions, GAP junctions; function of GAP junctions.</p> <p><b>Cell-cell adhesion:</b> 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.</p> <p><b>Voltage-activated ion channels:</b> Resting membrane potential, signal propagation, sodium currents, potassium currents, action potential; single channel conductivity, patch clamp technique.</p> <p><b>Presynaptic function and vesicle release:</b> Life cycle of a vesicle, vesicular proteins, SNARE complex formation, fusion pore formation, NSF and SNARE complex dissolution.</p> <p><b>Ligand-activated ion channels:</b> 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.</p> <p><b>Structure of the synapse:</b> Presynaptic terminal, vesicle release, postsynaptic organization, structure of the nerve-muscle synapse, chemical vs. electrical synapses, EPSPs, miniature postsynaptic potentials</p> <p><b>Signal transduction pathways:</b> Introduction, protein kinase A kinase, structure-function relationship in the catalytic center.</p> <p><b>Receptor protein tyrosine kinases:</b> 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.</p> <p>Protein-protein interaction domains: SHC-GRB2, IRS-1, protein tyrosine phosphate binding domain (PTB), pleckstrin homology domain (PH), phospholipase C-g.</p> <p><b>Signal transduction of cellular survival:</b> 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.</p> <p><b>Phosphotyrosine phosphatases:</b> Mechanism, PTP-BL, PDZ domains, catalytic center</p> <p><b>Non-receptor tyrosine kinases:</b> Src kinase family, structure-function relationship.</p> <p><b>Cytokines:</b> 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.</p> <p><b>Seven-transmembrane receptors/G proteins:</b> (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</p>
6	<p><b>Degree Courses:</b></p> <p>Master of Science Biochemistry; Master of Science Chemistry</p>

7	<b>Prerequisite(s):</b> Familiarity with the contents of the Bachelor studies course lectures Biochemistry o, I, II, and III.
8	<b>Method(s) of Examination:</b> Written end-of-term exam
9	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the end-of-term exam
10	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs it provides 5.8% of the overall grade
11	<b>Frequency:</b> Every summer semester
12	<b>Lecturer(s):</b> Michael Hollmann, Rolf Heumann
13	<b>Additional Information:</b> 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.

<b>Title of Course:</b>					
<b>Research Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System"</b>					
<b>Type:</b> Mandatory practical with choices		181922	<b>Workload</b> 420 h	<b>Intended for Semester</b> 3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Research Practical in the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System", with seminar		<b>Hours per Week</b> a) 13 x 16 h b) 1 x 16 h	<b>Self-study</b> 196 h	<b>Credit Points</b> 14 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Practical b) Seminar				
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> Individual training				
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b>  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 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	<p><b>Contents:</b></p> <p>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</p> <p><b>Seminar:</b></p> <p>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.</p>
6	<p><b>Degree Courses:</b></p> <p>Master of Science Biochemistry; Master of Science Chemistry</p>

7	<b>Prerequisite(s):</b> Both Advanced Practicals of Master semester 2 have to be passed
8	<b>Method(s) of Examination:</b> A protocol, and a Master exposé in the style of a DFG grant application, which is limited to 10 pages
9	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> The protocol and the Master exposé have to be submitted and accepted
10	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to the 14 CPs it provides 11.7% of the overall grade
11	<b>Frequency:</b> Every winter semester
12	<b>Supervisor(s):</b> All members of the Focal Point Programme "Biochemistry of the Nervous System"
13	<b>Additional Information:</b> -----

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

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

<b>Title of Course:</b> <b>Organofluorine Chemistry</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students will acquire a broad overview of organofluorine chemistry. After completion of the course, students will know all fundamental approaches toward the synthesis of organofluorine compounds and will be able to independently devise synthetic routes and solve corresponding problems. Students will also be able to interpret the sometimes unusual reactivity of organofluorine components and to analyze the influence of fluorine substituents in organic molecules. In addition to textbook knowledge, current publications in the field will also repeatedly be included in the lecture.			
<b>5</b>	<p><b>Contents:</b> History of organofluorine chemistry Sources of fluorine <b>Synthesis of organofluorine compounds</b> - fundamental fluorine reagents - direct (per)fluorination, electrochemical fluorination - nucleophilic and "electrophilic" fluorination - synthesis of fluoroarenes - conversion of functional groups <b>Properties and structures of organofluorine compounds</b> - C-F bond: fundamentals - steric effects - physic-chemical properties - Bent's rule and special fluorine effect - dipol interactions - intramolecular interactions - analytics: <math>^{19}\text{F}</math>-NMR - acidities - fluorine substituents as pi-donors <b>Reactivity of organofluorine compounds</b> - fundamental considerations - perfluorocarbons and substituted perfluorocarbons, fluorinated alkanes - per- and polyfluoroolefins - fluoroarenes: <math>\text{S}_{\text{N}}\text{Ar}</math> and ortho metalation - C-F activation and polyfluoroarenes in cross-coupling reactions (C-H activation) - fluorinated enol ethers and analogues <b>Applications</b> - fluorous biphasic catalysis - pharmaceuticals</p>			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry		- 130 -	



7	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic methods for organic transformations.
8	<b>Method(s) of Examination:</b> Oral exam (30 min)
9	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam
10	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs
11	<b>Frequency:</b> Every summer semester
12	<b>Lecturer(s):</b> S. Huber
13	<b>Additional Information:</b> n/a

<b>Title of Course:</b> <b>Supramolecular Chemistry</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1,3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students will acquire a broad overview of supramolecular chemistry. After completion of the course, students will be aware of all relevant concepts in supramolecular chemistry and will be able to identify them independently. Participants will also study all relevant noncovalent interactions, including their electronic origin, their manipulation and their limitations. On the basis of the most common structural motifs, cation binders, anion binders and neutral molecule binders will be discussed. Students will be aware of the fundamentals of self-assembly as well as of its most important applications. Finally, participants will be able to interpret the use of non-covalent interactions in organocatalysis. In addition to textbook knowledge, current publications in the field will also repeatedly be included in the lecture.			

5	<p><b>Contents:</b> Definition, history</p> <p><b>Concepts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lock &amp; key, induced fit</li> <li>- binding constants</li> <li>- cooperativity / chelate effect</li> <li>- preorganization / complementarity, selectivity</li> </ul> <p><b>Noncovalent Interactions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ion pairing, ion-dipole, dipole-dipole</li> <li>- hydrogen bonding, halogen bonding, further closed-shell interactions</li> <li>- cation-<math>\pi</math>, <math>\pi/\pi</math>, anion-<math>\pi</math> interactions</li> <li>- van-der-Waals interactions, solvation and hydrophobic effect, entropy</li> </ul> <p><b>Fundamental Techniques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- high-dilution synthesis</li> <li>- template synthesis</li> </ul> <p><b>Cation Binding</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- crown ethers, lariat ethers</li> <li>- cryptands, spherands</li> <li>- calixarenes</li> </ul> <p><b>Anion Binding</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- recognition by electrostatics</li> <li>- recognition by electrostatics and hydrogen bonding</li> <li>- recognition by hydrogen bonding</li> <li>- recognition by Lewis acids, core motifs</li> </ul> <p><b>Neutral Guest Binding</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- recognition by hydrogen bonding</li> <li>- recognition by hydrophobic effect</li> </ul> <p><b>Self-Assembly</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rotaxanes</li> <li>- catenanes, knots</li> <li>- capsules</li> </ul> <p><b>Applications in Catalysis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reactions in confined space (capsules)</li> <li>- noncovalent organocatalysis</li> <li>- self-replication, noncovalent catalyst assembly, "classical" supramolecular catalysis</li> </ul>
6	<p><b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry</p>
7	<p><b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic methods for organic transformations</p>
8	<p><b>Method(s) of Examination:</b> Oral exam (30 min)</p>
9	<p><b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam</p>
10	<p><b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs</p>
11	<p><b>Frequency:</b> Every winter semester</p>
12	<p><b>Lecturer(s):</b> S. Huber</p>
13	<p><b>Additional Information:</b> n/a</p>

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth Practical: Organic Synthesis and Physical Methods in Organic Chemistry</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Course	<b>Hours per Week</b> a) 8 h	<b>Self-study</b> 60 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Lab course			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> 1-3 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The lab course provides a basic insight into the experimental and theoretical methods used in Physical Organic Chemistry.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Synthesis of Precursors; EPR and IR spectroscopy; matrix isolation of reactive intermediates; calculation of properties of reactive intermediates using DFT methods.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic knowledge of Organic Synthesis and Physical Chemistry.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> All experiments are written up satisfactorily in lab reports.			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Active participation in practical, feedback during the experiments, feedback on written lab reports by teaching assistants			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Compact course			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> W. Sander, D. Grote, post-graduates			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth Practical: Organic Synthesis and Reaction Mechanisms</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Course	<b>Hours per Week</b> a) 9 h	<b>Self-study</b> 60 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Lab course			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> 1-3 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The lab course provides a basic insight into the experimental and theoretical methods used in Physical Organic Chemistry.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Synthesis of Precursors; EPR and IR spectroscopy; matrix isolation of reactive intermediates; calculation of properties of reactive intermediates using DFT methods.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic knowledge of Organic Synthesis and Physical Chemistry.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> All experiments are written up satisfactorily in lab reports.			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Active participation in practical, feedback during the experiments, feedback on written lab reports by teaching assistants			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Compact course			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> W. Sander, D. Grote, post-graduates			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

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

<b>Title of Course:</b> <b>Organic Synthesis II: Catalytic Organometallics</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1-3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire a broad overview upon applications for homogeneous transition metal catalysis.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Key steps in catalytic cycles; Heckreaction and other Pd-catalyzed domino processes, catalytic activities of Au-, Co-, Cu-, Fe-, Mn-, Ni-, Rh-, Ru- and Lanthanoid-complexes.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic methods for organic transformations.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every third semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> G. Dyker			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> Also offered as e-learning module on the youtube video channel ChemieRUB. Link: <a href="http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html">http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html</a>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth Practical: Metal-Organic Chemical Synthesis</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> 1-3	<b>Duration</b> 8 Weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b> In-depth Practical I-III	<b>Hours per Week</b> 25	<b>Self-study</b> 40 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Practical			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> 5 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire practical skills for the application of stoichiometric organometallics and transition metal catalysts in synthesis.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Synthesis of targets within the context of a current research project.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic methods for organic transformations.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Active participation in practical, feedback during the experiments, written lab report, presentation of the experimental results.			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Accepted written lab report			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> G. Dyker			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			



<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth Practical: Organocatalysis and Supramolecular Chemistry</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> I-3	<b>Duration</b> 8 Weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b> In-depth Practical I-III	<b>Hours per Week</b> 25	<b>Self-study</b> 40 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Practical			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> 5 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire practical skills regarding the preparation and application of halogen-bond based organocatalysts. This comprises the synthesis of various iodinated compounds and their use in specific test reactions, as well as the characterization of binding data via NMR or ITC titrations. In addition, students also acquire expertise in the synthesis of supramolecular assemblies that are based on halogen bonding.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Synthesis of targets within the context of a current research project.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic methods for organic transformations.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Active participation in practical, feedback during the experiments, written lab report, presentation of the experimental results.			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Accepted written lab report			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> S. Huber			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>Organic Synthesis I: Stoichiometric Organometallics</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1-3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire a broad overview upon applications of stoichiometric organometallic reagents, focussing on selectivities connected with various metals.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> HSAB-concept in organometallic synthesis; endocyclic restriction test; DOM reactions, organometallic reagents based on lithium, magnesium, zink, titanium, boron and copper; stereoselective reactions with organometallic reagents.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic methods for organic transformations.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every third semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> G. Dyker			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> Also offered as e-learning module on the youtube video channel ChemieRUB. Link: <a href="http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html">http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html</a>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>Organic Synthesis III: Designing Organic Syntheses</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1-3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire knowledge of retrosynthesis for planning organic syntheses for compounds of medium complexity.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Key expressions of retrosynthesis: strategic bonds, synthon, synthetic equivalent, retron, bidirectional synthesis, linear and convergent synthesis plan. Typical structural units in retrosynthetic analysis such as 1,n-dicarbonyl compounds and heterenes; synthesis of target molecules with increasing complexity.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic methods for organic transformations.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every third semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> G. Dyker			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> Also offered as e-learning module on the youtube video channel ChemieRUB. Link: <a href="http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html">http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html</a>			

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

<b>Title of Course:</b> <b>Biophysical Chemistry II</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Lecture in the focal point programme Biomolecular Chemistry	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h c) 1h	<b>Self-study</b> 60 h	<b>Credit Points</b> 5 CP a)b) 4 CP c) 1CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a)Lecture b) Exercise c) Seminar			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> 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.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> 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			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic physical chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam and seminar contribution			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam and seminar			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> Ebbinghaus, Havenith, Herrmann			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>Concepts of Spectroscopy I</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1,3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 25 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> 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.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> 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)			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> basic Knowledge of quantum mechanics			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the written exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> P. Nürnberger			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> course is accompanied by a Moodle course where class materials and problem sets are provided			

<b>Title of Course:</b>					
<b>In-depth practical: Photodynamics</b>					
<b>Type:</b> practical			<b>Workload</b>	<b>Intended for Semester</b> I,2	<b>Duration</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> In-depth practical I-III		<b>Hours per Week</b> 8 h	<b>Self-study</b>	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Hands-on lab course, active participation in experimental data acquisition and/or analysis & simulation				
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> individual				
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The student will acquire advanced knowledge in spectroscopic techniques with pulsed lasers. The student will acquire the ability to carry out supervised laser experiments, and to analyze and report the results in adequate manner.				
<b>5</b>	<b>Contents:</b> The student will participate in an experiment from the research area of the Nürnberger group. The student summarizes the findings independently in a written report.  Possible topics include: time-resolved fluorescence, lifetime measurements of solvated molecules, nonlinear optics, characterization and modification of femtosecond laser pulses for spectroscopy, photochemical reaction dynamics, molecular photoswitches, transient absorption, photoionization,...				
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry				
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic knowledge of physical chemistry				
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> written lab report				
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> all experiments are completed successfully and written up satisfactorily in a lab report				
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b>				
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester				
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> P. Nürnberger				
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>				

<b>Title of Course:</b> <b>181 954 Research Practical in the Focal Point Programme "Physical Chemistry"</b>				
<b>Type:</b> practical		<b>Workload</b>	<b>Intended for Semester</b> 3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Research Practical in the Focal Point Programme	<b>Hours per Week</b> 15	<b>Self-study</b> 120 h	<b>Credit Points</b> 15 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Hands-on lab course, active participation in experimental data acquisition and/or analysis & simulation			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> individual			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The student will be introduced to and trained in the scientific methods applied in one of the Physical Chemistry research groups. Initially under the guidance of experienced research staff, the student will acquire advanced scientific knowledge and will learn the skills necessary in order to design, implement, perform, and analyze a research project related to the current research of the groups. The student will become acquainted with the experimental techniques and/or the software needed for analysis and simulation, learn how to search the scientific literature for previous work relevant for the project, and acquire the ability to summarize and discuss the results in the context of current research.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> The student will participate in an experiment from the research areas of the Physical Chemistry groups. These comprise spectroscopy, microscopy, biophysical chemistry, photochemistry, processes at surfaces and interfaces, calorimetric methods, solvation, nanoclusters, mass spectrometry, vacuum techniques, structural properties and dynamics, development of scientific apparatus, signal demodulation, advanced data evaluation techniques, lab safety, laser safety, and more specialized physicochemical topics. The student will also take part in the meetings of the research group on a regular basis and actively contribute to the discussion of the project. The student summarizes the findings independently in a written report and/or will present the results in a seminar talk.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> "Practical Science and Communication", In-depth practical I-III, basic knowledge of physical chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> written lab report and/or seminar talk			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> all experiments and/or simulations are completed successfully; they are written up satisfactorily in a lab report and/or presented in an adequate manner in a seminar talk.			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> Professors and lecturers in Physical Chemistry			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			



<b>Title of Course:</b> <b>Compact Course "Scanning Probe Microscopy"</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1,3	<b>Duration</b> 3 weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b>  Compact Course "Scanning Probe Microscopy"	<b>Contact time</b> a) 18 h b) 32 h c) 5 h	<b>Self-study</b> 65 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> (a) lecture (b) practical exercises (c) seminar			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 15 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> After participating in the scanning probe microscopy (SPM) compact course the students - are familiar with the basics of scanning probe microscopy. - are familiar with the functionality of different SPM techniques. - have an overview of applications of scanning probe microscopy. After participating in the SPM compact course the students are able to - process and analyze SPM data in a proper way. - perform AFM and STM measurements with commercial microscope systems. - recognize imaging artifacts in SPM images. - present results of an individual experimental SPM project (12 hours) in a short talk.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Quantum mechanical tunneling effect; basics of scanning tunneling microscopy (STM) and atomic force microscopy (AFM); functionality of different SPM imaging techniques; image processing and imaging artifacts; preparation of STM tips; spectroscopic measurements with an STM; STM and AFM measurements of oxides and biological samples; sample preparation in ultra high vacuum; digression scanning electron microscopy (SEM); combined SEM/STM measurements; manipulation with an SPM			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basics in Physical Chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Oral exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> A. Birkner, K. Morgenstern			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> The registration for the SPM compact course is necessary.			

<b>Title of Course:</b> <b>Concepts of Spectroscopy II</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 2 or 4	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire a broad overview over spectroscopy and microscopy techniques that are based on non-linear optics.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Principles of non-linearity, spectroscopic methods based on non-linear effects, microscopic methods based on non-linear effects			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Concepts of spectroscopy I or a general knowledge about linear optics.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Oral or written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every summer semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> M. Havenith-Newen, Ch. Hermann, K. Morgenstern, P. Nürnberger			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> Also part of the Master Course Program Molecular Sciences (IMOS)			

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth Practical: Nanoscale surface characterization</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> 1 to 3	<b>Duration</b> minimum 5 weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b> Practical	<b>Hours per Week</b> up to 40 h	<b>Self-study</b> 40 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Practical			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> 1 Student			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire a knowledge about different methods used in physical chemistry and their applications			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> scanning probe methods, photoelectron spectroscopy, low energy electron diffraction, electron energy loss spectroscopy			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Physical Chemistry I to IV.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Report			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Performing experiments and the report			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> A. Birkner, K. Morgenstern			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> possible start independent of lecture schedule; length in weeks depends on availability of student during week			

<b>Title of Course:</b> <b>In-depth Practical: Scanning probe methods</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> 1 to 3	<b>Duration</b> minimum 5 weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b> Practical	<b>Hours per Week</b> up to 40 h	<b>Self-study</b> 40 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Practical			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> 1 Student			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire a knowledge about scanning tunneling microscopy and atomic force microscopy and their applications			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> scanning probe methods			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Physical Chemistry I to IV.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Report			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Performing experiments and the report			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> A. Birkner, K. Morgenstern			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> possible start independent of lecture schedule; length in weeks depends on availability of student during week			

<b>Title of Course:</b> <b>Spectroscopy in Surface Science</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1 to 3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire a broad overview over techniques that are used in surface science			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Quantum structure of atomic shell, wave packages, electronic structure of atoms and molecules, UHV technology, surface preparation, photoelectron spectroscopy, Auger electron spectroscopy, scanning tunneling spectroscopy, vibrations of adsorbates, IR spectroscopy, electron energy loss spectroscopy, Raman spectroscopy, inelastic electron tunneling spectroscopy			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Physical Chemistry 1 to 4.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Oral or written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every other winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> A. Birkner, K. Morgenstern			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> Time-resolved terahertz spectroscopy				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 1,3	<b>Duration</b> 3 weeks
<b>I</b>	<b>Module:</b> Compact Course	<b>Hours per Week</b> a) 18 h b) 32 h c) 5h	<b>Self-study</b> 65 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) practical Exercise c) seminar			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 15 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Laser-based and time-resolved terahertz spectroscopies are introduced. Students will learn <ul style="list-style-type: none"> <li>• basics of laser based terahertz techniques</li> <li>• which spectral signatures lie in the terahertz window</li> <li>• how these can be utilized to extract microscopic information</li> <li>• what can time-resolved non-equilibrium measurement in THz window offer us.</li> <li>• how to process time-domain data from TD-THz experiments</li> <li>• present learnings/results in an individual TD-THz project (12 hours) in a short talk.</li> </ul>			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brief introduction to femtosecond laser systems (oscillators and amplified systems)</li> <li>• Description of a laser pulse in spectral and time domain</li> <li>• Brief introduction/recap to non-linear optics</li> <li>• Time-resolved measurements</li> <li>• Fourier transform techniques</li> <li>• The basics of laser-based time-domain THz spectroscopy.</li> <li>• An overview of applications of TD-THz spectroscopy</li> <li>• An overview of transient TD-THz spectroscopy</li> </ul>			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basics in Physical Chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Oral exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every summer semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> J. Savolainen, M. Havenith			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> The registration for the Time-resolved terahertz spectroscopy course is necessary.			

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth practical: Chemical Microscopy of Surfaces and Biomaterials</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2	<b>Duration</b> 6 weeks half time or equivalent
<b>I</b>	<b>Module:</b> In depth practical I-III	<b>Hours per Week</b> a) 8 h	<b>Self-study</b> 120 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a)hands on lab course			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 1-3 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire knowledge on how to prepare samples, how to investigate them with Raman microscopic techniques and how to analyse the image and spectral data acquired.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Laser safety; Principles of confocal Raman microscopy; preparation of chemical and/or biological samples; data acquisition techniques; estimates of data quality; image and spectral image processing techniques.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic spectroscopic and data evaluation techniques.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written lab report			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Active participation in lab course and successful summary of the lab course results.			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> M. Havenith			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth practical: Spectroscopy of solvated species.</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> I	<b>Duration</b> 6 weeks half time or equivalent
<b>I</b>	<b>Module:</b> In depth practical I-III	<b>Hours per Week</b> a) 8 h	<b>Self-study</b> 120 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) hands on lab course			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 1-3 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire knowledge on how to perform precise measurements of concentration dependent THz spectra as well as on advanced data analysis techniques.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Laser safety; Principles of THz and far-infrared spectroscopy; liquid sample preparation; cryogenically cooled detector preparation; improving the signal to noise ratio; principal component analysis; advanced fitting techniques.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic spectroscopic and data evaluation techniques.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written lab report			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Active participation in lab course and successful summary of the lab course results.			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> M. Havenith, G. Schwaab			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			



<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth practical: High resolution laser spectroscopy of clusters and gas phase molecules</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> 1,2	<b>Duration</b> 6 weeks half time or equivalent
<b>I</b>	<b>Module:</b> In depth practical I-III	<b>Hours per Week</b> a) 8 h	<b>Self-study</b> 120 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) hands on lab course			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 1-3 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire knowledge on ultra-high vacuum systems, how to plan complex laser spectroscopic experiments and how to optimize experimental conditions as well as advanced data analysis techniques.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Laser safety; Principles of high resolution laser spectroscopy; techniques to bring molecules into the gas phase; phase sensitive detection schemes; mass spectroscopic techniques; principles and limitations of linear and nonlinear least squares fit techniques.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic spectroscopic and data evaluation techniques.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written lab report			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Active participation in lab course and successful summary of the lab course results.			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> M. Havenith, G. Schwaab			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>In-depth practical: Ab initio and classical MD simulations of solvated (bio)molecules</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> I	<b>Duration</b> 6 weeks half time or equivalent
<b>I</b>	<b>Module:</b> In depth practical I-III	<b>Hours per Week</b> a) 8 h	<b>Self-study</b> 120 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) hands on theoretical lab course			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 1-3 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire knowledge of how to perform ab initio and/or classical MD simulations and trajectory analysis tools.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Principles of ab initio and classical MD simulations; statistical trajectory analysis; spatial dissection of solute-solvent interactions; hydrogen bond correlation function; radial distribution functions.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic molecular dynamics techniques and Unix-like command-line necessary.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written lab report			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Active participation in course and successful summary of the course results.			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Only available in winter term.			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> M. Havenith, R. Graves			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>Characterization of heterogeneous catalysts</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> I	<b>Duration</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> In-depth practical	<b>Hours per Week</b> a) 8 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 105 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Practical b) Seminar			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ≤ 12			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> practical experience with important characterization techniques for heterogeneous catalyses, the related data treatment methods and approaches to data interpretation, critical assessment of the potential of the techniques, the accuracy of the data and the significance of the results for catalyst research training in reporting, presentation and public discussion of the results			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> practical experiments on <ul style="list-style-type: none"> <li>• nitrogen physisorption,</li> <li>• thermogravimetry</li> <li>• X-ray Photoelectron Spectroscopy</li> <li>• FT-IR Spectroscopy</li> <li>• Raman Spectroscopy</li> <li>• UV-Vis spectroscopy</li> </ul> and virtual experiments (treatment of measured data) on <ul style="list-style-type: none"> <li>• X-ray absorption spectroscopy</li> <li>• X-ray diffraction</li> </ul> are offered; three practical experiments and a virtual one are performed; missing experiments are reported on in seminar			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Basic knowledge in physical chemistry, in heterogeneous catalysis			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> assessment of performance in experiments (50 %) and in oral presentation and discussion of one experiment in seminar (50 %)			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Successful performance in four experiments (3 practical, 1 virtual), and in oral presentation			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> W. Grünert, M. Muhler			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> Literature on experimental techniques will be distributed via a moodle course.			

<b>Title of Course:</b> Design and Project Planning of Chemical Plants				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture	<b>Hours per Week</b> a) 1,5 h b) 1,5 h	<b>Self-study</b> 105 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Computer-based block course			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 15			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students are trained to comprehend and discuss networks of unit operations forming a chemical process as a process system, taking into account aspects of economy and ecology and using information technology familiar in the industrial practice (e.g. ChemCad™). They get insight in the complexity of chemical production processes, learn to assess interrelations between relevant parameters and to discuss the influence of changes in process conditions and feed properties on the process behavior. They are trained in interdisciplinary approaches for future communication and cooperation with chemical process engineers.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> <u>Lecture</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>different stages of chemical plant modeling, general properties and structure of software for chemical process design, balancing in chemical plant design</li> <li>scientific basis of thermal separation processes (advanced treatment), with emphasis on thermodynamics of mixed phases, models for representation of thermodynamical data, single-stage thermal separation process (flash),</li> <li>recall of engineering approaches to mass, heat and impulse transfer,</li> <li>introduction into chemical process design software "ChemCad™"</li> </ul> <u>Block Course</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>treatment of problems related to balancing and phase equilibrium calculations by advanced usage of Excel</li> <li>training in basic functions of chemical process design software ChemCad™</li> <li>process design with ChemCad™</li> <li>application of ChemCad™ for solution of a process design project</li> </ul>			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basics in Physical Chemistry, mathematics, handling of standard computer software			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> a) 20 min oral exam (3CP)    b) Project report on problem solved with ChemCad (2 CP)			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam (a), delivery of project report (b)			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> W. Grünert, H. Ruland			

13	<b>Additional Information:</b> Material of lectures will be distributed via a moodle course.
----	---

<b>Title of Course:</b> <b>Heterogeneous Catalysis</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> I	<b>Duration</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 105 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students get insight into the scientific basis of heterogeneous catalysis, with emphasis on the elementary steps of catalytic reactions, relations between catalyst structure and performance, between preparation routes and obtained structures, and on interdisciplinary approaches in catalyst research. They are introduced into the most important characterization methods for heterogeneous catalysts and get an overview over the most important technical applications of heterogeneous catalysis. The course enables students to orient themselves in the multifaceted field of technical heterogeneous catalysis and creates the basis for own scientific activities in catalysis research.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementary steps of heterogeneous catalysis: chemisorption - energetics, adsorption sites and surface phases; surface reactions - mechanisms and dynamics</li> <li>• Relations between structure and reactivity of catalytic surfaces: spatial structure - anisotropy of surface structures and properties in metal and non-metal catalysts, ensemble effects and their use; electronic structure - volcano relations and their basis, ligand effects</li> <li>• Promoters and poisons in catalysis: types of promoters and basic mechanisms of their function, basics of poisoning effects</li> <li>• Supported catalysts: introduction into textural properties, bulk and surface structure and chemistry of important supports, interactions between supported components and supports</li> <li>• Preparation and activation of catalysts: basic steps in the preparation of solid materials from the viewpoint of catalysis, introduction of active components into supported catalysts, shaping of catalyst pellets, thermal aftertreatment, activation of catalyst precursors</li> <li>• Important catalyst types and their application: metal catalysts (including bifunctional catalysis), catalysis with redox oxides, industrial acid catalysis, environmental catalysis</li> <li>• Characterization of heterogeneous catalysts: laboratory reactors for reactivity characterization, texture characterization by physisorption and chemisorption techniques, thermoanalytical (temperature-programmed) methods, structural analysis (XRD, XAFS), surface analysis (XPS, LEIS, vibrational spectroscopy), optical and scanning probe microscopy, miscellaneous techniques (incl. Moessbauer-, EPR-, NMR- and UV-vis spectroscopy)</li> </ul>			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basics in Physical Chemistry, Inorganic Chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Oral exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam			

I0	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs
I1	<b>Frequency:</b> Every winter semester
I2	<b>Lecturer(s):</b> W. Grünert, Wei Xia
I3	<b>Additional Information:</b> Material of lectures, additional contents of exercise, summaries of student lectures will be distributed via a moodle course.

<b>Title of Course:</b> <b>Industrial Chemistry II: Chemical Reaction Engineering</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> I	<b>Duration</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 105 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire advanced knowledge on reactors used in chemical industry. They can apply mathematical models for the description of ideal reactors und will know reasons of deviations from ideal behavior and know basic models for description of non-ideal reactors. In addition, students can apply thermodynamic and kinetic tools for analysis of reactions and are able to evaluate consequences of transport limitations on overall reaction rates and are able to select appropriate counteractive measures.  Soft skills: interactive presentation in front of an audience, notetaking during lectures, unsolicited post-preparation of module contents, unsolicited consultation of the relevant literature			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>basics of chemical reaction engineering: terms and definitions</li> <li>stoichiometry and thermodynamics: stoichiometric balance and chemical conversion, calculation of reaction enthalpy under reaction conditions, chemical equilibrium, definition of equilibrium constants in diluted and concentrated systems, Michaelis-Menten-Kinetik</li> <li>kinetics of chemical reactions: volume constant reactions in ideal reactors, kinetics of multiple homogeneous reactions (first Damköhler number, polymerization, Michaelis-Menten-kinetics), kinetics of heterogeneous reactions (catalysis, steps, Langmuir isotherm, competitive adsorption, monomolecular and bimolecular reactions, Langmuir-Hinshelwood-, Eley-Rideal-, Hougén-Watson rate laws, Bodenstein principle, rate limiting step, most abundant surface intermediate, mass transport in heterogeneous reactions</li> <li>combination of mass and heat transfer: kinetics of heterogeneous reactions limited by surface reaction or transfer processes, reaction through liquid/liquid interface, effectiveness factors, consecutive model in heterogeneous catalysis (second Damköhler number) and in reaction through liquid/liquid interface, parallel approach in heterogeneous reactions (Thiele modulus) and in reactions through liquid/liquid interface (Hatta number), especially for catalytic reactions (generalized Thiele modulus, criteria for limitation of mass transfer - Weisz modulus, mass transfer and overall kinetics, combining of reaction and heat transfer - Prater number)</li> <li>reactors in chemical industry (overview): ideal reactors (types, calculation of conversion, residence time distribution, cascade of CSTRs, complex reactions in CSTR, PFR, selectivity, non-isothermal reactions, instability), non-ideal reactors (residence time distribution, dispersion model, CSTRs-in-series model, segregation, time of mixing, influence of segregation on kinetics)</li> <li>modelling of chemical reactors: packed-bed reactors, fluidized-bed reactors</li> <li>non-steady state reactor operation: transition behavior of continuously stirred tank reactor, fixed bed reactor</li> </ul>			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			



7	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basics in Physical Chemistry, Inorganic Chemistry, Heterogeneous Catalysis and Industrial Chemistry
8	<b>Method(s) of Examination:</b> a) 30 min oral exam
9	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam
10	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs
11	<b>Frequency:</b> Every winter semester
12	<b>Lecturer(s):</b> M. Muhler
13	<b>Additional Information:</b> Lecture notes are available at <i>Druckzentrum</i> .

<b>Title of Course:</b> Modern Microkinetics				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 2	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 105 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 15			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> By means of examples students acquire advanced knowledge on basics and application of modern simulation tools used in chemical engineering. The kinetics of a reaction is described based on elementary steps. After the course students are able to solve complex problems of chemical reaction engineering. In addition, the students become familiar with state-of-the-art kinetic techniques to derive information on elementary steps.  Soft skills: interactive presentation in front of an audience, notetaking during lectures, unsolicited post-preparation of module contents, unsolicited consultation of the relevant literature			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>modeling a chemical reaction using elementary steps: introduction of microkinetic modeling, description of adsorption, desorption and reaction on a molecular basis, statistical thermodynamics, estimation of kinetic parameters, modeling of temperature-programmed experiments, simulation of SSITKA experiments, analysis of microcalorimetric experiments, modeling of pulse experiments</li> <li>microkinetic models: determination of kinetic parameters, Levenberg-Marquardt algorithm, examples</li> <li>reactor models: adiabatic packed-bed reactors, heterogeneous and pseudo-homogeneous models, consideration of non-steady reactor states, model selection, programs of estimation of kinetic constants</li> <li>numerical tools for solution of non-linear algebraic equations and non-linear differential equations: boundary and initial value problems, one- and multiple-step procedure, difference procedure, Finite-Element-Method (FEM)</li> <li>overview of commercial software and routines in numerical/statistical libraries: Numerical Recipes, routines in the numerical/statistical library of the Numerical Algorithm Group (NAG), DDAPLUS, PDAPLUS and GREGPLUS (Stewart Associates), PDEX, MATLAB</li> </ul>			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basics in Physical Chemistry, Inorganic Chemistry, Heterogeneous Catalysis and Industrial Chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> a) 30 min oral exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			

I1	<b>Frequency:</b> Every summer semester
I2	<b>Lecturer(s):</b> M. Muhler
I3	<b>Additional Information:</b> Material of lectures will be distributed via a moodle course.

<b>Title of Course:</b> Reaction Engineering of Heterogeneously Catalyzed Reactions				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> I	<b>Duration</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> In-depth practical	<b>Hours per Week</b> a) 8 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 105 h	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Practical b) Seminar			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ≤ 15			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Advanced knowledge in basic fields of chemical reaction engineering, which are important for heterogeneously catalysed reactions: ignition/quenching behavior and stability, reaction limitation by external and internal mass transfer, influence of mixing on conversion. After the course students are familiar with procedures used for the analysis of kinetics of heterogeneously catalysed reactions (operation of a challenging flow set-up with on-line analysis, test for transfer limitations, collection of kinetic data, data processing).  Soft skills: teamwork and collaboration while carrying out experiments, graphical presentation of practical results, general knowledge about operating flow systems, software and computing			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> In-depth kinetic experiment (one experiment per group of two students): <ul style="list-style-type: none"> <li>• steam reformer</li> <li>• hydrogenation of nitrobenzene</li> <li>• further experiments: depending on the availability</li> </ul> Investigation of the kinetics of a complex heterogeneously catalysed reaction (calibration of the experimental set-up, testing the analytical detection of reaction products, standard tests of external and internal mass transfer limitations, measurement of concentration/time dependences, evaluation of practical results concerning the reaction mechanism, calculation of kinetic parameters)  Basic experiments (for each group of two students): <ul style="list-style-type: none"> <li>• nitrite reduction</li> <li>• polytropic tank reactor</li> <li>• residence time distribution and conversion calculation</li> </ul> Studying ignition/quenching behavior and instabilities (oszillations) exemplified with an exothermic reaction (decomposition of hydrogen peroxide); influence of internal mass transfer (pore diffusion, Thiele modulus) on the overall reaction rate in a three-phase system (nitrite reduction); experimental determination of residence time behavior and conversion of different reactors (CSTR, PFR, CSTRs-in-series) depending on mixing; data evaluation using different models for ideal and non-ideal reactors (dispersion, CSTRs-in-series and segregation model, calculation of Bodenstein and Damköhler number)			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basics in Physical Chemistry, Inorganic Chemistry, Heterogeneous Catalysis and Industrial Chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Assessment of performance in experiments (50%) and in oral presentation and discussion of the experiments in the seminar (50%)			

9	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Successful performance in four experiments (3 basic, 1 in-depth), and in oral presentation
10	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs
11	<b>Frequency:</b> Every winter semester
12	<b>Lecturer(s):</b> M. Muhler
13	<b>Additional Information:</b> Material of lectures will be distributed via a moodle course.

<b>Title of Course:</b> Research practical in the focal point program: "Industrial Chemistry"				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 450 h	<b>Intended for Semester</b> 3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> In-depth practical	<b>Hours per Week</b> a) 14 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 225 h	<b>Credit Points</b> 15 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Practical b) Seminar			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ≤ 15			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Under the supervision of an experienced scientist students plan, perform and evaluate experiments from the field of fundamental research. They receive a detailed introduction into selected scientific methods used in modern research in the field of heterogeneous catalysis.  Soft skills: teamwork and collaboration while carrying out experiments, graphical presentation of practical results, general knowledge about operating systems, software and computing, scientific writing skills			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>scientific collaboration in a team working on a selected problem of heterogeneous catalysis</li> <li>detailed introduction in the scientific methods applied in fundamental research</li> <li>literature search and evaluation on the special problem</li> <li>planning, performing and evaluating of experiments under the supervision of an experienced scientist</li> <li>written report and oral presentation of the theoretical basics and obtained results</li> </ul>			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basics in Physical Chemistry, Inorganic Chemistry, Heterogeneous Catalysis and Industrial Chemistry			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Assessment of performance in experiments and report (50 %) as well as in oral presentation and discussion of the experiments in the seminar (50 %)			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Successful performance experiment and in oral presentation			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> M. Muhler			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b> Literature and further information will be provided by the supervisor.			

<b>Title of Course:</b> <b>Processes in Chemical Production - Past, Present and Future</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 2	<b>Duration</b> 1 Semester
1	<b>Module:</b> Elective Lecture	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 105 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
2	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
3	<b>Group Size:</b> 15-20			
4	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students are bound to acquire knowledge on important processes in chemical production and on the network of raw materials and product flows in a national economy into which these are integrated. They are to appreciate the influences of access to raw materials including renewables, technological standard and regional conditions on the structure of the chemical industry and to know important final products of chemical production and typical quality characteristics targeted in the production process. They get insight in important management aspects in the chemical industry, in particular related to the assessment and innovation of production processes.			
5	<b>Contents:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raw materials for industrial organic chemistry in past, present and future</li> <li>• Oil refining, processes and actual trends</li> <li>• Production and use of synthesis gas and of hydrogen; production and use of olefins; oxidation processes in chemical industry; synthesis, properties and technology of polymer materials</li> <li>• basic processes of inorganic chemical technology (incl. fertilizers)</li> <li>• industrial use of renewables, presence and perspective</li> <li>• business-management aspects of a chemists' job in industry</li> <li>• criteria for the evaluation of chemical production processes, methodics for the design of new chemical production processes</li> </ul>			
6	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
7	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basics in Industrial Chemistry			
8	<b>Method(s) of Examination:</b> 40 min end-of-term oral exam			
9	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam			
10	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
11	<b>Frequency:</b> Every summer semester			
12	<b>Lecturer(s):</b> W. Grünert, L. Mleczko (Bayer), Drs. G. Bub (Evonik), H.-W. Zanthoff (Evonik), A. Wolf (Bayer)			
13	<b>Additional Information:</b> Material of lectures will be distributed via a moodle course.			

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



<b>Title of Course:</b> Computational Chemistry II: Quantitative Structure-Activity Relations in Drug Design				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 2,4	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 10 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire a broad overview upon computational techniques applied in drug design			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> 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			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge acquired in Computational Chemistry I			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Oral examination			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral examination			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every summer semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> M. Schindler			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>Biomolecular Simulation: Understanding Experiments at the Molecular Level</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 1, 3	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 100 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> 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.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b>  <b>Fundamentals:</b> Energy landscape, Boltzmann ensemble, hierarchy of timescales (Frauenfelder), energy density, thermal energy, soft vs. hard degrees of freedom, fluctuations, entropy. <b>Biological (macro)molecules:</b> Structure and relevant interactions, H-bonds, electrostatics, van-der-Waals, hydrophobic effect. Dielectric properties of water, polarizability. <b>Molecular models:</b> Degrees of freedom, sampling (Molecular Dynamics, Monte Carlo), spatial boundary conditions, ingredients and parameterization of force fields. Water models. <b>Förster resonance energy transfer:</b> 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. <b>Binding:</b> 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. <b>NMR:</b> 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.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b>			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			

I1	<b>Frequency:</b> Every winter semester
I2	<b>Lecturer(s):</b> L. Schäfer
I3	<b>Additional Information:</b> Compulsory lecture for 1 <sup>st</sup> -year Ph.D. students in the Graduate School Solvation Science (GSS)

<b>Title of Course:</b>				
<b>Specialized Topics in Chemistry: Density-Functional Theory Calculations for Molecules, Solids and Surfaces</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 2 / 4	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 100 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise (in the form of a 1-week practical compact course)			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> 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.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> 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.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b>			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			

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

<b>Title of Course:</b> <b>Industrial Computational Chemistry I: Fundamentals</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 3, 5	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 100 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> 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 structures of enzyme-substrate complexes or transition metal complexes, the critical evaluation of which is mandatory before they can be used in rational drug and catalysis design.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b>  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 structure prediction: bioinformatics tools necessary for constructing 3D-structure models of relevant but unknown proteins from experimentally known 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.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b>			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			

12	<b>Lecturer(s):</b> R. Franke
13	<b>Additional Information:</b>

<b>Title of Course:</b>				
<b>Industrial Computational Chemistry II: Applications in Process Development</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 4, 6	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 100 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students become acquainted 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.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> - 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 synthesis 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.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b>			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every summer semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> R. Franke			



13	<b>Additional Information:</b>
----	--------------------------------

<b>Title of Course:</b> <b>Electronic and Molecular Structure Theory</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 2,4	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> 2 h 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 10 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire an 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.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> 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.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic molecular quantum mechanics			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Oral exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every summer semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> C Hättig			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> <b>Response Theory</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 120 h	<b>Intended for Semester</b> 3,4	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> 2 h 1 h	<b>Self-study</b> 75 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 10 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire an overview on Response theory and its combination with quantum chemical methods for many-electron wavefunctions for the computation of electronically excited states, one- and two-photon spectroscopies and static and frequency-dependent molecular properties.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Parameterizations for the time-dependent wavefunction, time-dependent perturbation theory, time-dependent variation principle; electronic wavefunctions in electromagnetic fields, linear and non-linear optical properties, time-dependent electronic and molecular structure methods: time-dependent Hartree-Fock (TDHF), time-dependent density functional theory (TDDFT), and coupled cluster response theory.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Knowledge of basic molecular quantum mechanics and second quantization			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Oral exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the oral exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every summer semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> C Hättig			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b>				
<b>Theoretical Chemistry II: Dynamics and Simulation</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> I	<b>Duration</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> Theoretical Chemistry II: Dynamics and Simulation	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 100 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire advanced knowledge on the theory and techniques of statistical mechanics and (bio)molecular dynamics in the realm of (bio)molecular systems such as (bio)molecules, 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 strengths and weaknesses with the focus on (bio)molecular condensed matter systems.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b>  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.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b>			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the exam			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>II</b>	<b>Frequency:</b> Every winter semester			

12	<b>Lecturer(s):</b> D. Marx
13	<b>Additional Information:</b>

<b>Title of Course:</b> <b>Dynamics and Simulation (iMOS)</b>				
<b>Type:</b> Compulsory Course iMOS		<b>Workload</b> 270 h	<b>Intended for Semester</b> I	<b>Duration</b> I Semester
I	<b>Module:</b> Dynamics and Simulation	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h c) 5 h	<b>Self-study</b> 150 h	<b>Credit Points</b> 9 CP
2	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise; c) integrated practical			
3	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
4	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire advanced knowledge on the theory and techniques of statistical mechanics and (bio)molecular dynamics in the realm of (bio)molecular systems such as (bio)molecules, 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 strengths and weaknesses with the focus on (bio)molecular condensed matter systems.			
5	<b>Contents:</b>  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.  Integrated practical work in the computer lab will closely follow the theoretical discussion during the lecture and will supplement the analytical exercises (homework). In particular, structure, dynamics and properties of selected (bio)molecular condensed phase systems at finite temperatures and subject to periodic boundary conditions, such as molecular liquids, solutions, and solvated biomolecules, will be in the focus of the virtual experiments.			
6	<b>Degree Courses:</b> iMOS			
7	<b>Prerequisite(s):</b>			
8	<b>Method(s) of Examination:</b> 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			

9	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the exam
10	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs
11	<b>Frequency:</b> Every winter semester
12	<b>Lecturer(s):</b> D. Marx
13	<b>Additional Information:</b>

<b>Title of Course:</b> <b>Theoretical Spectroscopy</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 2 / 4	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>1</b>	<b>Module:</b> Elective Lecture I-VI	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 100 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire advanced knowledge on the advanced theory of theoretical spectroscopy in the realm of (bio)molecular systems such as (bio)molecules, clusters, liquids, solids and surfaces. The formulae used to extract observables of experimental interest, such as infrared spectra, dynamical and static structure factors, are derived from scratch in full detail such that the students can learn about all underlying approximations and thus limitations with the focus on (bio)molecular condensed matter systems.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b>  <b>Standard molecular spectroscopy (review and introduction):</b> 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. <b>Ingredients from quantum dynamics:</b> 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. <b>Time-dependent perturbation theory:</b> formalism and applications to schematic models, linear TDVP in interaction picture, first- and second-order diagrams, virtual states/transitions, Fermi's Golden Rule. <b>Molecular systems in the radiation field:</b> 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. <b>Neutron scattering and x-ray diffraction:</b> 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.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b>			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the exam			



I0	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs
I1	<b>Frequency:</b> Every summer semester
I2	<b>Lecturer(s):</b> D. Marx
I3	<b>Additional Information:</b>

<b>Title of Course:</b> <b>Theoretical Spectroscopy (iMOS)</b>				
<b>Type:</b> Compulsory Course		<b>Workload</b> 150 h	<b>Intended for Semester</b> 2	<b>Duration</b> 1 Semester
1	<b>Module:</b> Compulsory Lecture iMOS	<b>Hours per Week</b> a) 2 h b) 1 h	<b>Self-study</b> 100 h	<b>Credit Points</b> 5 CP
2	<b>Teaching Methods:</b> a) Lecture; b) Exercise			
3	<b>Group Size:</b> ~ 20 Students			
4	<b>Learning/Course Objectives:</b> Students acquire advanced knowledge on the advanced theory of theoretical spectroscopy in the realm of (bio)molecular systems such as (bio)molecules, clusters, liquids, solids and surfaces. The formulae used to extract observables of experimental interest, such as infrared spectra, dynamical and static structure factors, are derived from scratch in full detail such that the students can learn about all underlying approximations and thus limitations with the focus on (bio)molecular condensed matter systems.			
5	<b>Contents:</b>  <b>Standard molecular spectroscopy (review and introduction):</b> 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. <b>Ingredients from quantum dynamics:</b> 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. <b>Time-dependent perturbation theory:</b> formalism and applications to schematic models, linear TDVP in interaction picture, first- and second-order diagrams, virtual states/transitions, Fermi's Golden Rule. <b>Molecular systems in the radiation field:</b> 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. <b>Neutron scattering and x-ray diffraction:</b> 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	<b>Degree Courses:</b> iMOS			
7	<b>Prerequisite(s):</b>			
8	<b>Method(s) of Examination:</b> 30 - 45 min end-of-term oral exam or 2-hour end-of-term written exam			
9	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Passing the exam			

I0	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs
I1	<b>Frequency:</b> Every summer semester
I2	<b>Lecturer(s):</b> D. Marx
I3	<b>Additional Information:</b>

<b>Title of Course:</b> <b>In-depth Practical: Theoretical Chemistry, Part I, II, III</b>				
<b>Type:</b> Elective Course		<b>Workload</b> 240 h	<b>Intended for Semester</b> I, 2, 3	<b>Duration</b> I Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> In-depth practical	<b>Hours per Week</b> 40 h, if taken as 6-week practical compact course	<b>Self-study</b>	<b>Credit Points</b> 8 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Practical course			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> 1 Student (individual 1:1 assignment to assistant)			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The student will become a co-worker in an ongoing research project in the Center for Theoretical Chemistry (CTC). She/he will be individually assisted by staff members of the CTC; this assignment will be made on an individual basis, taking the interests and skills of the student into account. The student will learn to actively carry out a research project, including generation, documentation and analysis of the data. She/he will learn to independently apply, and possibly further develop, methods of modern theoretical chemistry to address a particular research question, and to present and critically validate the results.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Development and application of modern methods of theoretical and computational chemistry, e.g., classical and ab initio molecular dynamics (MD) techniques, electronic structure methods, and hybrid QM/MM or all-atom/coarse-grained simulations. These methods are developed and used to address open research questions. Possible applications include the description of molecules in the gas or liquid phase, chemical reactions, interfacial systems, excited states, or biomolecular systems, among other topics.			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> Fundamental knowledge in Theoretical Chemistry that is commensurate with the Master level is required in order to successfully participate in these <u>in-depth</u> practicals.			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b> Written report			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Testified written report			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> Weighted according to CPs			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Every semester			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> D. Marx, C. Hättig, L. Schäfer, J. Behler, M. Römelt, together with the other members of the CTC.			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			

<b>Title of Course:</b> Master Thesis				
<b>Type:</b> Master Thesis		<b>Workload</b> 900 h	<b>Intended for Semester</b> 4	<b>Duration</b> 1 Semester
<b>I</b>	<b>Module:</b> -	<b>Hours per Week</b>	<b>Self-study</b>	<b>Credit Points</b> 30 CP
<b>2</b>	<b>Teaching Methods:</b> Coaching			
<b>3</b>	<b>Group Size:</b> 1			
<b>4</b>	<b>Learning/Course Objectives:</b> The Master Thesis is the written presentation of an experimental study on a chemical 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 chemistry.			
<b>5</b>	<b>Contents:</b> Cooperation within a scientific research group Literature survey for a scientific project Introduction to specialized scientific methods Planing, performing, analyzing and evaluating scientific experiments Presentation of scientific results			
<b>6</b>	<b>Degree Courses:</b> Master of Science Chemistry			
<b>7</b>	<b>Prerequisite(s):</b> “Practical Science and Communication“ and Focal-Point Practical			
<b>8</b>	<b>Method(s) of Examination:</b>			
<b>9</b>	<b>Requirements for Acquiring Credit Points:</b> Master Thesis accepted as sufficient or better by two lecturers			
<b>10</b>	<b>Significance for Overall Grade:</b> essential			
<b>11</b>	<b>Frequency:</b> Any time			
<b>12</b>	<b>Lecturer(s):</b> All lecturers affiliated with the study program for M. Sc. Chemistry			
<b>13</b>	<b>Additional Information:</b>			