

# UNIVERSITÄT

zu Köln

**DEPARTMENT für CHEMIE**

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der  
Universität zu Köln



Version: 06.04.2010

## **MODULHANDBUCH**

Für den Bachelor-Studiengang  
(Bachelor of Science, B. Sc.)

**Chemie**

## Inhaltsverzeichnis

Allgemeines		3
Modulübersicht für den Bachelor-Studiengang Chemie		4
Gewichtung der Module für die Bachelor-Gesamtnote		5
Studienplan für den Bachelor-Studiengang Chemie		6
Modul <b>C-AIC</b>	Allgemeine Chemie	8
Modul <b>C-Ph</b>	Physik für Chemiker	11
Modul <b>C-Ma</b>	Mathematik für Chemiker	14
Modul <b>C-PC</b>	Physikalische Chemie	17
Modul <b>C-AC</b>	Anorganische Chemie	21
Modul <b>C-OCI</b>	Organische Chemie I	23
Modul <b>C-OCII</b>	Organische Chemie II	26
Modul <b>C-TC</b>	Theoretische Chemie	31
Modul <b>C-BC</b>	Biochemie	34
Modul <b>C-ASI</b>	Analytik und Spektroskopie I	37
Modul <b>C-ASII</b>	Analytik und Spektroskopie II	39
Modul <b>C-SY</b>	Synthese	41
Modul <b>C-FA</b>	Molekulare Funktion und Anwendung	44
Modul <b>WPI und WP II</b>	Wahlpflichtmodule I und II	
Modul <b>C-WP /a</b>	Fortgeschrittene Anorganische Chemie	47
Modul <b>C-WP /b</b>	Fortgeschrittene Organische Chemie	50
Modul <b>C-WP /c</b>	Fortgeschrittene Physikalische Chemie	53
Modul <b>C-WP /d</b>	Fortgeschrittene Theoretische Chemie	56
Modul <b>C-WP /e</b>	Fortgeschrittene Biochemie	58
Modul <b>C-WP /f</b>	Makromolekulare Chemie	60
Modul <b>C-WP /g</b>	Technische Chemie	63
Modul <b>C-WP /h</b>	Nuklearchemie	66
Modul <b>C-BA</b>	Bachelorarbeit und Bachelorkolloquium	69
Modul <b>C-Tox</b>	Toxikologie und Rechtskunde	70
Modul <b>C-SI</b>	Studium Integrale	71

## Allgemeines

In der tabellarischen Modulübersicht auf den folgenden Seiten sind die Module nach dem ersten Auftreten im Bachelorstudiengang geordnet unter Angabe des Umfangs in Semesterwochenstunden (SWS) für Vorlesungen und Seminare bzw. Wochen für Praktika und der zu erwerbenden Leistungspunkte (credits), der zeitlichen Einordnung in den Studienplan sowie der formalen Zugangsvoraussetzungen für das jeweilige Modul und der Prüfungsleistungen aufgelistet.

Die Modulübersicht (S. 4) gibt die Titel der Module sowie die damit verbundenen Leistungspunkte (credits) wieder. Der Tabelle auf S. 5 können die **Gewichtungsfaktoren** für die einzelnen Module entnommen werden. Grundsätzlich werden alle Module benotet.

Der Studienplan für den Bachelorstudiengang (S. 6-7) gibt für den Studienbeginn im Wintersemester die vorgesehene bzw. empfohlene Abfolge von Lehrveranstaltungen sowie die Prüfungen an.

Die Berechnung der Arbeitsbelastungen (**workloads**) beruhen auf Präsenzzeiten (60 Minuten/SWS über 15 Wochen je Semester), Vor- und Nachbereitungszeiten sowie Prüfungsvorbereitungen.

- Vorlesungen werden üblicherweise mit einem Faktor von 1,5 belegt (d.h. für eine SWS Vorlesung werden 15 Std. Präsenzzeit, 15 Std. Vor- und Nachbereitungszeit sowie 15 Std. Prüfungsvorbereitung angesetzt);
- Seminare werden üblicherweise mit einem Faktor von 1,0 belegt (d.h. für eine SWS Seminar werden 15 Std. Präsenzzeit und 15 Std. Vor- und Nachbereitungszeit angesetzt);
- Praktika werden üblicherweise mit Faktoren von 0,7 bis 0,8 belegt (d.h. pro Woche Praktikum werden 22-24 Stunden Präsenzzeit angesetzt).

**Prüfungen** können durchgeführt werden als:

- a) Klausuren als Modulabschlussprüfungen oder Modulteilprüfungen,
- b) Mündliche Modulabschlussprüfungen oder Modulteilprüfungen,
- c) Seminarvorträge, oder
- d) Schriftliche Hausarbeiten.

**Modulübersicht B.Sc.-Studiengang Chemie**  
 (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät-Chemie-Modul)

<b>MN-C-AIC</b>	<b>Allgemeine Chemie</b>	<b>14 LP</b>
<b>MN-C-Ph</b>	<b>Physik</b>	<b>8 LP</b>
<b>MN-C-Ma</b>	<b>Mathematik</b>	<b>8 LP</b>
<b>MN-C-PC</b>	<b>Physikalische Chemie</b>	<b>14 LP</b>
<b>MN-C-AC</b>	<b>Anorganische Chemie</b>	<b>13 LP</b>
<b>MN-C-OCI</b>	<b>Organische Chemie I</b>	<b>5 LP</b>
<b>MN-C-OCII</b>	<b>Organische Chemie II</b>	<b>12 LP</b>
<b>MN-C-TC</b>	<b>Theoretische Chemie</b>	<b>8 LP</b>
<b>MN-C-BC</b>	<b>Biochemie für Chemiker</b>	<b>10 LP</b>
<b>MN-C-ASI</b>	<b>Analytik und Spektroskopie I</b>	<b>6 LP</b>
<b>MN-C-ASII</b>	<b>Analytik und Spektroskopie II</b>	<b>6 LP</b>
<b>MN-C-SY</b>	<b>Synthese</b>	<b>13 LP</b>
<b>MN-C-FA</b>	<b>Molekulare Funktion und Anwendung</b>	<b>12 LP</b>
<b>MN-C-WPI</b>	<b>Wahlpflichtmodul I<sup>1</sup></b>	<b>11 LP</b>
<b>MN-C-WPI</b>	<b>Wahlpflichtmodul II<sup>1</sup></b>	<b>11 LP</b>
<b>/ a</b>	<b>Anorganische Chemie</b>	
<b>/ b</b>	<b>Organische Chemie</b>	
<b>/ c</b>	<b>Physikalische Chemie</b>	
<b>/ d</b>	<b>Theoretische Chemie</b>	
<b>/ e</b>	<b>Biochemie</b>	
<b>/ f</b>	<b>Makromolekulare Chemie</b>	
<b>/ g</b>	<b>Technische Chemie</b>	
<b>/ h</b>	<b>Nuklearchemie</b>	
<b>MN-B-Ba</b>	<b>Bachelorarbeit und Bachelorkolloquium</b>	<b>14 LP</b>
<b>MN-C-Tox</b>	<b>Toxikologie und Rechtskunde</b>	<b>3 LP</b>
<b>MN-C-SI</b>	<b>Studium Integrale</b>	<b>12 LP</b>

---

**180cp**

<sup>1</sup> Nach Maßgabe des Lehrangebots können weitere WP-Module angeboten bzw. hier aufgeführte nicht mehr angeboten werden.

## Gewichtung der Module für die Bachelor-Gesamtnote:<sup>2</sup>

Nr.	Modulbezeichnung	Credit points	Gewichtung
1	<b>MN-C-AIC:</b> Allgemeine Chemie	<b>14</b>	<b>14 / 180</b>
2	<b>MN-C-Ph:</b> Physik für Chemiker	<b>8</b>	<b>2 / 180</b>
3	<b>MN-C-Ma:</b> Mathematik für Chemiker	<b>8</b>	<b>2 / 180</b>
4	<b>MN-C-PC:</b> Physikalische Chemie	<b>14</b>	<b>14 / 180</b>
5	<b>MN-C-AC:</b> Anorganische Chemie	<b>13</b>	<b>13 / 180</b>
6a	<b>MN-C-OCI:</b> Organische Chemie I	<b>5</b>	<b>5 / 180</b>
6b	<b>MN-C-OCII:</b> Organische Chemie II	<b>12</b>	<b>12 / 180</b>
7	<b>MN-C-TC:</b> Theoretische Chemie	<b>8</b>	<b>8 / 180</b>
8	<b>MN-C-BC:</b> Biochemie	<b>10</b>	<b>10 / 180</b>
9a	<b>MN-C-ASI:</b> Analytik und Spektroskopie I	<b>6</b>	<b>7 / 180</b>
9b	<b>MN-C-ASII:</b> Analytik und Spektroskopie II	<b>6</b>	<b>7 / 180</b>
10	<b>MN-C-SY:</b> Synthese	<b>13</b>	<b>15 / 180</b>
11	<b>MN-C-FA:</b> Molekulare Funktion und Anwendung	<b>12</b>	<b>14 / 180</b>
12	<b>MN-C-WPI:</b> Wahlpflichtmodul I	<b>11</b>	<b>14 / 180</b>
13	<b>MN-C-WPII:</b> Wahlpflichtmodul II	<b>11</b>	<b>14 / 180</b>
14	<b>MN-C-Ba:</b> Bachelorarbeit und Bachelorkolloquium	<b>14</b>	<b>22 / 180</b>
15	<b>MN-C-Tox:</b> Toxikologie und Rechtskunde	<b>3</b>	<b>3 / 180</b>
16	<b>MN-C-SI:</b> Studium Integrale	<b>12</b>	<b>4 / 180</b>
	Bachelor of Science in Chemistry	<b>180</b>	<b>180 / 180</b>

<sup>2</sup> Die Gesamtnote ergibt sich aus der Summe aller Modulnoten jeweils multipliziert mit dem Gewichtungsfaktor.

## Empfohlener Studienverlaufsplan für den BSc-Studiengang Chemie

Semester	Modulbezeichnung	Modul	Vorlesung (SWS)	Übung/ Seminar (SWS)	Praktikum (Wochen)	LP	Faktor (LP/SWS)	Prüfungsleistung <sup>3</sup>
1	Allgemeine Chemie	1 / AIC	4			6	1,5	KL
	Allgemeine Chemie	1 / AIC		1		1	1,0	
	Praktikum Modul 1	1 / AIC			9 <sup>[a]</sup>	7	0,7	KL/KO
	Physik für Chemiker	2 / Ph	3			4	1,3	
	Physik für Chemiker	2 / Ph		1		1	1,0	
	Mathematik	3 / Ma	2			3	1,5	
	Mathematik	3 / Ma		1		1	1,0	
	Toxikologie und Rechtskunde	15 / Tox	2	1		3	1,0	KL
<b>Σ</b>			<b>11</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>26</b>		<b>3</b>
2	Praktikum Modul 2	2 / Ph			4	3	0,8	KO
	Mathematik	3 / Ma	2			3	1,5	KL
	Mathematik	3 / Ma		1		1	1,0	
	Physikalische Chemie	4 / PC	3			4	1,3	TKL
	Physikalische Chemie	4 / PC		1		1	1,0	
	Anorganische Chemie	5 / AC	3			4	1,3	KL
	Praktikum Modul 5	5 / AC			12 <sup>[a]</sup>	9	0,8	
	Organische Chemie I	6a / OCI	3			4	1,3	KL
	Organische Chemie I	6a / OCI		1		1	1,0	
<b>Σ</b>			<b>11</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>30</b>		<b>4(1)</b>
3	Organische Chemie II	6b / OCII	3			4	1,3	KL
	Praktikum Modul 6b	6b / OCII		1	9	8	0,7	KO
	Physikalische Chemie	4 / PC	3			4	1,3	TKL
	Physikalische Chemie	4 / PC		1		1	1,0	
	Praktikum Modul 4	4 / PC			5 <sup>[a]</sup>	4	0,8	KO
	Theoretische Chemie	7 / TC	2			3	1,5	TKL
	Theoretische Chemie	7 / TC		1		1	1,0	
	Biochemie f. Chemiker	8 / BC		2		2	1,0	
<b>Σ</b>			<b>11</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>27</b>		<b>3(2)</b>
4	Theoretische Chemie	7 / TC	2			3	1,5	TKL
	Theoretische Chemie	7 / TC		1		1	1,0	
	Biochemie f. Chemiker	8 / BC	3			4	1,3	KL
	Praktikum Modul 8	8 / BC			2	4	2,0	
	Analytik und Spektroskopie I	9a / ASI	3			3	1,0	KL
	Analytik und Spektroskopie I	9a / ASI		3		3	1,0	

<sup>3</sup> KL = Klausur, TKL = Teilklausur, KO = Kolloquium, KL/KO = wahlweise KL oder KO, VT = Vortrag

Semester	Modulbezeichnung	Modul	Vorlesung (SWS)	Übung/ Seminar (SWS)	Praktikum (Wochen)	LP	Faktor (LP/SWS)	Prüfungsleistung <sup>3</sup>
	Synthese	10 / SY	3			4	1,3	KL
	Synthese	10 / SY		2		2	1,0	
	Praktikum Modul 10	10 / SY			7	7	1,0	KO
$\Sigma$			10	6	10	31		4(1)
5	Analytik und Spektroskopie II	9b / ASII	3			3	1,0	KL
	Analytik und Spektroskopie II	9b / ASII		3		3	1,0	
	Molekulare Funktion und Anwendung	11 / FA	3			4	1,3	KL
	Molekulare Funktion und Anwendung	11 / FA		2		2	1,0	
	Praktikum Modul 11	11 / FA			6	6	1,0	KO
	Wahlpflichtfach I	12 / WPI	2-4	0-2		6		
	Praktikum zum Wahlpflichtfach I	12 / WPI			5-6	5		KL/KO
$\Sigma$			8-10	5-7	11-12	29		4
6	Wahlpflichtfach II	13 / WPII	2-4	0-2		6		
	Praktikum zum Wahlpflichtfach II	13 / WPII			5-6	5		KL/KO
	Bachelorarbeit	14 / Ba			12	12		B.Sc.-Arbeit
	Bachelor-Kolloquium	14 / Ba				2		KO
$\Sigma$			2-4	0-2	17-18	25		3
1-6	<b>STUDIUM INTEGRALE</b>	16 / SI				12		
1-6						180		21(4)

[a] Praktika werden mit einem integrierten Seminar durchgeführt

### Studienverlaufsplan für den BSc-Studiengang Chemie: Semester- und Prüfungsbelastung

Semester	Modul	Vorlesung (SWS)	Übung/Seminar (SWS)	Praktikum (Wochen)	LP	Prüfungen (Teilprüfungen)
1		9	3	9	26	3
2		11	3	16	30	4(1)
3		11	3	14	27	3(2)
4		10	6	10	31	4(1)
5		8-10	5-7	11-12	29	4
6		2-4	0-2	17-18	25	3
1-6	Studium Integrale				12	
1-6					180	21(4)

<b>Modul 1</b>	<b>MN-C-AIC</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Allgemeine Chemie</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung, Übung, Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Aufbaus der Materie und die Grundgesetze der Chemie. Sie können aufgrund der Stellung von Elementen im PSE ihre wichtigsten charakteristischen Eigenschaften diskutieren. Sie kennen einfache Modelle der chemischen Bindung und den Einfluss der verschiedenen Bindungsarten auf die Struktur von chemischen Elementen und deren Verbindungen. Anhand beispielhafter Redox- und Säure-Base-Reaktionen verstehen sie die grundlegenden Prinzipien chemischer Reaktionen. Diese können sie im Labor in quantitativen Analysenverfahren anwenden und beherrschen die dafür notwendigen experimentellen Techniken. Sie haben vertiefte Kenntnisse im Bereich der Chemie der Nichtmetallelemente.
Modulinhalte	Grundlagen der allgemeinen und analytischen Chemie; Chemie der Nichtmetalle
Soft Skills	Arbeitsplanung, selbständiges Arbeiten, Sicherheitskompetenzen und Entsorgung
Teilnahme- voraussetzungen	Zulassung zum Studiengang Bachelor of Science in Chemistry
Prüfungs- voraussetzungen	Zur Prüfung 1: keine Zur Prüfung 2: Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum
Prüfungen	Prüfung 1: Klausur zur Vorlesung A Prüfung 2: Klausur oder Kolloquium zur Vorlesung B und zum Praktikum
Anmeldung zu den Prüfungen	Zur Prüfung 1 und 2: siehe §7 Abs. 2 Prüfungsordnung
Präsenzzeiten	Vorlesung A (2 SWS), Vorlesung B (2 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (9 Wochen)
Leistungspunkte	<b>14</b>
Modulnote	Zu gleichen Teilen aus den Noten der beiden Prüfungen
Semester	1. Semester
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. U. Ruschewitz
Literatur	Mortimer/Müller: Chemie (Thieme) Riedel: Anorganische Chemie (deGruyter) Housecroft/Sharpe: Anorganische Chemie (Pearson) Christen/Meyer: Allgemeine und Anorganische Chemie (vergriffen/Bibliothek)
Verwendbarkeit i. a. Studiengängen	BSc Physik, BSc Biologie, BSc Geowissenschaften, Lehramt GG und GHR
Zuständig	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. S. Mathur

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung A „Einführung in die Allgemeine Chemie“</b>
Fachsemester	1. Semester (bis Weihnachten)
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>3</b>



Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung B, Übungen, Praktikum
Prüfungen	Prüfung 1: Klausur zur Vorlesung A
Lernziele	Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, chemische Fragestellungen durch ihre Kenntnisse vom Aufbau der Materie, von den Grundgesetzen der Chemie und von den chemischen und physikalischen Eigenschaften von Stoffen lösen zu können.
Lehrgegenstände	Grundlagen der allgemeinen Chemie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atombau</li> <li>- Periodensystem der Elemente (PSE)</li> <li>- Grundgesetze der Chemie</li> <li>- Chemische Bindung</li> <li>- Reaktionen in wässriger Lösung, Reaktionstypen</li> <li>- Grundlagen der Thermodynamik und der Kinetik</li> <li>- Nomenklatur chemischer Verbindungen</li> <li>- Molekül- und Kristallstruktur-Modelle</li> <li>- Grundlagen der analytischen Chemie</li> </ul>
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. U. Ruschewitz
Zuständig	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. S. Mathur

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Vorlesung B „Einführung in die Anorganische Chemie“</b>
Fachsemester	1. Semester (ab Weihnachten)
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>3</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung A, Übungen, Praktikum
Prüfungen	Prüfung 2: Klausur oder Kolloquium zur Vorlesung B und zum Praktikum
Lernziele	Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, chemische Fragestellungen durch ihre Kenntnisse vom Aufbau des Periodensystems und von den periodischen Eigenschaften der chemischen Elemente lösen zu können. Aufgrund der Stellung von Elementen im Periodensystem können sie grundlegende Eigenschaften dieser Elemente ableiten.
Lehrgegenstände	Chemie der Nichtmetalle: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeines, Eigenschaften und Vorkommen der Elemente</li> <li>- Darstellung/Gewinnung</li> <li>- An-/Verwendung, wichtige industrielle Verfahren</li> <li>- Reaktionen und Verbindungen</li> <li>- VSEPR-Modell</li> <li>- Grundlegende Kristallstrukturen</li> </ul>
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. U. Ruschewitz
Zuständig	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. S. Mathur

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Übung zu den Vorlesung A und B</b>
Fachsemester	1. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>

Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung A, Vorlesung B, Praktikum
Prüfungen	Keine
Lernziele	Durch Vertiefung und Anwendung der in den Vorlesungen „Einführung in die Allgemeine Chemie“ und „Einführung in die Anorganische Chemie“ besprochenen Lehrinhalte sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, chemische Fragestellungen der allgemeinen, anorganischen und analytischen Chemie selbständig zu bearbeiten.
Lehrgegenstände	s. Lehreinheit 1 und 2
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dr. I. Pantenburg mit Assistenten
Zuständig	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. S. Mathur

<b>Lehreinheit 4</b>	<b>Chemisches Grundpraktikum</b>
Fachsemester	1. Semester
Umfang	9 Wochen (inkl. begleitender Seminare)
Leistungspunkte	7
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung A, Vorlesung B, Übungen
Prüfungen	Prüfung 2: Klausur oder Kolloquium zur Vorlesung B und zum Praktikum
Lernziele	Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, grundlegende experimentelle Techniken sowie quantitative Analyseverfahren anwenden zu können und chemische Fragestellungen durch ihre Kenntnisse von der Stoffchemie der Nichtmetalle lösen zu können.
Lehrgegenstände	Sicherheitsbelehrung; Einführung in Arbeitstechniken; Experimente zu Reaktionstypen: Chemisches Gleichgewicht, Säure-Base-Reaktionen, Redoxreaktionen, Komplexbildungsreaktionen, Fällungen und Kristallisationen; Versuche zu stofflichen Eigenschaften ausgewählter Elemente und Verbindungen. Quantitative Analysen zu den Themen Säure-Base-Reaktionen, Gravimetrie, Redoxreaktionen, Komplexometrie, Ionenaustauscher, Photometrie, Potentiometrie. Es finden begleitende Seminare statt.
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Anorganischen Chemie und Assistenten
Zuständig	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. S. Mathur

<b>Modul 2</b>	<b>MN-C-Ph</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Physik</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung (3 SWS) mit Übungen, Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte der klassischen Physik aus <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Newtonschen Mechanik</li> <li>• der Wärmelehre</li> <li>• der Elektrodynamik</li> <li>• der Optik</li> </ul> und können diese mit einfachen mathematischen Methoden beschreiben.
Modulinhalte	Der Modulinhalt wird in drei unterschiedlichen Lehrformen vermittelt: Die Vorlesung vermittelt die Basis und stellt die grundlegenden Konzepte vor, in den Übungen werden einfache Aufgabenstellungen behandelt und im Praktikum werden Experimente nach Vorbesprechung der theoretischen Hintergründe selbständig durchgeführt und die Messergebnisse incl. Betrachtung der Messfehler ausgewertet.
Soft Skills	Abstraktionsfähigkeit, Arbeitsplanung, Kommunikationsfähigkeiten, Teamfähigkeit, Organisationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit, Datenanalyse, Dokumentation
Teilnahme- voraussetzungen	Keine
Prüfungs- voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss des Praktikums (Lehreinheit 3)
Prüfungen	Die Modulprüfung erfolgt mündlich nach Abschluss des Praktikums (Kolloquium).
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zur Prüfung erfolgt beim Prüfungsausschuss nach erfolgreicher Teilnahme am Praktikum.
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (12 Versuche)
Leistungspunkte	<b>8</b>
Modulnote	Kolloquium
Semester	1. und 2. Semester
Häufigkeit	Jedes Winter (Vorlesung/Übungen/1. Praktikumsteil)- und Sommer (2. Praktikumsteil)-semester
Dozenten	Dozenten der Physik
Literatur	Orear: Physik. Carl Hanser Verlag, Halliday, Resnick, Walker: Physik. Wiley-VCH, Bergman-Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Teil I, Bergman-Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Teil II, Tipler: Physik, Spektrum Akademischer Verlag
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	andere B.Sc. - Studiengänge: B.Sc in Biologie, B.Sc in Geologie
Zuständig	Prof. Dr. Braden, Prof. Dr. Schlemmer

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Physik für Naturwissenschaftler“</b>
Fachsemester	1. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>

Begleitende Lehreinheiten	Übungen, Praktikum
Prüfungen	keine
Lernziele	Verständnis physikalischer Phänomene und Gesetze
Lehrgegenstände	Grundzüge der klassischen Physik: Mechanik, Wärmelehre, Elektrizität, Magnetismus und Optik; kurzer Einblick in Atom- und Kernphysik. Definition der Grundgrößen in der Mechanik, Erhaltungssätze, Statik und Dynamik von festen Körpern, Statik und Dynamik von Flüssigkeiten und Gasen, Grenzflächen, Schwingungen. Thermodynamische Größen, Hauptsätze der Thermodynamik, thermodynamische Materialeigenschaften. Grundbegriffe der Elektrizität und des Magnetismus, elektromagnetische Grundgesetze, elektrische Schaltungen, Formen und Speicherung elektrischer Energie; magnetische Phänomene und Ordnung; elektromagnetische Wellen. Wellen- und Teilchencharakter des Lichtes, Beugung und Reflektion, Interferenzeffekte, Strahlenoptik, optische Instrumente, polarisiertes Licht. Während der Vorlesung werden ausgewählte Experimente vorgeführt.
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Physik
Zuständig	Prof. Dr. Braden, Prof. Dr. Schlemmer

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Übungen zur Vorlesung „Physik für Naturwissenschaftler“</b>
Fachsemester	1. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung, Praktikum
Prüfungen	keine
Lernziele	Umgang mit physikalischen Phänomenen und Gesetzen
Lehrgegenstände	Vertiefung des Stoffes der Vorlesung anhand von für Naturwissenschaftler relevanten Beispielen
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Physik
Zuständig	Prof. Dr. Braden, Prof. Dr. Schlemmer

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Praktikum „Physikalisches Praktikum für Chemiker“</b>
Fachsemester	1. und 2. Semester
Umfang	12 Versuche
Leistungspunkte	<b>3</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung und Übungen
Prüfungen	Das Praktikum ist erfolgreich abgeschlossen, wenn alle Versuche erfolgreich absolviert wurden. Danach kann die Anmeldung zur mündlichen Modulabschlussprüfung erfolgen.
Lernziele	Erlernen des physikalischen Experimentierens und der Analyse von Versuchsreihen.
Lehrgegenstände	Kennenlernen und Üben physikalischen Experimentierens anhand einfacher Versuche aus Gebieten der klassischen Mechanik, der

	Wärmelehre, der Elektrizität, des Magnetismus und der Optik: Quantitatives Messen, Messgeräte, Auswertung von Messreihen, Abschätzung der Messunsicherheiten, Protokollführung, Versuchsbericht. 12 Versuche insgesamt, pro Teilbereich 3 Versuche.
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Physik
Zuständig	Dr. Straubmeier, Dr. Kierspel

<b>Modul 3</b>	<b>MN-C-MA</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Mathematik für Chemiker</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesungen und Übungen
Modulziele	Die Studierenden sollen die Fähigkeit besitzen, mathematische Methoden aus <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Vektorrechnung,</li> <li>• der Matrizenrechnung,</li> <li>• der Differential- und Integralrechnung in einer und mehrerer Veränderlichen,</li> <li>• dem Gebiet der Differentialgleichungen anzuwenden,</li> </ul> um hiermit naturwissenschaftliche Prozesse zu beschreiben.
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Rechenoperationen</li> <li>• Grundzüge der linearen Algebra</li> <li>• Funktionen einer und mehrerer Variablen und deren grundlegende Eigenschaften</li> <li>• Differentiation und Integration</li> <li>• Differentialgleichungen und deren Einsatz zur Modellierung</li> <li>• Fehlerrechnung</li> <li>• Analytische Geometrie</li> <li>• Differentialgleichungssysteme</li> </ul>
Teilnahmevoraussetzungen	Keine
Prüfungsvoraussetzungen	Stoff der beiden Vorlesungen „Mathematik für Studierende der Biologie und der Chemie I“ und „Mathematik für Chemiker II“ mit Übungen. Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zu Teil II.
Prüfungen	Abschlussklausur über das gesamte Modul nach der Vorlesung „Mathematik für Chemiker II“
Präsenzzeiten	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Leistungspunkte	<b>8</b>
Modulnote	Note der Klausur
Semester	1. und 2. Semester
Häufigkeit	Jedes Winter- bzw. Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Mathematik
Zuständig	Der Geschäftsführende Direktor des Mathematischen Instituts

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Mathematik für Studierende der Biologie und der Chemie I“</b>
Fachsemester	1. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>3</b>
Begleitende Lehreinheiten	Übungen zur Vorlesung
Prüfungen	Erst am Ende von Teil II
Lernziele	Die Studierenden sollen die Fähigkeit besitzen, mathematische Methoden aus <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Vektorrechnung,</li> <li>• der Matrizenrechnung,</li> <li>• der Differential- und Integralrechnung in einer Veränderlichen,</li> <li>• dem Gebiet der Differentialgleichungen</li> </ul> anzuwenden, um hiermit naturwissenschaftliche Prozesse zu beschreiben.
Lehrgegenstände	Grundlegende Prinzipien und Methoden der Mathematik zur Anwendung auf naturwissenschaftliche Fragestellungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Rechenoperationen</li> <li>• Grundzüge der linearen Algebra</li> <li>• Funktionen einer Variablen und deren grundlegende Eigenschaften</li> <li>• Eindimensionale Differentiation und Integration</li> <li>• Differentialgleichungen und deren Einsatz zur Modellierung</li> </ul>
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Mathematik
Zuständig	Der Geschäftsführende Direktor des Mathematischen Instituts

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Übungen zur Vorlesung „Mathematik für Studierende der Biologie und der Chemie I“</b>
Fachsemester	1. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung „Mathematik für Studierende der Biologie und der Chemie I“
Prüfungen	Erst am Ende von Teil II
Lernziele	Der Studierende soll die Fähigkeit besitzen, mathematische Methoden auf konkrete naturwissenschaftliche Aufgaben anzuwenden.
Lehrgegenstände	Lehreinheit 1
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Mathematik
Zuständig	Der Geschäftsführende Direktor des Mathematischen Instituts

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Vorlesung „Mathematik für Chemiker II“</b>
Fachsemester	2. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>3</b>
Begleitende Lehreinheiten	Übungen
Prüfungen	Gemeinsame Klausur zum Abschluss von Vorlesungen und Übungen Teil I und II
Lernziele	Die Studierenden sollen die in Teil I erworbenen Fähigkeiten vertiefen und zusätzlich Einblick in die analytische Geometrie sowie in die Differentiation und Integration von Funktionen mehrerer Veränderlicher erhalten.
Lehrgegenstände	Grundlegende Prinzipien und Methoden der Mathematik zur Anwendung auf chemische Fragestellungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlerrechnung</li> <li>• Analytische Geometrie</li> <li>• Funktionen mehrerer Variabler</li> <li>• Mehrdimensionale Differentiation und Integration</li> <li>• Differentialgleichungssysteme</li> </ul>
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Mathematik
Zuständig	Der Geschäftsführende Direktor des Mathematischen Instituts

<b>Lehreinheit 4</b>	<b>Übungen zur Vorlesung „Mathematik für Chemiker II“</b>
Fachsemester	2. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung „Mathematik für Chemiker II“
Prüfungen	Gemeinsame Klausur zum Abschluss von Vorlesungen und Übungen Teil I und II
Lernziele	Der Studierende soll die Fähigkeit besitzen, mathematische Methoden auf konkrete Aufgaben anzuwenden.
Lehrgegenstände	Lehreinheit 3
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Mathematik
Zuständig	Der Geschäftsführende Direktor des Mathematischen Instituts



<b>Modul 4</b>	<b>MN-C-PC</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Physikalische Chemie</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesungen, Übungen, Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen die Grundlagen der Aggregatzustände, Thermodynamik, Grenzflächenphänomene, Reaktionskinetik und Elektrochemie aus der Sicht der Physikalischen Chemie. Sie beherrschen die Arbeitsmethoden der Physikalischen Chemie, die sie befähigen mathematische Formulierung physikalisch-chemischer Sachverhalte zu entwickeln, z. B. von Phasengleichgewichten, thermodynamischen und kinetischen Änderungen des Systems. Die Studierenden beherrschen die grundlegenden experimentellen Techniken zur Messung physikalisch-chemischer Vorgänge und Größen.
Modulinhalte	Vorlesung: Aggregatzustände, Grundlagen der Thermodynamik, Grenzflächenphänomene, Reaktionskinetik und Elektrochemie. Übungen: Lösen von Aufgaben aus der Physikalischen Chemie zur Erläuterung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes. Praktikum: Praktisches Durchführen und Auswerten von Experimenten aus der Physikalischen Chemie zur Veranschaulichung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes. Experimente zu Thermodynamik, Elektrochemie, Grenzflächenphänomenen, Kinetik und Transportphänomenen.
Soft Skills	Arbeitsplanung, Präsentationstechniken, Kommunikationsfähigkeiten, Teamfähigkeit, Datenmanagement, Wissenstransfer und –management, Selbständiges Arbeiten, Medienkompetenz (e-Medien, Papier) Organisationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit, Informationsgewinnung Informationsanalyse, Informationsbewertung, Dokumentation
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-AIC
Prüfungs- Voraussetzungen	Zur Prüfung 1 (Teilklausur zur Vorlesung PC I): keine Zur Prüfung 2 (Teilklausur zur Vorlesung PC II): keine Zur Prüfung 3 (Kolloquium): Erfolgreiches Absolvieren des Praktikums
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zum Kolloquium erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme am Praktikum beim Praktikumsleiter.
Prüfungen	Prüfung 1: Teilklausur zur Vorlesung PC I; Prüfung 2: Teilklausur zur Vorlesung PC II; Prüfung 3: Kolloquium zum Praktikum
Präsenzzeiten	Vorlesung (6 SWS); Übung (1 SWS); Praktikum (5 Wochen)
Leistungspunkte	<b>14</b>
Modulnote	Zu gleichen Teilen aus der gemittelten Note der beiden Teilklausuren und der Note des Kolloquiums
Semester	2. und 3. Semester
Häufigkeit	PC I: jedes Sommersemester; PC II: jedes Wintersemester; Praktikum: jedes Semester
Dozenten	Dozenten der Physikalische Chemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a.	

Studiengängen	
Zuständig	Dozenten der Physikalische Chemie

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Physikalische Chemie I“</b>
Fachsemester	2. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Übungen
Prüfungen	Teilklausur am Ende der Vorlesung
Lernziele	Die Studierenden hören und verstehen die Grundlagen der Physikalischen Chemie. Sie verfolgen die mathematische Beschreibung der Aggregatzustände, Thermodynamik und Grenzflächenphänomene. Die Studierenden erlernen die Methoden der Physikalischen Chemie zur mathematischen Beschreibung von Phasen- und Reaktionsgleichgewichten, Zustandsänderungen und Grenzflächenphänomenen. Die Studierenden stellen den Bezug zu alltagsrelevanten und technologisch wichtigen Problemen her.
Lehrgegenstände	Aggregatzustände: Ideale und reale Gase, kinetische Gastheorie, Diffusion und Viskosität, Flüssigkeiten und Festkörper; Grundlagen der Thermodynamik: Hauptsätze, Zustandsänderungen, Energetik chemischer Reaktionen, Mischungen, chemische Gleichgewichte, Phasendiagramme; Grenzflächenphänomene: Adsorptionsgleichgewichte, Oberflächenspannung.
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Physikalischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Physikalischen Chemie

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Übung zur Vorlesung „Physikalische Chemie I“</b>
Fachsemester	2. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung Physikalische Chemie I
Prüfungen	Keine
Lernziele	Erkennen von Lösungsstrategien bei einfachen Aufgaben aus der Physikalischen Chemie
Lehrgegenstände	Ausgewählte Übungsaufgaben zum Inhalt der Vorlesung PC I
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Physikalischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Physikalischen Chemie

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Vorlesung „Physikalische Chemie II“</b>
Fachsemester	3. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>

Begleitende Lehreinheiten	Übungen
Prüfungen	Teilklausur am Ende der Vorlesung
Lernziele	Die Studierenden hören und verstehen die Grundlagen der Kinetik und Elektrochemie in Physikalischen Chemie. Sie verfolgen die mathematische Beschreibung der Kinetik chemischer Reaktionen und elektrochemischer Prozesse und erfassen die wichtigsten Theorien zur Beschreibung von Elementarreaktionen und zum Verhalten von Ionen in Lösung. Die Studierenden erlernen die Methoden der Physikalischen Chemie zur mathematischen Beschreibung der Kinetik chemischer Reaktionen und elektrochemischer Prozesse. Die Studierenden stellen den Bezug zu alltagsrelevanten und technologisch wichtigen Problemen her.
Lehrgegenstände	Reaktionskinetik: Einfache Geschwindigkeitsgesetze, komplexe Reaktionen, Theorien der Elementarreaktionen; Elektrochemie: Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen, Ionentransport in Lösung, Überföhrungszahlen, Debye-Hückel-Theorie, elektrochemische Thermodynamik, Elektrolyse, Galvanolyse, dynamische Elektrochemie (Polarographie und Cyclovoltammetrie).
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Physikalischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Physikalischen Chemie

<b>Lehreinheit 4</b>	<b>Übung zur Vorlesung „Physikalische Chemie II“</b>
Fachsemester	3. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung Physikalische Chemie II
Prüfungen	Keine
Lernziele	Erkennen von Lösungsstrategien bei einfachen Aufgaben aus der Physikalischen Chemie
Lehrgegenstände	Ausgewählte Übungsaufgaben zum Inhalt der Vorlesung PC II
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Physikalischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Physikalischen Chemie

<b>Lehreinheit 5</b>	<b>Grundpraktikum Physikalische Chemie</b>
Fachsemester	3. Semester
Umfang	5 Wochen (inkl. begleitendes Seminar)
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesungen Physikalische Chemie I und II mit Übungen
Prüfungen	Kolloquium nach erfolgreichem Absolvieren der Experimente
Lernziele	Die Studierenden erlernen die wichtigsten experimentellen Techniken zur Messung physikalisch-chemischer Größen und Vorgänge. Die Studierenden entwickeln die Fähigkeiten zur Auswertung von Experimenten und der Darstellung der Messergebnisse. Die Studierenden erlernen das Präsentieren von physikalisch-chemischen Sachverhalten und

	Vorgängen
Lehrgegenstände	<p>Thermodynamik:  Verdampfungsgleichgewicht, Entmischung in binären flüssigen Systemen, Siedediagramm, Siedetemperaturerhöhung (Molmassenbestimmung), Neutralisationsenthalpie / Lösungs- und Verdünnungsenthalpie, partielles Molvolumen, Rektifikation, Schmelzdiagramm, Verbrennungswärme, Wasserdampfdestillation (Molmassenbestimmung), Aktivitätskoeffizient, adiabatische Expansion eines idealen Gases.</p> <p>Elektrochemie und Grenzflächenphänomene:  Elektromotorische Kraft galvanischer Zellen, Grenzflächenspannung, Adsorption, potentiometrische Titration, Dissoziationskonstante schwacher Säuren, Diffusionsspannung.</p> <p>Kinetik und Transportphänomene:  Reaktionskinetik, Elektrische Leitfähigkeit einer Elektrolytlösung, Inversion von Saccharose (Aktivierungsenergie), Viskosität eines Gases, Esterhydrolyse, Elektrische Überführung, Ladungstransport über Wasserstoffbrückenbindungen.</p> <p>Es finden begleitende Seminare statt.</p>
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Dozenten der Physikalischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Physikalischen Chemie

<b>Modul 5</b>	<b>MN-C-AC</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Anorganische Chemie</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung und Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden haben einen Überblick über die Chemie der Metalle und ihrer Verbindungen. Ihre Darstellung, Verwendung und Festkörper- bzw. Molekül-Strukturen sind ihnen bekannt. Die Studierenden kennen die wichtigsten Theorien zum Verständnis von Metallkomplexen (Ligandenfeld-Theorie, MO-Theorie) und verstehen auf deren Grundlage physikalisch-chemische Phänomene wie Farbe und Magnetismus. Auf der Basis elementspezifischer Reaktionen können sie Elemente voneinander trennen und gezielt qualitativ nachweisen.
Modulinhalte	Chemie der Metalle; Grundlagen der Festkörperchemie; Komplexchemie; qualitative Analyse von Kationen und Anionen; Trennungsgänge
Soft Skills	Arbeitsplanung, Wissenstransfer, selbständiges Arbeiten, Sicherheitskompetenzen und Entsorgung, Organisationsfähigkeit, Protokollierung wissenschaftlicher Ergebnisse
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-AIC
Prüfungs- voraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum
Prüfungen	Klausur zur Vorlesung und zum Praktikum
Anmeldung zu den Prüfungen	siehe §7 Abs. 2 Prüfungsordnung
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Praktikum (12 Wochen)
Leistungspunkte	<b>13</b>
Modulnote	Note der Klausur
Semester	2. Semester
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. Uwe Ruschewitz
Literatur	- Riedel/Janiak: Anorganische Chemie (de Gruyter) - Housecroft/Sharpe: Anorganische Chemie (Pearson) - Holleman/Wiberg: Lehrbuch der Anorganischen Chemie (de Gruyter)
Verwendbarkeit i. a. Studiengängen	
Zuständig	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. S. Mathur

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Chemie der Metalle“</b>
Fachsemester	2. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Praktikum
Prüfungen	Klausur zur Vorlesung und zum Praktikum
Lernziele	Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, chemische Fragestellungen aus dem Bereich der Metalle durch Kenntnis der Stoffeigenschaften sowie der grundlegenden Konzepte und Modelle lösen zu können.

Lehrgegenstände	Chemie der Metalle: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften, Vorkommen, Gewinnung und Anwendung der Elemente und ihrer Verbindungen</li> <li>- Grundlagen der Festkörperchemie (Struktur und Bindung in Festkörpern)</li> <li>- Koordinationschemie (Ligandenfeld-Theorie, Magnetismus, Farbigkeit/Spektroskopie)</li> <li>- Komplexe (Struktur und Bindung, Nomenklatur)</li> <li>- Trends in den Haupt- und Nebengruppen</li> </ul>
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. Uwe Ruschewitz
Zuständig	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. S. Mathur

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Praktikum „Anorganische Chemie“</b>
Fachsemester	2. Semester
Umfang	12 Wochen (inkl. begleitender Seminare)
Leistungspunkte	<b>9</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung „Chemie der Metalle“
Prüfungen	Klausur zur Vorlesung und zum Praktikum
Lernziele	Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, selbstständig qualitative Analyseverfahren anwenden zu können.
Lehrgegenstände	Qualitative Analyse von Kationen und Anionen: Vorproben, Anionenanalysen, Kationen-Gruppenanalysen mit Hilfe von Trennungsgängen; Vollanalysen. Es finden begleitende Seminare statt.
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Anorganischen Chemie und Assistenten
Zuständig	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. S. Mathur

<b>Modul 6a</b>	<b>MN-C-OCI</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Grundlagen der Organische Chemie</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übungen
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden können den Aufbau grundlegender Strukturen und Stoffgruppen (Aliphaten, Aromaten, Heterocyclen) organischer Moleküle erklären. Die Studierenden können grundlegende organische Reaktionsmechanismen formulieren. Die Studierenden können die Chemie funktioneller Gruppen und ihre Transformationen in grundlegenden Synthesen der organischen Chemie einsetzen. Die Studierenden können Aufbau, Vorkommen und biologische Funktion grundlegender Naturstoffe erklären. Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte organischer Systeme (z.B. Aromatizität, Ringspannung, thermodynamische und kinetische Effekte) und können diese anwenden. Die Studierenden erkennen Lösungsstrategien bei einfachen Aufgaben aus dem Gebiet der Organischen Chemie und können diese anwenden. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit zur Risikoabschätzung und – beurteilung in Bezug auf den Einsatz von einfachen chemischen Verbindungen und chemischen Prozessen.
Modulinhalte	Grundlagen der Organischen Chemie (Bindung und Struktur, Stereochemie, Stoffklassen, funktionelle Gruppen und Reaktionstypen, Reaktionsmechanismen und reaktive Zwischenstufen).
Soft Skills	Präsentationstechniken, Kommunikationsfähigkeiten, Selbständiges Arbeiten.
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-AIC
Prüfungs- voraussetzungen	Keine
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2).
Prüfungen	Klausur zur Vorlesung Organische Chemie I
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)
Leistungspunkte	<b>5</b>
Modulnote	Note der Klausur
Semester	2. Semester
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Organischen Chemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	Lehramt GG, Bachelor Biologie, Bachelor Physik
Zuständig	Prof. Dr. Albrecht Berkessel

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Grundlagen der Organischen Chemie I“</b>
Fachsemester	2. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Übungen

Prüfungen	Klausur
Lernziele	<p>1) Die Studierenden können die Vielfalt der Organischen Chemie anhand von Beispielen beschreiben und durch die Bindungsverhältnisse des C-Atoms begründen. Sie beherrschen die Notation organischer Verbindungen und können durch Einteilung von Reaktionsmechanismen (-klassen) und Zuordnung funktioneller Gruppen die Vielfalt der Organischen Chemie klassifizieren.</p> <p>2) Die Studierenden können Alkane, Alkene und Alkine hinsichtlich ihres Vorkommens, ihrer Schrukturen und ihrer typischen Reaktionen beschreiben.</p> <p>3) Die Studierenden können radikalische aliphatische Substitutionen mechanistisch erklären und Reaktivitäten sowie Selektivitäten durch Stabilisierungseffekte intermediärer Zwischenstufen begründen.</p> <p>4) Die Studierenden können nukleophile aliphatische Substitutionen mechanistisch unterscheiden und erklären.</p> <p>5) Die Studierenden können aromatische Substitutionen mechanistisch unterscheiden und detailliert die elektrophile aromatische Substitution hinsichtlich der Reaktivitäten und Regioselektivitäten erklären.</p> <p>6) Die Studierenden können Additionen an Mehrfachbindungen sowie Eliminierungen beschreiben und deren Verlauf erklären.</p> <p>7) Die Studierenden können das Reaktionsprinzip der Umlagerung an einem synthetisch relevanten Beispiel erklären.</p> <p>8) Die Studierenden können Oxidationen und Reduktionen wichtiger organischer Substrate beschreiben und für einfache Syntheseplanungen nutzen.</p> <p>9) Die Studierenden können die grundlegende Chemie der Carbonylverbindungen, einordnen, erklären und für einfache Syntheseplanungen nutzen.</p> <p>10) Die Studierenden können die vier grundlegenden, primären Naturstoffklassen ausgehend von den aufbauenden Monomeren beschreiben und deren Bedeutung für lebende Organismen erklären</p>
Lehrgegenstände	<p>1) Einleitung: Vielfalt, Einteilung &amp; Überblick der Organischen Chemie</p> <p>2) Struktur und Stereochemie der Kohlenwasserstoffe und deren Derivate Homologe Reihe, Isomere, Thermochemie, <math>\sigma</math>- vs. <math>\pi</math>-Systeme</p> <p>3) Radikalische Substitution an Alkanen KW Halogenierung, Radikal-Ketten-Mechanismus</p> <p>4) Nukleophile aliphatische Substitution SN2- und SN1-Mechanismen, Reaktionsenergie-Diagramme, Stereochemie</p> <p>5) Elektrophile aromatische Substitution Regioselektivitäten, (de)aktivierende Substituenten</p> <p>6) Additionen an CC-Mehrfachbindungen Bsp. für radikalische, polare, pericyclische Additionen</p> <p>7) Eliminierungen E2, E1, E1cb mit Beispielen</p> <p>8) Umlagerungen 1,2-Hydrid-Shift, Boran-Perhydrolyse</p> <p>9) Oxidation und Reduktion Alkane, Alkohole, Aldehyde &amp; Ketone, Carbonsäuren</p> <p>10) Carbonylverbindungen</p>



	Reaktionen mit Hetero- und C-Nukleophilen Aldehyde & Ketone vs. Säure-Derivate 11) Nukleinsäuren 12) Lipide 13) Kohlenhydrate 14) Aminosäuren, Peptide, Proteine
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Organischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Albrecht Berkessel

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Übungen zur Vorlesung „Grundlagen der Organischen Chemie I“</b>
Fachsemester	2. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung „Grundlagen der Organischen Chemie I“
Prüfungen	Keine
Lernziele	Erkennen von Lösungsstrategien bei einfachen Aufgaben aus dem Gebiet der Organischen Chemie.
Lehrgegenstände	Ausgewählte Übungsaufgaben aus den Gebieten: Stoffklassen organischer Verbindungen, Eigenschaften funktioneller Gruppen, reaktive Zwischenstufen und organischer Synthesen. Vertiefung der Vorlesungsinhalte.
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Organischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Albrecht Berkessel

<b>Modul 6b</b>	<b>MN-C-OCII</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Organische Chemie</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung, Organisch-Chemisches Grundpraktikum mit Seminar
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden können den Aufbau komplexer Strukturen und spezieller Stoffgruppen (u.a. Terpene, Alkaloide, (Bio)polymere) organischer Moleküle erklären. Die Studierenden können komplexe organische Reaktionsmechanismen formulieren. Die Studierenden können die Chemie funktioneller Gruppen (u.a. Schutzgruppenchemie) und ihre Transformationen in aufwendigeren Synthesen der organischen Chemie verstehen und praktisch einsetzen. Die Studierenden besitzen Qualifikationen für den sicheren Umgang mit chemischen Verbindungen unter Berücksichtigung ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften und möglicher Sicherheitsrisiken und Qualifikationen, die für die Ausführung grundlegender Laborarbeiten vonnöten sind sowie für die Verwendung apparativer Ausrüstung in synthetischen und analytischen Arbeiten. Die Studierenden erkennen Lösungsstrategien bei komplizierten Syntheseproblemen aus dem Gebiet der Organischen Chemie und können diese anwenden.
Modulinhalte	Weiterführende Inhalte der Organischen Chemie sowie grundlegende Synthese-, Reinigungs- und Analyseverfahren der Organischen Chemie.
Soft Skills	Arbeitsplanung, Präsentationstechniken, Teamfähigkeit, Sicherheitskompetenzen und Entsorgung, Organisationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-AIC
Prüfungs- voraussetzungen	Zur Teilprüfung 1 (Klausur zur Vorlesung OCII): keine Zur Teilprüfung 2: Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zum Kolloquium erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme am Praktikum beim Praktikumsleiter.
Prüfungen	Teilprüfung 1: Klausur zur Vorlesung Organische Chemie II Teilprüfung 2: Kolloquium zum Praktikum
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (9 Wochen)
Leistungspunkte	<b>12</b>
Modulnote	Zu gleichen Teilen aus den Noten der Klausur und des Kolloquiums
Semester	3. Semester
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Organischen Chemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	
Zuständig	Prof. Dr. Hans-Günther Schmalz

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Organische Chemie II“</b>
Fachsemester	3. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>

Begleitende Lehreinheiten	Grundpraktikum Organische Chemie
Prüfungen	Klausur
Lernziele	Die Studierenden beherrschen die behandelten Schlagwortreaktionen, können diese mechanistisch einordnen und erklären und vermögen durch dieses Repertoire an synthetischen Werkzeugen selbständig (Retro)Synthesen zu planen.
Lehrgegenstände	<p>1 Grundlagen (kurz: Wh. von OC-I)</p> <p>2 Radikale Stabilisierungseffekte, Persistente Radikale, Allylische Wohl-Ziegler Bromierung, Barton's Nitrit Photolyse, Hofmann-Löffler-Freytag-Cyclisierung, Zinn-Hydrid-Debromierung, radikalische Cyclisierung (Baldwin-Rules), Radikalische (De)Carboxylierungen, Radikalische Photochemie von Carbonylsystemen</p> <p>3 Nukleophile aliphatische Substitution SN1, SN2, SNi, SN2', C- &amp; Het- Alkylierungen</p> <p>4 Aromatische Substitutionen Nukleophile aromatische Substitutionen (SNAr), Dehydroaromaten (Arine), Radikalische nukleophile Substitution (SRN1), Dirigierte ortho-Lithiierung</p> <p>5 Diazo(nium)- und Azo-Verbindungen Aliphatische Diazo(nium) Systeme, Aromatische Diazonium-Salze</p> <p>6 Additionen an CC-Mehrfachbindungen an Alkene &amp; Alkine, Halogenierung, Epoxidierung, Cis-Dihydroxylierung, C=C-Spaltungen, Hydrierungen, Diels-Alder-Cycloaddition, Hydroborierung &amp; Perhydrolyse</p> <p>7 Eliminierungen E2-, E1-, E1cb-Mechanismen &amp; Regioselektivitäten, 1,1-(<math>\alpha</math>)- und 1,n-Eliminierungen</p> <p>8 Carbonylverbindungen (I): Hetero-Nukleophile, Veresterung und Verseifung von Carbonsäurederivaten, Haloform-Spaltung, Hydrate, Acetale, Paal-Knorr Furan-Synthese, Anomerer Effekt und negative Hyperkonjugation, Seebach-Corey-Dithioacetal-Umpolung, Paal-Knorr Pyrrol-Synthese: Aminale, Imine und Enamine</p> <p>9 Carbonylverbindungen (II): Kohlenstoff-Nukleophile Aldol-Addition / Kondensation und Knoevenagel-Kondensation, Zimmermann-Traxler-TS, Michael-Addition und Robinson-Anellierung, Benzoin-Kupplung, Acyloin-Kondensation, Mannich-Aminomethylierung, Claisen-Ester-Kondensation und Dieckmann-Cyclisierung, Ester- und Keton-Spaltung der <math>\beta</math>-Keto-Ester, Grignard- und Barbier- Kupplungen, Strecker-Aminosäure-Synthese, Stetter-Addition, Knorr-Pyrrol-Synthese, Alkene aus Carbonylverbindungen, Diastereoselektive Additionen: Felkin-Anh-Modell</p> <p>10 Pericyclische Reaktionen und Orbitalsymmetrie Korrelationsdiagramme, Grenzorbital-Theorie, Evans-Prinzip, Thermische vs. photochemische pericyclische Reaktionen, Cycloadditionen: Carbene und Carben-Komplexe in der organischen Synthese, Thermische [2+2]-Cycloadditionen, Diels-Alder-[2+4]-</p>

	<p>Cycloadditionen (detail.), Hetero- und Retro-Cycloadditionen, 1,3-Dipolare Cycloadditionen, Cycloadditionen höherer Ordnung</p> <p>Sigmatrope Umlagerungen: Sigmatrope Umlagerungen von C-H Bindungen, Alder-En-Addition, [3,3]-Sigmatrope Cope- Umlagerungen, Claisen- und Carroll-Umlagerungen, Fischer-Indol-Synthese, [5,5]-sigmatrope Benzidin-Umlagerung,</p> <p>Elektrocyclische Reaktionen</p> <p>11 Umlagerungen</p> <p>[1,2]-Umlagerungen zu elektronenarmen C-Atomen: Wagner-Meerwein-Umlagerungen und Hydrid-Shifts, Pinacol-, Tiffeneau- und Benzilsäure-Umlagerungen, Arndt-Eistert-Homologisierung und Wolff-Umlagerung, Ring-Expansionen, Ramberg-Bäcklund-Olefinierung und Favorskii-Kontraktion, Bamford-Stevens- und Shapiro- Olefinierungen</p> <p>[1,2]-Umlagerungen zu elektronenarmen N-Atomen, Abbau von Carbonsäure-Derivaten zu Amininen, Beckmann und Schmidt-Umlagerung, Neber-Umlagerung zu <math>\alpha</math>-Aminoketonen</p> <p>[1,2]-Umlagerungen zu elektronenarmen O-Atomen, Baeyer-Villiger-Oxidation, Hock-Cumol-Phenol-Verfahren, Anionisch-radikalische Wittig- und Stevens-Umlagerungen</p> <p>12 Oxidationen und Reduktionen</p> <p>Swern-Oxidation von Alkoholen zu Aldehyden , Dess-Martin-Oxidation von Alkoholen zu Aldehyden, Oxidation allylischer und benzyllischer C-H-Einheiten, Selendioxid-Oxidationen, Chinone als Oxidationsmittel, Autoxidation und Autokatalyse: Benzoesäure aus Benzaldehyd, Wacker-Olefin-Oxidation, Enantioselektive <math>\alpha</math>-Aminoxylierung mit Nitrosobenzol, Cannizzaro-Disproportionierung, Meerwein-Ponndorf-Verley-Reduktion und Oppenauer-Oxidation, Reduktive Aminierungen, Reduktionen mit Wasserstoff, Reduktionen mit Metallhydriden, Birch-Reduktionen, vom Keton zum Kohlenwasserstoff.</p>
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Organischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Hans-Günther Schmalz

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Organisch-Chemisches Grundpraktikum</b>
Fachsemester	3. Semester
Umfang	9 Wochen
Leistungspunkte	<b>8</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung „Organische Chemie II“ Seminar zum Grundpraktikum
Prüfungen	Kolloquium nach erfolgreichem Absolvieren der Experimente
Lernziele	Um beim Umgang mit Chemikalien die Sicherheit der Menschen und den Schutz der Umwelt zu gewährleisten, ist das Erlernen einwandfreier Experimentiertechniken oberstes Gebot. Der sichere Umgang mit Chemikalien und umweltschonendes Experimentieren sind unverzichtbare Ausbildungsziele im Chemiestudium. Diese modernen Entwicklungen sind nicht denkbar, wenn die Chemiestudierenden die Grundoperationen der organisch-chemischen Synthese und die Moleküle, aus denen sich die komplexen Systeme aufbauen, nicht schon frühzeitig kennenlernen. Das

	<p>Praktikum dient dem Kennenlernen dieser Grundoperationen und der modernen Synthese niedermolekularer Moleküle.</p> <p>Die Studierenden werden mit soliden, gründlichen und zuverlässigen Kenntnissen der experimentellen Arbeitstechniken bei präparativen chemischen Aufgabenstellungen ausgestattet, die unabdingbare Voraussetzung für Sicherheit und unfallfreies Arbeiten im Labor sind. In diesem ersten organisch-chemischen Praktikum arbeiten die Studierenden erstmals mit Glasgeräten für die organische Synthese. Zunächst wird das sichere Arbeiten mit Standardgeräten für Versuchsansätze in der normalen Größenordnung (Flüssigkeitsvolumina &gt; 10 ml, kristalline Produkte &gt; 100 mg) und im Halbmikromaßstab (Flüssigkeitsvolumina 5-10 ml, kristalline Produkte 50-100 mg) vermittelt. Neben den Techniken für das Arbeiten im Labor werden die Studierenden auch mit den Grundlagen der chemischen und spektroskopischen Analytik (UV/Vis, IR, <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C-NMR, MS) vertraut gemacht. Darüberhinaus werden angesichts der dramatisch zunehmenden Fülle wissenschaftlicher Literatur moderne Aspekte der Dokumentation, Literatur und Literaturrecherche behandelt.</p> <p>Die präparativen Arbeiten werden unter forschungsnahen Bedingungen mit moderner apparativer Ausstattung durchgeführt. Die Präparate spiegeln die ganze Bandbreite wichtiger organischer Reaktionstypen wider und verlangen die kombinierte Anwendung obiger Arbeitsmethoden. Die Studierenden müssen in der Lage sein, sich anhand der einschlägigen Literatur über die Gefahrstoff-Eigenschaften zu informieren. Unabhängig davon müssen sie die angegebene Struktur durch geeignete spektroskopische und analytische Untersuchungen und die Formulierung eines plausiblen Reaktionsmechanismus untermauern.</p>
Lehrgegenstände	<p><b>Arbeitsmethoden:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Sicherheit im Labor</li> <li>2 Glasgeräte und Reaktionsapparaturen</li> <li>3 Methoden zur Charakterisierung organischer Verbindungen</li> <li>4 Destillation</li> <li>5 Filtration</li> <li>6 Umkristallisation</li> <li>7 Sublimation</li> <li>8 Extraktion</li> <li>9 Chromatographie</li> <li>10 Gase - Arbeiten unter Schutzgas</li> <li>11 Trocknen von Feststoffen, Lösungen und Lösungsmitteln</li> <li>12 Chemische Analytik organischer Verbindungen</li> <li>13 Molekülspektroskopie</li> <li>14 Dokumentation - Literatur - Literaturrecherche</li> </ol> <p><b>Lernziele:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Kenntnis des apparativen Instrumentariums</li> <li>2 Stoffklassen und deren Reaktivitäten</li> <li>3 Formulierung von Reaktionsmechanismen</li> <li>4 Spektroskopische Methoden, Strukturaufklärung: NMR, IR</li> <li>5 Gefahrenpotenziale und sicherer Umgang mit Chemikalien</li> <li>6 Umweltschutz, Formulierung von Betriebsanweisungen</li> <li>7 Entsorgung von Chemikalienabfällen</li> </ol>

	<b>Präparateklassen:</b> 1 Substitutionsreaktionen am $sp^3$ -Kohlenstoff 2 Eliminierungsreaktionen 3 Additionen an CC-Doppelbindungen 4 Reaktionen der Carbonylfunktion 5 Reaktionen polarer elektronenreicher CC-Doppelbindungen mit Elektrophilen; Reaktionen polarer elektronenarmer CC-Doppelbindungen mit Nucleophilen 6 Oxidationen und Reduktionen 7 Elektrophile, nucleophile und radikalische Substitutionen an Aromaten
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Organischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Bernd Goldfuss

<b>Modul 7</b>	<b>MN-C-TC</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Theoretische Chemie</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung und Übungen
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Quantenmechanik bzw. der Quantenchemie. Sie erlernen zugehörige einfache mathematische Formalismen und können diese auf einfache Problemstellungen anwenden. Sie erwerben ein Verständnis des Atom- und Molekülbaus, insbesondere der chemischen Bindung und intermolekularer Wechselwirkungen.
Modulinhalte	- Grundlagen der Quantenmechanik und der Quantenchemie - Einfache Rechenmethoden der Quantenmechanik - Atom- und Molekülbau - Überblick über aktuelle quantenchemische Rechenverfahren
Soft Skills	Arbeitsplanung, Datenmanagement, Wissenstransfer und –management, Selbständiges Arbeiten, Organisationsfähigkeit, Informationsgewinnung, Informationsanalyse, Informationsbewertung
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-AIC
Prüfungs- voraussetzungen	Teilprüfung 1: keine Teilprüfung 2: keine
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe §7 Abs. 2 Prüfungsordnung
Prüfungen	Teilprüfung 1: Klausur zur Vorlesung I Teilprüfung 2: Klausur zur Vorlesung II
Präsenzzeiten	Vorlesung (4 SWS), Übungen (2 SWS)
Leistungspunkte	<b>8</b>
Modulnote	Zu gleichen Teilen aus den Noten der zwei Teilklausuren
Semester	3. und 4. Semester
Häufigkeit	Jedes Winter- bzw. Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Theoretischen Chemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	Ggfs. Lehramt GG und GHR
Zuständig	Prof. Dr. Michael Dolg

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Theoretische Chemie I“</b>
Fachsemester	3. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>3</b>
Begleitende Lehreinheiten	Übungen
Prüfungen	Teilklausur
Lernziele	Die Studierenden erwerben ein Verständnis der Grundlagen der Quantenmechanik und der Quantenchemie, der grundlegenden Aspekte des Atom- und Molekülbaus sowie der Grundzüge ausgewählter moderner quantenchemischer Rechenverfahren. Sie sind in der Lage einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Quantenmechanik richtig zu formulieren und mit Hilfe der erlernten Rechentechniken zu behandeln.

Lehrgegenstände	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Grundzüge der Quantenmechanik <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Experimentelle Hinweise (Historische Einführung)</li> <li>b) Axiome (Postulate)</li> <li>c) Operatoren (Korrespondenz zu Messungen; hermitesch, linear, ...)</li> <li>d) Zustand (Orts- und Impulsdarstellung)</li> <li>e) Wellenfunktion (quadratintegrabel, Wahrscheinlichkeitsinterpretation)</li> <li>f) Schrödingergleichung (Eigenwertproblem, ...)</li> <li>g) Unschärferelationen (Vertauschungsrelationen)</li> </ol> </li> <li>2) Exakt lösbare quantenmechanische Probleme <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Teilchen im Potentialtopf (Translation)</li> <li>b) Starrer Rotator (Rotation)</li> <li>c) harmonischer Oszillator (Vibration)</li> <li>d) Wasserstoffatom (Elektronische Übergänge, atomare Quantenzahlen, Spin, ...)</li> </ol> </li> <li>3) Näherungsverfahren <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Variationsprinzip</li> <li>b) Störungstheorie</li> </ol> </li> <li>4) Mehrteilchensysteme <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Pauliprinzip</li> <li>b) Slaterdeterminante</li> <li>c) Orbitale</li> <li>d) Elektronenkonfiguration</li> <li>e) Elektronenzustände</li> <li>f) Elektronenkorrelation</li> </ol> </li> </ol>
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Theoretischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Michael Dolg

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Übungen zur Vorlesung „Theoretische Chemie I“</b>
Fachsemester	3. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung
Prüfungen	keine
Lernziele	Die Studierenden vertiefen die der in der Vorlesung vermittelten quantenmechanischen Rechentechniken und üben deren selbstständige Anwendung auf einfache Probleme.
Lehrgegenstände	s. Vorlesung
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Theoretischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Michael Dolg

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Vorlesung „Theoretische Chemie II“</b>
Fachsemester	4. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>3</b>
Begleitende	Übungen



Lehreinheiten	
Prüfungen	Teilklausur
Lernziele	Die Studierenden erwerben ein detailliertes qualitatives Verständnis des Atombaus und der chemischen Bindung. Sie erhalten einen ersten Einblick in die modernen quantitativen Rechenverfahren für Elektronenstrukturberechnungen sowie deren vorzugsweisen Einsatzgebiete.
Lehrgegenstände	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Atome <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Atombau</li> <li>b) Aufbauprinzip (Konfiguration, Zustand)</li> <li>c) Periodensystem (Regeln, Ausnahmen)</li> </ol> </li> <li>2) Moleküle <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Punktgruppensymmetrie</li> <li>b) Born-Oppenheimer-Näherung</li> <li>c) Potentialkurve bzw. Energiehyperfläche</li> <li>d) MO- und VB-Theorie</li> <li>e) chemische Bindung (ionisch, kovalent, van der Waals Wechselwirkung, Wasserstoffbrückenbindung)</li> </ol> </li> <li>3) chemische Reaktionen (Dynamik auf der Energiehyperfläche)</li> <li>4) Polymere, Festkörper, Oberflächen (Translationssymmetrie)</li> <li>5) Überblick über moderne quantitative Rechenverfahren (HF, CI, CC, ..., DFT)</li> </ol>
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Theoretischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Michael Dolg

<b>Lehreinheit 4</b>	<b>Übungen zur Vorlesung „Theoretische Chemie II“</b>
Fachsemester	4. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung
Prüfungen	keine
Lernziele	Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse über Atombau und chemische Bindung und erlernen selbstständig quantenchemische Verfahren bzw. Standardprogramme auf einfache ausgewählte Probleme aus der Chemie anzuwenden.
Lehrgegenstände	s. Vorlesung
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Theoretischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Michael Dolg

<b>Modul 8</b>	<b>MN-C-BC</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Biochemie für Chemiker</b>
Lehrveranstaltungen	Übung, Vorlesung und Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden erlernen die Grundlagen zum Aufbau, zur Synthese und Funktion von Biomolekülen. Sie beherrschen die wesentlichen biochemischen Zusammenhänge des Zellstoffwechsels und können die Funktionen der beteiligten Biomoleküle einordnen. Die Studierenden können einfache Methoden zur Reinigung, Analyse und Charakterisierung von Biomolekülen anwenden.
Modulinhalte	<u>Übung (3. Semester):</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellaufbau, Bildung biologischer Strukturen</li> <li>• Aufbau und Funktion von Biomolekülen (Lipide, Kohlenhydrate, Proteine, Nukleinsäuren)</li> <li>• Grundlagen enzymatischer Reaktionen</li> <li>• Grundlagen der Molekularbiologie</li> </ul> <u>Vorlesung (4. Semester):</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle (Proteine, Nukleinsäuren)</li> <li>• Enzymklassen, Enzymkinetik, Hemmung und Regulation von Enzymen, Katalysemechanismen, Coenzyme;</li> <li>• Kohlenhydratstoffwechsel, Fettsäure- und Lipidstoffwechsel, Strukturbiochemie, bioanorganische Chemie,</li> <li>• Zellmembranen und Transport kleiner und großer Moleküle, Energie- und Baustoffwechsel des Gesamtorganismus, Stoffwechselprozesse</li> <li>• Energiefluß bei Stoffwechselprozessen</li> </ul> <u>Praktikum (4. Semester):</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinigung und Charakterisierung von Biomolekülen</li> <li>• Enzymkinetik</li> <li>• Grundlagen molekularbiologischen Arbeitens</li> </ul>
Soft Skills	Versuchsplanung, Versuchsdurchführung, Teamfähigkeit, Informationsbewertung, Dokumentation, Internetrecherche
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-AIC
Prüfungs- voraussetzungen	Teilnahme an Übung, Vorlesung und Praktikum
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zur Klausur erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme am Praktikum beim Praktikumsleiter.
Prüfungen	Klausur nach Abschluss des Gesamtmoduls
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Übung (2 SWS), Praktikum (2 Wochen)
Leistungspunkte	<b>10</b>
Modulnote	Note der Prüfung
Semester	3. und 4. Semester
Häufigkeit	jährlich
Dozenten	Dozenten der Biochemie
Literatur	Gängige Lehrbücher: z.B. Voet-Voet, Stryer, Lehninger, Müller Esterl, u.a.
Verwendbarkeit i.a.	keine

Studiengängen	
Zuständig	Prof. Dr. Günter Schwarz

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Übung „Molekulare Grundlagen der Biochemie“</b>
Fachsemester	3. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>2</b>
Begleitende Lehreinheiten	Keine
Prüfungen	Klausur nach Abschluss des Gesamtmoduls
Lernziele	Die Studierenden sind in der Lage Aufbau und Funktion der Zelle und ihrer Bausteine zu beschreiben und letztere in die biochemischen Stoffwechselprozesse einzuordnen. Sie kennen die Prinzipien enzymatischer Katalyse und molekularbiologischer Methoden.
Lehrgegenstände	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellaufbau, Bildung biologischer Strukturen</li> <li>• Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle (Nukleinsäuren, Kohlenhydrate, Lipide, Proteine);</li> <li>• Grundlagen der Molekularbiologie</li> </ul>
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Biochemie
Zuständig	Prof. Dr. S. Waffenschmidt

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Vorlesung „Biochemie für Chemiker“</b>
Fachsemester	4. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Keine
Prüfungen	Klausur nach Abschluss des Gesamtmoduls
Lernziele	Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse zu Aufbau und Struktur verschiedener Biomoleküle. Sie kennen die Prinzipien enzymatischer Katalyse und wissen diese in zelluläre Prozesse einzuordnen. Sie kennen die Funktion unterschiedlicher Enzymklassen und sind in der Lage, kinetische Parameter von Enzymen herzuleiten und einzuordnen. Der stoffliche und energetische Verlauf des Primärstoffwechsels und seine Regulation ist ihnen geläufig.
Lehrgegenstände	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Zelle und ihrer Kompartimente</li> <li>• Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle (Nukleinsäuren, Kohlenhydrate, Lipide, Proteine);</li> <li>• Enzymologie (Enzymklassen, Enzymkinetik, Michaelis-Menten-Kinetik, Hemmung und Regulation von Enzymen, Katalysemechanismen)</li> <li>• Cofaktoren und Coenzyme;</li> <li>• Kohlenhydratstoffwechsel (Glykolyse, Glukoneogenese, Pentosephosphatweg, Citratzyklus)</li> <li>• Fettsäure- und Lipidstoffwechsel (Triglycerid-, Phospholipidstoffwechsel)</li> <li>• Energiestoffwechsel (Energieformen und Energiewandlung)</li> <li>• Zellmembranen und Transport kleiner und großer Moleküle;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie- und Baustoffwechsel des Gesamtorganismus</li> <li>• Strukturbiochemie, bioorganische Chemie</li> </ul>
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Biochemie
Zuständig	Prof. Dr. R. Krämer

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Praktikum „Biochemie für Chemiker“</b>
Fachsemester	4. Semester
Umfang	2 Wochen ganztägig
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	keine
Prüfungen	Klausur nach Abschluss des Gesamtmoduls
Lernziele	Die Studierenden beherrschen einfache Methoden zur Reinigung, Untersuchung und Charakterisierung von Biomolekülen. Sie sind in der Lage verschiedene Methoden der Bioanalytik auf Biomoleküle anzuwenden. Die Studierenden sollen die Besonderheiten biochemischer Arbeitsmethoden und –konzepte erkennen.
Lehrgegenstände	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extraktion und Reinigung von Biomolekülen</li> <li>• Trennung und Nachweis von Biomolekülen</li> <li>• Enzymkinetische Charakterisierung (<math>K_M</math>, <math>k_{cat}</math>, Hemmung)</li> <li>• Transformation, Restriktionsverdau, PCR</li> </ul>
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Biochemie
Zuständig	Prof. Dr. Günter Schwarz

<b>Modul 9a</b>	<b>MN-C-ASI</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Analytik und Spektroskopie I</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übungen
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen die wichtigsten spektroskopischen Methoden zur Strukturuntersuchung (z.B. MS, NMR, UV-VIS). Sie verstehen die zu Grunde liegenden physikalischen Prinzipien und sind in der Lage, eine geeignete spektroskopische Methode zu benennen, um eine strukturanalytische Fragestellung zu beantworten. Die Studierenden beherrschen die Zusammenhänge zwischen strukturellen Charakteristika (insbes. funktionelle Gruppen) chemischer Verbindungen und deren spektroskopischen Eigenschaften. Die Studierenden erwerben die grundlegende Fähigkeit, die erlernten spektroskopischen Methoden praktisch im Laboralltag anzuwenden.
Modulinhalte	Spektroskopie (UV-Vis, Lumineszenz, Polarimetrie/CD, NMR, ESR) und Spektrometrie (MS)
Soft Skills	Datenmanagement, Wissenstransfer und –management, Informationsgewinnung, Informationsanalyse, Informationsbewertung, Dokumentation wissenschaftlicher Ergebnisse
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-AIC
Prüfungs- voraussetzungen	Keine
Prüfungen	1 Klausur
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Übung (3 SWS).
Leistungspunkte	<b>6</b>
Modulnote	Note der Klausur
Semester	4. Semester
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Chemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	
Zuständig	Prof. Dr. Bernd Goldfuss (OC), Prof. Dr. Ruschewitz (AC), Prof. Dr. Strey (PC), Dr. Nils Schlörer (OC)

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Analytik und Spektroskopie I“</b>
Fachsemester	4. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>3</b>
Begleitende Lehreinheiten	Übung
Prüfungen	1 Klausur
Lernziele	Die Studierenden sind in der Lage, auf der Grundlage eines Überblicks über verschiedene spektroskopische Methoden und Verfahren eine geeignete Methode zu benennen, um eine chemische Fragestellung zu untersuchen. Sie verstehen die zu Grunde liegenden physikalischen Prinzipien und beherrschen die Zusammenhänge zwischen strukturellen

	Charakteristika (insbes. funktionelle Gruppen) chemischer Verbindungen und deren spektroskopischen Eigenschaften.
Lehrgegenstände	UV-Vis: Physikalische Grundlagen, elektronische Anregung, Auswahlregeln, Spektrenanalyse, Übergänge organischer Verbindungen und Koordinationsverbindungen, Lumineszenzspektroskopie Polarimetrie/CD: chiroptische Methoden, physikalische Grundlagen MS: Physikalische Grundlagen der Ionisation und Ionenanalyse, Spektreninterpretation (u.a. allg. Fragmentierungsregeln bei EI-MS) NMR/ESR: Physikalische Grundlagen, 1D- und 2D-Methoden, Einführung in die Spektreninterpretation Schwingungsspektroskopie (IR/Raman): Grundlagen, Molekülsymmetrie, funktionelle Gruppen
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Bernd Goldfuss, Prof. Dr. Ruschewitz, Prof. Dr. Strey, Dr. Nils Schlörer

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Übung zur Vorlesung „Analytik und Spektroskopie I“</b>
Fachsemester	4. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>3</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung
Prüfungen	Keine
Lernziele	Durch Vertiefung der in der Vorlesung besprochenen spektroskopischen Verfahren erwerben die Studierenden die Fähigkeit zur praktischen Anwendung der Methoden im Laboralltag.
Lehrgegenstände	Schwerpunkt auf Anwendung im Labor, Bezug zu den im Modul 10 „Synthese“ darzustellenden Verbindungen und die dort angewandten Charakterisierungsmethoden (zeitlicher Abgleich zwischen den gelehrt und den im Modul 10 zur Charakterisierung benötigten Methoden)
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Bernd Goldfuss, Prof. Dr. Ruschewitz, Prof. Dr. Strey, Dr. Nils Schlörer

<b>Modul 9b</b>	<b>MN-C-ASII</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Analytik und Spektroskopie II</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übungen
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden erweitern ihr Repertoire an grundlegenden strukturanalytischen Verfahren (z.B. Beugung, Mikroskopie, Streuung) und lernen wichtige moderne Methoden der instrumentellen Analytik (Chromatographie, Elektrochemie) kennen. Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundlagen der Methoden und können sie praktisch im Laboralltag anwenden. Durch eine Kombination mehrerer spektroskopischer Methoden sind sie in der Lage, selbständig einen Strukturvorschlag für einfache und auch komplexe Moleküle zu erarbeiten.
Modulinhalte	(1) Chromatographie, Elektrochemie, Sensorik, Thermoanalyse (2) Beugungs- und Streuungsmethoden, Mikroskopie (3) Kombinierte spektroskopische Methoden
Soft Skills	Datenmanagement, Wissenstransfer und –management, Informationsgewinnung, Informationsanalyse, Informationsbewertung, Dokumentation wissenschaftlicher Ergebnisse
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-AIC
Prüfungs- voraussetzungen	Keine
Prüfungen	1 Klausur
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Übung (3 SWS).
Leistungspunkte	<b>6</b>
Modulnote	Note der Klausur
Semester	5. Semester
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Chemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	Chemie und Physik von Materialien
Zuständig	Prof. Dr. Bernd Goldfuss (OC), Prof. Dr. Ruschewitz (AC), Prof. Dr. Strey (PC), Dr. Nils Schlörer (OC)

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Analytik und Spektroskopie II“</b>
Fachsemester	5. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>3</b>
Begleitende Lehreinheiten	Übung
Prüfungen	1 Klausur
Lernziele	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, auf der Grundlage eines Überblicks über verschiedene moderne analytische Verfahren eine geeignete Methode auszuwählen und zu nutzen, um eine chemische Fragestellung zu untersuchen. Sie verstehen die physikalischen

	Grundlagen dieser Methoden, aber auch die Grenzen der jeweiligen Methode.
Lehrgegenstände	(1) Chromatographie: DC, Säulenchromatographie, GC, HPLC, Elektrophorese Elektrochemie: Potentiometrie, CV, Leitfähigkeit Sensorik Thermoanalyse (2) Beugungsmethoden: Röntgenbeugung, Neutronenbeugung, Pulver- und Einkristalldiffraktometrie, Proteinkristallographie Streuungsmethoden: mit Licht, Neutronen und Röntgenstrahlen Mikroskopie: optisch, Elektronenmikroskopie, Tunnelmikroskopie, AFM
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Bernd Goldfuss, Prof. Dr. Ruschewitz, Prof. Dr. Strey, Dr. Nils Schlörer

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Übung zur Vorlesung „Analytik und Spektroskopie II“</b>
Fachsemester	5. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>3</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung
Prüfungen	Keine
Lernziele	Durch Vertiefung der in der Vorlesung besprochenen analytischen Verfahren sollen die Studierenden die Fähigkeit zur praktischen Anwendung der Methoden im Laboralltag erwerben.
Lehrgegenstände	Schwerpunkt auf Anwendung im Labor, Bezug zu den im Modul 11 „Funktion und Anwendung“ hergestellten und untersuchten Verbindungen und die dort angewandten Charakterisierungsmethoden (zeitlicher Abgleich zwischen den gelehrt und den im Modul 11 zur Charakterisierung benötigten Methoden); Zusätzlich: kombinierte spektroskopische Methoden (s. Modul „Analytik und Spektroskopie I“) zur Analyse und Charakterisierung einer chemischen Verbindung
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Chemie
Zuständig	Prof. Dr. Bernd Goldfuss, Prof. Dr. Ruschewitz, Prof. Dr. Strey, Dr. Nils Schlörer



<b>Modul 10</b>	<b>MN-C-SY</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Synthese</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Seminar und Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden können anspruchsvolle Synthesen organischer und anorganischer Verbindungen planen, selbständig durchführen, aufarbeiten und auswerten.
Modulinhalte	Moderne Methoden zur Synthese von Molekülverbindungen, Festkörpern und Polymeren; stereoselektive Synthese von Wirk- und Werkstoffen; spektroskopische und chromatographische Charakterisierung von Syntheseprodukten; physikalisch-chemische Grundlagen zur Chemie kondensierter Phasen, Phasengleichgewichte und Trennmethode. Ausgewählte Versuche aus den Bereichen: Tieftemperatur- und Inertgas-Experimentiertechnik; Festkörperreaktionen; Koordinationsverbindungen; Reaktionen in verschiedenen Medien; (Übergangs)metalle in der Synthese; Trägergestützte Synthese; Spezielle Synthesetechnologien; (Asymmetrische) Katalyse; Praktische Methoden zur Polymersynthese; Chromatographische Reinigungs- und Analysemethoden; Stereoisomerentrennung
Soft Skills	Arbeitsplanung, Präsentationstechniken, Kommunikationsfähigkeiten, selbständiges Arbeiten, Sicherheitskompetenzen und Entsorgung, Organisationsfähigkeit, Dokumentation.
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-AIC und erfolgreiche Teilnahme an den Praktika der Module 5 und 6b
Prüfungs- voraussetzungen	Zur Prüfung 1: keine Zur Prüfung 2: Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum inkl. testierter Abgabe eines Praktikumsprotokolls
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zum Kolloquium erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme am Praktikum beim Praktikumsleiter.
Prüfungen	Prüfung 1: Klausur zur Vorlesung Prüfung 2: Abschlusskolloquium zum Praktikum
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Seminar (2 SWS), Praktikum (7 Wochen)
Leistungspunkte	<b>13</b>
Modulnote	Zu gleichen Teilen aus der Note der Klausur und des Kolloquiums
Semester	4. Semester
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Organischen und Anorganischen Chemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	Wahlpflichtveranstaltung in benachbarten Studiengängen, z. B. BSc Physik, BSc Biologie, BSc Geowissenschaften
Zuständig	Prof. Dr. H.-G. Schmalz (OC), Prof. Dr. A. Klein (AC)

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Synthese“</b>
Fachsemester	4. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Seminar und Praktikum

Prüfungen	Prüfung 1: Klausur
Lernziele	Die Studierenden können anspruchsvolle Synthesen organischer und anorganischer Verbindungen mit Hilfe moderner Synthesestrategien und Synthesekonzepten planen.
Lehrgegenstände	Moderne Methoden und Konzepte zur Synthese von Molekülverbindungen, Festkörpern und Polymeren; stereoselektive Synthese von Wirk- und Werkstoffen; spektroskopische und chromatographische Charakterisierung von Syntheseprodukten; physikalisch-chemische Grundlagen zur Chemie kondensierter Phasen, Phasengleichgewichte und Trennmethoden.
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Organischen und Anorganischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. H.-G. Schmalz, Prof. Dr. A. Klein

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Seminar zur Vorlesung „Synthese“</b>
Fachsemester	4. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	2
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung und Praktikum
Prüfungen	Keine
Lernziele	Die Studierenden können Synthesekonzepte nach Effizienz bewerten, präsentieren und Vor/Nachteile unterschiedlicher Strategien einschätzen.
Lehrgegenstände	Vertiefung der in der Vorlesung behandelten Themen sowie der im Praktikum durchgeführten Synthesen und analytischen Charakterisierungen
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Organischen und Anorganischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. H.-G. Schmalz, Prof. Dr. A. Klein

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Synthesepraktikum</b>
Fachsemester	4. Semester
Umfang	7 Wochen
Leistungspunkte	7
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung und Seminar
Prüfungen	Prüfung 2: Abschlusskolloquium
Lernziele	Die Studierenden können anspruchsvolle Synthesen anorganischer und organischer Verbindungen selbständig durchführen und auswerten.
Lehrgegenstände	Das Praktikum besteht aus 15 ausgewählten Versuchen aus den Bereichen: Tieftemperatur- und Inertgas-Experimentiertechnik Festkörperreaktionen; Koordinationsverbindungen; Reaktionen in verschiedenen Medien; (Übergangs)metalle in der Synthese; Trägergestützte Synthese; Spezielle Synthesetechnologien; (Asymmetrische) Katalyse;

	Praktische Methoden zur Polymersynthese; Chromatographische Reinigungs- und Analysenmethoden; Stereoisomerentrennung
Häufigkeit	Jedes Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Organischen und Anorganischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. H.-G. Schmalz, Prof. Dr. A. Klein

<b>Modul 11</b>	<b>MN-C-FA</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Molekulare Funktion und Anwendung</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Seminar und Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden können aufbauend auf bzw. begleitend zu den Modulen 9a, 9b und 10 moderne Funktionsmaterialien im Hinblick auf ihre Eignung für technische Anwendungen untersuchen und entsprechend in Prozessen, Reaktoren und Bauteilen einsetzen. Im praktischen Teil können die Studierenden selbständig Demonstratoren aufbauen, charakterisieren und deren grundlegende Funktionen erklären. Sie erkennen Lösungsstrategien zur Systemverbesserung und können diese anwenden.
Modulinhalte	<p><u>Vorlesung:</u> Theoretische Materialwissenschaften im Hinblick auf: a) Anorganische Chemie (Leuchtstoffe, Magnetismus, Nanomaterialien, Zeolithe (poröse Materialien), Supraleiter, di-/ferro-/piezo-/thermoelektrische Materialien) b) Biochemie (Biokatalyse, Biosensoren, Enzymologie) c) Organische Chemie (Katalysatoren, Flüssigkristalle) d) Physikalische Chemie ((Pigment-) Farbstoffe, nichtlineare optische Eigenschaften, organische Elektronik, Elektrochemie, Ionenleiter, Polymere, Supramolekulare Chemie, komplexe Flüssigkeiten)</p> <p><u>Seminar:</u> Exemplarische Vertiefung anhand der im Modul 10 dargestellten Verbindungen. Diskussion in Kleingruppen der Experimente des Praktikums.</p> <p><u>Praktikum:</u> Es werden zu ausgewählten Themen insgesamt 10 Versuche angeboten, hiervon sind wahlweise 5 durchzuführen.</p>
Soft Skills	Teamfähigkeit, Abstraktionsvermögen, Präsentationsfähigkeit, Verantwortung für Großgeräte, sicheres Arbeiten.
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-A1C und erfolgreiche Teilnahme an den Praktika der Module 5 und 6b
Prüfungs- voraussetzungen	Keine
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zum Kolloquium erfolgt nach erfolgreicher Durchführung der 5 Versuche.
Prüfungen	Klausur zur Vorlesung und Kolloquium
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Seminar (2 SWS), Praktikum (6 SWS)
Leistungspunkte	<b>12</b>
Modulnote	Zu gleichen Teilen aus den Noten der beiden Prüfungen
Semester	5. Semester
Häufigkeit	Im Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Chemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	Physik
Zuständig	Prof. Dr. K. Meerholz, Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. A. Berkessel, Prof. Dr. G. Schwarz

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Molekulare Funktion und Anwendung“</b>
Fachsemester	5. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Seminar, Praktikum
Prüfungen	Klausur
Lernziele	Aufbauend auf den theoretischen Kenntnissen aus dem Modul 9 und mit Hilfe der in dem Modul 10 synthetisierten Materialien werden die Wirkmechanismen in der technischen Anwendung erlernt.
Lehrgegenstände	<p>Grundlagen (Theorie) zur Funktionen von Molekülen und Werkstoffen und deren Anwendungen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Katalysatoren, Biokatalyse (Berkessel, Schmalz, Schwarz)</li> <li>2. Farb- &amp; Leuchtstoffe, optische Eigenschaften (Griesbeck, Klein, Meyer, Meerholz)</li> <li>3. Elektrische Eigenschaften &amp; Magnetismus (Meerholz, Ruschewitz)</li> <li>4. Poröse Materialien (Griesbeck, Meerholz, Ruschewitz)</li> <li>5. Ionenleiter, Brennstoffzelle, Akku (Meerholz)</li> <li>6. Mesophasen, Flüssigkristalle (Blunk, Strey)</li> <li>7. Supramolekulare Chemie (Meerholz, Schmalz, Strey, Tieke)</li> <li>8. Polymere und deren Anwendung (Tieke)</li> <li>9. Oberflächenbehandlung und Beschichtungsmethoden, Lithographie (Berkessel, Meerholz)</li> <li>10. Sensorik (Berkessel, Griesbeck, Meerholz, Waffenschmidt)</li> </ol>
Häufigkeit	Im Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Chemie
Zuständig	Prof. Dr. K. Meerholz, Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. A. Berkessel, Prof. Dr. G. Schwarz

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Seminar zur Vorlesung „Molekulare Funktion und Anwendung“</b>
Fachsemester	5. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>2</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung
Prüfungen	Keine
Lernziele	Konzeption von Demonstratoren sowie Auswertung der Ergebnisse
Lehrgegenstände	Anwendung der im Modul 10 dargestellten Verbindungen. Diskussion in Kleingruppen der Experimente des Praktikums.
Häufigkeit	Im Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Chemie
Zuständig	Prof. Dr. K. Meerholz, Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. A. Berkessel, Prof. Dr. G. Schwarz

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Praktikum „Molekulare Funktion und Anwendung“</b>
Fachsemester	5. Semester
Umfang	6 Wochen
Leistungspunkte	<b>6</b>
Begleitende Lehreinheiten	Seminar
Prüfungen	Kolloquium
Lernziele	Selbständige Präparation von funktionellen Demonstratoren und deren Charakterisierung
Lehrgegenstände	Funktionelle Prozesse, Reaktoren und Bauteile aus den Bereichen der anorganischen, organischen, physikalischen Chemie und Biochemie. Es werden zu den ausgewählten Themen (s. o.) insgesamt 10 Versuche angeboten, hiervon sind wahlweise 5 durchzuführen.
Häufigkeit	Im Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Chemie
Zuständig	Prof. Dr. K. Meerholz, Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. A. Berkessel, Prof. Dr. G. Schwarz

<b>Modul 12/13a</b>	<b>MN-C-WP/a</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Wahlpflichtfach Anorganische Chemie</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung, Praktikum, Seminar
Modulziele / Kompetenzen	Aufbauend auf den Modulen „Allgemeine Chemie“ und „Anorganische Chemie“ können die Studierenden anspruchsvolle und fortgeschrittene Aufgabenstellungen aus verschiedenen Teilgebieten der modernen Anorganischen Chemie bearbeiten. Sie beherrschen verschiedene Präparationsmethoden und können sich bei der Charakterisierung der dargestellten Verbindungen einer geeigneten Analytik sowie anderer Methoden der Strukturbestimmung bedienen.
Modulinhalte	Vorlesung über verschiedene Teilgebiete der modernen Anorganischen Chemie, z.B. Molekül-, Koordinations- und Festkörperchemie. Diese Vorlesung wird dem Angebot des Masterstudiengangs Chemie entnommen. Praktikum mit Versuchen zu verschiedenen Teilgebieten der modernen Anorganischen Chemie, z. B. Molekül-, Koordinations- und Festkörperchemie. In einem begleitenden Seminar werden die Versuche und ihre Grundlagen vertieft.
Soft Skills	Arbeitsplanung, Kommunikationsfähigkeit, Teamfähigkeit, Datenmanagement, Wissenstransfer und –management, selbständiges Arbeiten, Dokumentation
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren der Module 1 und 5 sowie erfolgreiche Teilnahme am Praktikum des Moduls 10
Prüfungs- voraussetzungen	Zur Prüfung 1: keine Zur Prüfung 2: Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum inkl. testierter Abgabe eines Praktikumsprotokolls sowie Teilnahme am Seminar inkl. testiertem Vortrag
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zum Kolloquium erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum und Seminar beim Betreuer des Praktikums.
Prüfungen	Prüfung 1: Klausur zur Vorlesung Prüfung 2: Kolloquium zum Praktikum und Seminar
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Seminar (1 SWS), Praktikum (5 Wochen)
Leistungspunkte	<b>11</b>
Modulnote	Zu gleichen Teilen aus der Note der Klausur und des Kolloquiums
Semester	5. oder 6. Semester
Häufigkeit	Jedes Winter- und Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Anorganischen Chemie
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riedel: Moderne Anorganische Chemie (de Gruyter)</li> <li>- Smart/Moore: Solid State Chemistry: An Introduction (CRC)</li> <li>- Müller: Anorganische Strukturchemie (Teubner)</li> <li>- Elschenbroich: Organometallchemie (Teubner)</li> <li>- Errington: Advanced Practical Inorganic and Metalorganic Chemistry (CRC)</li> <li>- Klapötke/Tornieporth-Oetting: Nichtmetallchemie (Wiley-VCh)</li> <li>- Steudel: Chemie der Nichtmetalle (de Gruyter)</li> </ul>
Verwendbarkeit i. a.	Wahlpflichtmodul in den Master-Studiengängen der übrigen

Studiengängen	naturwissenschaftlichen Fächer
Zuständig	Dozenten der Anorganischen Chemie

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Moderne Anorganische Chemie I/II“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>5</b>
Begleitende Lehreinheiten	Praktikum, Seminar
Prüfungen	Prüfung 1: Klausur
Lernziele	Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, anspruchsvolle und fortgeschrittene Aufgabenstellungen aus verschiedenen Teilgebieten der modernen Anorganischen Chemie zu bearbeiten und selbständig Lösungsansätze zu entwickeln.
Lehrgegenstände	<p>Grundlegende und in sich abgeschlossene Vorlesung über verschiedene Teilgebiete der modernen Anorganischen Chemie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Molekülchemie (Chemie der Edelgase und Halogene im Zusammenhang mit modernen Bindungskonzepten)</li> <li>- Koordinationschemie (Strukturen von und Bindungsverhältnisse in Komplexen; typische Reaktionen von Komplexen: Ligandenaustausch, Elektronentransfer; optische und magnetische Eigenschaften; Anwendung von Komplexen in der Analytik und Vorkommen in der Biologie)</li> <li>- Festkörperchemie (Synthese von Festkörperverbindungen, ausgewählte Stoffklassen: Cluster, Zeolithe, Supraleiter, intermetallische Verbindungen, Carbide, Defektstrukturen)</li> </ul> <p>Diese Vorlesung wird dem Angebot des Masterstudiengangs Chemie entnommen.</p>
Häufigkeit	Jedes Winter- und Sommersemester
Dozenten	Prof. Dr. G. Meyer, Prof. Dr. S. Mathur, Prof. Dr. A. Klein, Prof. Dr. U. Ruschewitz
Zuständig	Dozenten der Anorganischen Chemie

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Praktikum „Anorganische Chemie (Wahlpflicht)“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	5 Wochen
Leistungspunkte	<b>5</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung, Seminar
Prüfungen	Prüfung 2: Kolloquium zum Praktikum und Seminar
Lernziele	Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, anspruchsvolle und fortgeschrittene experimentelle Techniken und Synthesen aus diversen Teilgebieten der modernen Anorganischen Chemie durchzuführen und selbständig aufwändige präparative Fragestellungen der fortgeschrittenen Syntheseplanung zu bearbeiten.
Lehrgegenstände	Praktikum mit verschiedenen anspruchsvollen Versuchen zu diversen Teilgebieten der modernen Anorganischen Chemie, z. B. Festkörperchemie, Koordinationschemie und Chemie der Nichtmetalle.



	Die Versuche umfassen sowohl Synthesen mit fortgeschrittenen präparativen Arbeitstechniken als auch die Charakterisierung der dargestellten Verbindungen mittels moderner Analytik.
Häufigkeit	Jedes Winter- und Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Anorganischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Anorganischen Chemie und Assistenten

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Seminar zum Praktikum „Anorganische Chemie (Wahlpflicht)“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung, Praktikum
Prüfungen	s. Lerneinheit 2
Lernziele	Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, über ihre Praktikumsversuche aus einem Teilgebiet der Anorganischen Chemie frei zu referieren, die wissenschaftlichen Grundlagen dazu selbständig herauszuarbeiten und mit Mitstudierenden sowie Dozenten darüber zu diskutieren.
Lehrgegenstände	Seminar mit Vorträgen und Diskussionen der Modulteilnehmer über ihre Praktikumsversuche im Rahmen des Moduls; neben den Synthesen und ihren chemischen Grundlagen und Hintergründen sollen auch die durchgeführten Charakterisierungsmethoden in den Vorträgen behandelt und am konkreten Beispiel der eigenen Versuche verdeutlicht werden. Ferner ist die Einordnung in die aktuelle Fachliteratur selbständig herauszuarbeiten und darzustellen.
Häufigkeit	Jedes Winter- und Sommersemester
Dozenten	N. N.
Zuständig	Dozenten der Anorganischen Chemie

<b>Modul 12/13 b</b>	<b>MN-C-WP/b</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Wahlpflichtfach Organische Chemie</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung, Seminar, Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	<p>Die Studierenden können, aufbauend auf den Modulen „Organische Chemie I“ und „Organische Chemie II“ anspruchsvolle und fortgeschrittene Aufgabenstellungen aus verschiedenen Teilgebieten der modernen Organischen Chemie bearbeiten und selbständig Lösungsansätze entwickeln.</p> <p>Die Vorlesung liefert einen Überblick über die wichtigsten Bereiche der modernen organischen Chemie, wobei essentielle Konzepte und Aspekte am Beispiel relevanter Reaktionen, Substanzklassen und Synthesemethoden behandelt, aber auch wichtige Aspekte der biologischen und physikalischen organischen Chemie vorgestellt werden. Für Bachelor-Studierende, die sich in organischer Chemie spezialisieren möchten, steckt die Vorlesung das Feld der Organischen Chemie in seinen wesentlichen Bereichen ab. Sie bietet einerseits einen Überblick und andererseits eine Vertiefung des in den OC-Pflichtmodulen angelegten Wissens und Verständnisses. In dem auf die Vorlesung abgestimmten Übungs-Seminar werden wichtige, ausgewählte Konzepte und Inhalte aufgegriffen und anhand von Fallbeispielen vertieft. Das Seminar bietet den Studierenden Gelegenheit, anhand des Lösen von "Denksportaufgaben" wichtige Kompetenzen (Formulieren von Reaktionsmechanismen, Synthesepaltung, usw.) zu trainieren und den Stand ihres Wissens und Verständnisses zu überprüfen. Die im Seminar diskutierten Inhalte und trainierten Problemlösungstechniken sind klausur-relevant.</p>
Modulinhalte	Vorlesung über verschiedene Teilgebiete der modernen Organischen Chemie; diese Vorlesung wird aus dem Angebot des Masterstudiengangs Chemie entnommen. Praktikum mit verschiedenen Versuchen zu allen Teilgebieten der modernen Organischen Chemie, z. B. Katalyse und Biokatalyse, Photo- und Radikalchemie, Metallorganische Chemie, Bioorganische Chemie. In einem begleitenden Seminar werden die Versuche und ihre Grundlagen vertieft.
Soft Skills	Arbeitsplanung, Präsentationstechniken, Kommunikationsfähigkeiten, Teamfähigkeit, Selbständiges Arbeiten, Rechtliches, Organisationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit.
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren der Module 1 und 6a,b sowie erfolgreiche Teilnahme am Praktikum des Moduls 10
Prüfungs- voraussetzungen	Zur Prüfung 1: keine Zur Prüfung 2: Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum inkl. testierter Abgabe eines Praktikumsprotokolls sowie Teilnahme am Seminar inkl. testiertem Vortrag
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zum Kolloquium erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme am Praktikum beim Praktikumsleiter.
Prüfungen	Prüfung 1: Klausur zur Vorlesung Prüfung 2: Kolloquium zum Praktikum
Präsenzzeiten	Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS), Praktikum (5 Wochen)

Leistungspunkte	<b>11</b>
Modulnote	Zu gleichen Teilen aus der Note der Klausur und des Kolloquiums
Semester	5. oder 6. Semester
Häufigkeit	Jedes Winter- und Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Organischen Chemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i. a. Studiengängen	keine
Zuständig	Dozenten der Organischen Chemie

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Fortgeschrittene Organische Chemie“ aus dem Masterprogramm</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Seminar
Prüfungen	Klausur
Lernziele	Vertiefte Kenntnisse in den verschiedenen Teilgebieten der modernen Organischen Chemie
Lehrgegenstände	Die Vorlesung liefert einen Überblick über die wichtigsten Bereiche der modernen organischen Chemie, wobei essentielle Konzepte und Aspekte am Beispiel relevanter Reaktionen, Substanzklassen und Synthesemethoden behandelt, aber auch wichtige Aspekte der biologischen und physikalischen organischen Chemie vorgestellt werden. Für Bachelor-Studierende, die sich in organischer Chemie spezialisieren möchten, steckt die Vorlesung das Feld der Organischen Chemie in seinen wesentlichen Bereichen ab. Sie bietet einerseits einen Überblick und andererseits eine Vertiefung des in den OC-Pflichtmodulen angelegten Wissens und Verständnisses.
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Dozenten der Organischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Organischen Chemie

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Seminar „Fortgeschrittene Organische Chemie“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>2</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung und Praktikum
Prüfungen	keine
Lernziele	Die Studierenden können über Vorlesungsinhalte und Praktikumsversuche frei referieren und über wissenschaftliche Grundlagen diskutieren.
Lehrgegenstände	In dem auf die Vorlesung abgestimmten Übungs-Seminar werden wichtige, ausgewählte Konzepte und Inhalte aufgegriffen und anhand von Fallbeispielen vertieft. Das Seminar bietet den Studierenden Gelegenheit, anhand des Lösens von "Denksportaufgaben" wichtige Kompetenzen (Formulieren von Reaktionsmechanismen, Syntheseplanung, usw.)

	zu trainieren und den Stand ihres Wissens und Verständnisses zu überprüfen. Die im Seminar diskutierten Inhalte und trainierten Problemlösungstechniken sind klausurrelevant.
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Dozenten der Organischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Organischen Chemie

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Praktikum „Fortgeschrittene Organische Chemie“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	5 Wochen
Leistungspunkte	<b>5</b>
Begleitende Lehreinheiten	Seminar
Prüfungen	Kolloquium
Lernziele	Die Studierenden können anspruchsvolle organische Synthesen und Reinigungsverfahren selbständig durchführen und beherrschen analytische Verfahren (instrumentelle Analytik – NMR, IR, UV, MS – und chromatographische Methoden) zur Identifikation und Reinheitsbestimmung der Produkte.
Lehrgegenstände	Praktikum mit verschiedenen Versuchen zu allen Teilgebieten der modernen Organischen Chemie, z. B. metallorganische Chemie. Die Versuche umfassen sowohl Synthesen als auch die Charakterisierung der dargestellten Verbindungen mittels verschiedener spektroskopischer und analytischer Methoden.
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Dozenten der Organischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Organischen Chemie

<b>Modul 12/13 c</b>	<b>MN-C-WP/c</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Wahlpflichtfach Physikalische Chemie</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung, Seminar, Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage, moderne Entwicklungen der Physikalischen Chemie zu verstehen und ihre Bedeutung für die Chemie kritisch einzuordnen. Sie beherrschen anspruchsvolle experimentelle Fähigkeiten und können die in Experimenten gewonnenen Daten beurteilen und sie in Bezug zu geeigneten Theorien setzen. Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Daten in schriftlicher und mündlicher Form kompetent zu diskutieren und zu interpretieren.
Modulinhalte	Vorlesung über verschiedene Teilgebiete der Physikalischen Chemie. Die Vorlesung wird aus dem Angebot des Masterstudiengangs Chemie entnommen. Praktikum mit ausgewählten Versuchen zu verschiedenen Teilgebieten der Physikalischen Chemie: Phasengleichgewichte, Kinetik und Transportphänomene, Struktur der Materie, statistische Thermodynamik. Seminar mit Vorträgen und Diskussion über Versuche und Experimente im Rahmen des Praktikums.
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren der Module 1 und 4
Prüfungs- voraussetzungen	Zur Prüfung 1: keine Zur Prüfung 2: Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum inkl. testierter Abgabe eines Praktikumsprotokolls
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zum Kolloquium erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme am Praktikum beim Praktikumsleiter.
Prüfungen	Klausur und Kolloquium
Präsenzzeiten	Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS), Praktikum (6 Wochen)
Leistungspunkte	<b>11</b>
Modulnote	Zu gleichen Teilen aus Klausur- und Kolloquiumsnote
Semester	5. oder 6. Semester
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Dozenten der Physikalischen Chemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	
Zuständig	Dozenten der Physikalischen Chemie

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Fortgeschrittene Physikalische Chemie“ aus dem Masterstudiengang</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>3</b>
Begleitende Lehreinheiten	Seminar, Praktikum
Prüfungen	Klausur
Lernziele	Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit, moderne Entwicklungen in Teilgebieten der Physikalischen Chemie zu verstehen und ihre Bedeutung für die Chemie einzuordnen..

Lehrgegenstände	Grundlegende Vorlesung aus Teilgebieten der Physikalischen Chemie. Es wird eine Auswahl aus den folgenden Teilgebieten behandelt: Molekülsymmetrie; Spektroskopie (Rotations- und Schwingungsübergänge, Elektronenübergänge, magnetische Resonanz); statistische Thermodynamik (Grundlagen und Anwendungen); elektrische und magnetische Eigenschaften von Molekülen; angewandte Elektrochemie; Makromoleküle; Oberflächen und Grenzflächen; kolloid-disperse Systeme. Diese Vorlesung wird aus dem Masterstudiengang übernommen.
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Dozenten der Physikalischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Physikalischen Chemie

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Praktikum zum Wahlpflichtfach „Physikalische Chemie“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	6 Wochen
Leistungspunkte	<b>6</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung, Seminar
Prüfungen	Kolloquium zum Praktikum und Seminar
Lernziele	Die Studierenden beherrschen anspruchsvolle experimentelle Fähigkeiten und können die durch Laborexperimente gewonnenen Daten beurteilen und sie in Bezug zu geeigneten Theorien setzen. Sie können selbständig Lösungsansätze entwickeln und sind in der Lage, wissenschaftliche Daten in Wort und Schrift zu diskutieren und zu interpretieren.
Lehrgegenstände	Praktikum mit Versuchen aus Teilgebieten der modernen Physikalischen Chemie: Emulsion, Mikroemulsion; Berechnung eines Phasendiagramms für ein binäres Mischsystem; Relaxationskinetik; Diffusion; Cyclovoltammetrie; IR-Spektroskopie; UV/VIS-Spektroskopie; dynamische Differenzthermoanalyse; NMR-Spektroskopie; Laser; thermodynamische Funktion von Jod im gasförmigen und festen Zustand; Phänomenologie der Schmelzgleichgewichte binärer Mischungen; Gummielastizität; Statistische Kugelspiele; Poisson-Verteilung. Es werden 6 Versuche ausgewählt und durchgeführt.
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Dozenten der Physikalischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Physikalischen Chemie

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Seminar zum Wahlpflichtfach „Physikalische Chemie“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>2</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung, Praktikum
Prüfungen	Keine
Lernziele	Die Studierenden können selbständig die Inhalte und Ergebnisse ihrer während des Praktikums erhaltenen Ergebnisse aus Teilgebieten der Physikalischen Chemie referieren, die wissenschaftlichen Grundlagen dazu

	selbständig erarbeiten und die Ergebnisse fundiert diskutieren.
Lehrgegenstände	Seminar mit Vorträgen und Diskussion der Modulteilnehmer über ihre Versuche und Experimente im Rahmen des Praktikums. Die Grundlagen und das wissenschaftliche Umfeld der Experimente sollen ausführlich dargestellt werden.
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Dozenten der Physikalischen Chemie
Zuständig	Dozenten der Physikalischen Chemie

<b>Modul 12/13 d</b>	<b>MN-C-WP/d</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Wahlpflichtfach Theoretische Chemie</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung, Seminar, Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden sollen die Grundlagen, Näherungen und Anwendungsbereiche moderner quantenchemischer Rechenverfahren erlernen und üben, selbstständig die geeignete(n) Methode(n) für Probleme aus der Praxis auszuwählen und diese erfolgreich anzuwenden.
Modulinhalte	Vorlesung über moderne quantitative Verfahren der Quantenchemie aus dem Masterstudium und Seminar sowie Praktikum über deren korrekte und effiziente Anwendung auf chemische Problemstellungen
Soft Skills	Arbeitsplanung, Präsentationstechniken, Kommunikationsfähigkeiten, Teamfähigkeit, Datenmanagement, Wissenstransfer und –management, Selbständiges Arbeiten, Organisationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit, Informationsgewinnung, Informationsanalyse, Informationsbewertung, Dokumentation
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren der Module MN-C-AIC und MN-C-TC
Prüfungs- voraussetzungen	Abgeschlossenes Praktikum „Fortgeschrittene Theoretische Chemie“
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zum Kolloquium erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme am Praktikum beim Praktikumsleiter.
Prüfungen	Abschlusskolloquium
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Seminar (1 SWS), Praktikum (6 Wochen)
Leistungspunkte	<b>11</b>
Modulnote	Note Abschlusskolloquiums
Semester	5. Semester
Häufigkeit	Jedes Sommer- und Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Theoretischen Chemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	
Zuständig	Prof. Dr. M. Dolg

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Fortgeschrittene Theoretische Chemie“ aus dem Masterprogramm</b>
Fachsemester	5. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Seminar und Praktikum „Fortgeschrittene Theoretische Chemie“
Prüfungen	keine
Lernziele	Verständnis der Grundzüge quantenchemischer Verfahren sowie die Fähigkeit, diese selbstständig zur Bearbeitung einfacher chemischer Probleme einzusetzen und die Ergebnisse kritisch zu beurteilen
Lehrgegenstände	- Modell unabhängiger Teilchen, Elektronenkorrelation - Methode des selbstkonsistenten Feldes (SCF) - Hartree-Fock-Verfahren (HF)



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dichtefunktionalverfahren (DFT)</li> <li>- Configuration Interaction Verfahren (CI)</li> <li>- Coupled Cluster Ansatz (CC)</li> <li>- Many-body Perturbation Theory (MBPT)</li> <li>- Relativistische Effekte</li> <li>- Lösungsmittelleffekte</li> <li>- Kopplung quantenchemischer und klassisch mechanischer Verfahren (QM/MM)</li> <li>- Klassische Molekulardynamik und Car-Parrinello Molekulardynamik (CPMD)</li> </ul>
Häufigkeit	Jedes Sommer- und Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Theoretischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. M. Dolg

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Seminar zur Vorlesung „Fortgeschrittene Theoretische Chemie“ (Wahlpflicht)</b>
Fachsemester	5. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>2</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung und Praktikum „Fortgeschrittene Theoretische Chemie“
Prüfungen	keine
Lernziele	Die Studierenden vertiefen die in der Vorlesung behandelten quantenchemischen Verfahren anhand von ausgewählten Anwendungsbeispielen auf Probleme mit chemischem Hintergrund
Lehrgegenstände	Erlernen der richtigen Anwendung eines Standard-Programmsystems, z.B. GAUSSIAN, GAMESS oder TURBOMOLE
Häufigkeit	Jedes Sommer- und Wintersemester
Dozenten	Dozenten der Theoretischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. M. Dolg

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Praktikum „Fortgeschrittene Theoretische Chemie“ (Wahlpflicht)</b>
Fachsemester	5. Semester
Umfang	6 Wochen
Leistungspunkte	<b>5</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung und Seminar „Fortgeschrittene Theoretische Chemie“
Prüfungen	Abschlusskolloquium
Lernziele	Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, ein chemisches Problem mit Hilfe quantenchemischer Methoden selbständig zu bearbeiten.
Lehrgegenstände	Vertiefung der Kenntnisse über quantenchemische Verfahren und deren Anwendungsbereiche
Häufigkeit	Jedes Sommer- und Wintersemester (nach Vereinbarung)
Dozenten	Dozenten der Theoretischen Chemie
Zuständig	Prof. Dr. M. Dolg

<b>Modul 12/13 e</b>	<b>MN-C-WP/e</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Wahlpflichtfach Biochemie</b>
Lehrveranstaltungen	Seminar und Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden können, aufbauend auf dem Modul „Biochemie“ anspruchsvolle und fortgeschrittene Aufgabenstellungen aus verschiedenen Teilgebieten der modernen Biochemie bearbeiten und selbständig Lösungsansätze entwickeln.
Modulinhalte	Praktikum mit verschiedenen Versuchen zur Isolierung und Charakterisierung von Biomolekülen. Das Praktikum dient zur weiteren Vertiefung der Kenntnisse über die verschiedenen Klassen der Biomoleküle welche in der Vorlesung II des Moduls 8 vorgestellt wurden. Alternativ werden Etagenpraktika aus den Teilgebieten der modernen Biochemie, z. B. Strukturbiologie, Enzymologie, Neurobiochemie, Signaltransduktion, Membranbiologie, Energiestoffwechsel, Biotechnologie angeboten. In einem begleitenden Seminar werden die Versuche und ihre Grundlagen vertieft.
Soft Skills	Arbeitsplanung, Präsentationstechniken, Kommunikationsfähigkeiten, Wissenstransfer, Selbständiges Arbeiten, Dokumentation
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren der Module 1 und 8
Prüfungs- voraussetzungen	Teilnahme an Seminar und Praktikum.
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zum Kolloquium erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme am Praktikum beim Praktikumsleiter.
Prüfungen	Klausur oder Kolloquium zu Inhalten des Praktikums und Seminars
Präsenzzeiten	6 Wochen Praktikum
Leistungspunkte	<b>11</b>
Modulnote	Note der Klausur bzw. des Kolloquiums
Semester	5. oder 6. Semester
Häufigkeit	Jedes Winter- und Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Biochemie
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	keine
Zuständig	Dozenten der Biochemie

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Praktikum „ Fortgeschritten Biochemie “</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	6 Wochen
Leistungspunkte	<b>9</b>
Begleitende Lehreinheiten	Seminar
Prüfungen	Klausur oder Kolloquium zum Inhalt des Praktikums und des Seminars
Lernziele	Die Studierenden beherrschen komplexe experimentelle Fähigkeiten und können die durch verschiedene Mess- und Analysemethoden gewonnenen Daten beurteilen und sie in Bezug zu geeigneten Theorien setzen. Sie können selbständig Lösungsansätze entwickeln und sind in der Lage,

	schriftlich und mündlich wissenschaftliche Daten zu diskutieren und interpretieren. Sie beherrschen die grundlegenden Techniken zur Isolierung und Charakterisierung der verschiedenen Biomoleküle
Lehrgegenstände	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellaufschluss und Extraktion von Biomolekülen</li> <li>• Dünnschicht- und Gaschromatographie von Lipiden und ihre Klassifizierung</li> <li>• Charakterisierung von Kohlenhydraten und Glykoproteinen durch Massenspektrometrie und NMR</li> <li>• Isolation, Konzentrationsbestimmung, Elektrophorese, Molekulargewichts- und Aminosäurebestimmung sowie Sequenzanalyse von Proteinen und Polypeptiden</li> <li>• Restriktionsanalyse, Elektrophorese, Blotting, Immunologischer Nachweise und Sequenzierung von Nukleinsäuren</li> <li>• rekombinante Proteinexpression und Affinitätschromatographie</li> <li>• Extraktion und Chromatographie von Proteinen aus nativen Geweben</li> <li>• Enzymkinetische Untersuchungen von Enzymen (kinetische Parameter, kompetitive und nicht-kompetitive Hemmung von Stoffwechsellenzymen)</li> </ul> <p><u>Alternativ</u> werden Etagenpraktika aus den Teilgebieten der modernen Biochemie, z. B. Strukturbiochemie, Enzymologie, Neurobiochemie, Signaltransduktion, Membranbiologie, Energiestoffwechsel, Biotechnologie angeboten.</p>
Häufigkeit	Jedes Winter- und Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Biochemie
Zuständig	Dozenten der Biochemie

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Seminar zur Vorlesung „Fortgeschritten Biochemie“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>2</b>
Begleitende Lehreinheiten	Praktikum
Prüfungen	s. Lehreinheit 2
Lernziele	Die Studierenden können selbständig zu aktuellen Probleme der Biochemie referieren oder unter Anleitung lösen bzw. Lösungsvorschläge machen, die wissenschaftlichen Grundlagen dazu erarbeiten und die Ergebnisse fundiert diskutieren.
Lehrgegenstände	Themen zu den Versuchen des Praktikums.
Häufigkeit	Jedes Winter- und Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Biochemie
Zuständig	Dozenten der Biochemie

<b>Modul 12/13 f</b>	<b>MN-C-WP/f</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Wahlpflichtfach Makromolekulare Chemie<sup>#</sup></b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung, Seminar, Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden erlernen die Grundlagen in Makromolekularer Chemie und erwerben Grundkenntnisse in Polymersynthese und Polymercharakterisierung in Theorie und Experiment; Die Studierenden werden an aktuelle Forschungsthemen der Polymerchemie herangeführt.
Modulinhalte	Vorlesung: Synthese von Polymeren, Polymermodifizierung und Recycling; Polymercharakterisierung, Molekulargewichtsbestimmungsmethoden, Kristallisation und Glaszustand, thermische und mechanische Eigenschaften. Seminar: Präsentation und Diskussion aktueller Themen der Polymerchemie. Praktikum: selbständiges Arbeiten zu Synthese und Charakterisierung von Polymeren
Sonstige Lehrinhalte	Arbeitsplanung, Präsentationstechniken, Kommunikationsfähigkeiten, Teamfähigkeit, Datenmanagement, Wissenstransfer und –management, Selbständiges Arbeiten, Medienkompetenz (e-Medien, Papier) Organisationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit, Informationsgewinnung Informationsanalyse, Informationsbewertung, Dokumentation
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren der Module MN-C-AIC und MN-C-OC
Prüfungs- voraussetzungen	Teilnahme an der Vorlesung, erfolgreiche Teilnahme an Praktikum und Seminar.
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zum Abschlusskolloquium erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme an Praktikum und Seminar beim Praktikumsleiter.
Prüfungen	Abschlusskolloquium, Seminarvortrag, schriftlicher Bericht zum Praktikum.
Präsenzzeiten	Vorlesung (3 SWS), Seminar (1 SWS), Praktikum (4 Wochen)
Leistungspunkte	<b>11</b>
Modulnote	Zu gleichen Teilen aus den Noten des Seminarvortrags, des Praktikumsberichtes und des Abschlusskolloquiums
Semester	5. oder 6. Semester
Häufigkeit	Vorlesung jedes zweite bis dritte Semester, Praktikum und Seminar jedes Semester
Dozenten	Prof. Dr. B. Tieke
Literatur	B. Tieke, Makromolekulare Chemie – Eine Einführung, Wiley-VCH
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	keine
Zuständig	Prof. Dr. Bernd Tieke

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Makromolekulare Chemie, Teil I und II“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	3 SWS
Leistungspunkte	<b>6</b>

Begleitende Lehreinheiten	Praktikum und Seminar
Prüfungen	keine
Lernziele	Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Makromolekularen Chemie. Die Studierenden erlernen die wichtigsten Synthesemethoden für Polymere und die Methoden zur Charakterisierung von Polymeren. Die Studierenden erwerben Kenntnisse über wichtige Zusammenhänge zwischen Polymerstruktur und Werkstoffeigenschaften.
Lehrgegenstände	(1) Synthetische makromolekulare Chemie: Stufenwachstumsreaktionen (Polykondensation, Polyaddition), Kettenwachstumsreaktionen (radikalische, ionische und koordinative Polymerisation), Copolymerisation, Polymermodifizierung, Polymerverarbeitung und Recycling. (2) Charakterisierung von Polymeren: Thermodynamik von Polymeren in Lösung, Molekulargewichtsbestimmungsmethoden, Gelpermeationschromatographie, spektroskopische Methoden der Polymeranalyse. (3) Polymere im festen Zustand: Struktur, thermisches Verhalten (Schmelzbereich und Glasübergang), mechanische Eigenschaften (Energie-, Entropie- und Viskoelastizität, dynamisch-mechanische Analyseverfahren).
Häufigkeit	Jedes zweite bis dritte Semester
Dozenten	Prof. Dr. B. Tieke
Zuständig	Prof. Dr. Bernd Tieke

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Seminar zu aktuellen Themen aus der Makromolekularen Chemie</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung und Praktikum
Prüfungen	Ca. 30-minütiger Seminarvortrag mit Diskussion, der benotet wird. Das Vortragsthema wird vom Dozenten vergeben
Lernziele	Das Seminar dient der Vertiefung der in der Vorlesung vermittelten Grundlagen anhand von Beispielen und speziellen Themen. Die Studierenden lernen aktuelle Forschungsgebiete kennen. Die Studierenden lernen die Fähigkeit zur Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse.
Lehrgegenstände	Der Schwerpunkt liegt in der Präsentation und Diskussion der laufenden Arbeiten des Arbeitskreises. Darüber hinaus werden aktuelle Themen und Forschungsgebiete aus der Makromolekularen Chemie präsentiert und diskutiert.
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Prof. Dr. B. Tieke
Zuständig	Prof. Dr. B. Tieke

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Praktikum „Makromolekulare Chemie“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	4 Wochen

Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung und Seminar
Prüfungen	Es wird ein schriftlicher Bericht angefertigt, der benotet wird.
Lernziele	Erlernen der Fähigkeiten zur selbständigen Synthese und Charakterisierung von Polymeren. Selbständiges Erarbeiten und Auswerten wissenschaftlicher Ergebnisse und Darstellung in Form eines Berichts.
Lehrgegenstände	Praktische Durchführung von Polymerisationsreaktionen, Reinigung und Aufarbeitung, Polymercharakterisierung; selbständige Durchführung eines kleinen Forschungsprojektes unter Anleitung einer Doktorandin / eines Doktoranden.
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Prof. Dr. B. Tieke
Zuständig	Prof. Dr. B. Tieke

# Kann aus Kapazitätsgründen nur jedes zweite Jahr angeboten werden.

<b>Modul 12/13 g</b>	<b>MN-C-WP/g</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Wahlpflichtfach Technische Chemie<sup>#</sup></b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung Technische Chemie, Übungen zur Vorlesung Technische Chemie, Praktikum Technische Chemie, Seminar zum Praktikum Technische Chemie
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen und Methoden, um aus theoretischen Kenntnissen und aus Experimenten im Labormaßstab und im halbtechnischen Maßstab Verfahren und Apparate der Technischen Chemie auszuwählen, auszulegen und im industriellen Maßstab Gesamtprozesse zu konzipieren und zu betreiben.
Modulinhalte	Verfahrenstechnische Grundlagen: Strömungslehre, Wärmeübertragung, Stoffübertragung Verfahrenstechnische Grundoperationen: Thermische Verfahrenstechnik, Mechanische Verfahrenstechnik Reaktionstechnik, Dimensionierung von Reaktoren Prozesskunde Entwicklungstendenzen
Soft Skills	Arbeitsplanung, Kommunikationsfähigkeit, Teamfähigkeit, Datenmanagement, Wissenstransfer und –management, selbständiges Arbeiten, Dokumentation
Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-AIC
Prüfungsvoraussetzungen	Teilnahme an Vorlesung, Übungen, Praktikum inkl. testierter Abgabe von Praktikumsprotokollen
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zur Klausur erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme am Praktikum
Prüfungen	Klausur nach der Vorlesung Technische Chemie
Präsenzzeiten	Vorlesungen (4 SWS), Übungen (2 SWS), Praktikum (2 Wochen im Block), Seminar zum Praktikum (1 SWS)
Leistungspunkte	<b>11</b>
Modulnote	Note der bestandenen Klausur
Semester	5. Semester
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Prof. Dr. S. Ortanderl
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	keine
Zuständig	Prof. Dr. S. Ortanderl

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Technische Chemie“</b>
Fachsemester	5. Semester
Umfang	4 SWS
Leistungspunkte	<b>6</b>
Begleitende Lehreinheiten	Übungen
Prüfungen	Klausur nach der Vorlesung Technische Chemie
Lernziele	Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Technischen Chemie.

	Am Ende der Lehrveranstaltung soll der Studierende verschiedene Reaktortypen für die Durchführung chemischer Reaktionen im großtechnischen Maßstab kennen, verstehen, welche Einflussgrößen bei technischen Reaktionen eine Rolle spielen, einfache Stoff- und Wärmebilanzen aufstellen, Modellansätze für ideale/reale Reaktoren angeben, mit ausgewählten Verfahren der thermischen und mechanischen Verfahrenstechnik sowie mit Grundprinzipien der Strömungslehre vertraut sein.
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Prof. Dr. S. Ortanderl
Zuständig	Prof. Dr. S. Ortanderl

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Übungen zur Vorlesung „Technische Chemie“</b>
Fachsemester	5. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>2</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung
Prüfungen	keine
Lernziele	Die Studierenden sollen das in der Vorlesung Gelernte in ausgewählten Übungsaufgaben umsetzen können
Lehrgegenstände	Bearbeitung vorgegebener Übungsaufgaben
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Prof. Dr. S. Ortanderl
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	keine
Zuständig	Prof. Dr. S. Ortanderl

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Praktikum „Technische Chemie“</b>
Fachsemester	5. Semester
Umfang	2 Wochen im Block
Leistungspunkte	<b>2</b>
Begleitende Lehreinheiten	Seminar
Prüfungen	keine
Lernziele	Die Studierenden sollen das in den Vorlesungen Gelernte experimentell umsetzen. Aus den Auswertungen sollen prinzipielle Zusammenhänge erkannt und dokumentiert werden.
Lehrgegenstände	Praktische Durchführung von ausgewählten Versuchen der Reaktionstechnik und Verfahrenstechnik.
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Prof. Dr. S. Ortanderl
Zuständig	Prof. Dr. S. Ortanderl

<b>Lehreinheit 4</b>	<b>Seminar zum Praktikum „Technische Chemie“</b>
Fachsemester	6. Semester



Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Praktikum
Prüfungen	keine
Lernziele	Das Seminar dient der Vertiefung der im Praktikum durchgeführten Versuche. Die Studierenden lernen die Fähigkeit zur Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse, sie sollen die Versuche vom Praktikum im Rahmen einer Präsentation vorstellen, erklären und prinzipielle Fragestellungen beantworten können.
Lehrgegenstände	Der Schwerpunkt liegt in der Präsentation und Diskussion der durchgeführten Versuche des Praktikums.
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Prof. Dr. S. Ortanderl
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	
Zuständig	Prof. Dr. S. Ortanderl

# Kann aus Kapazitätsgründen nur jährlich angeboten werden.

<b>Modul 12/13 h</b>	<b>MN-C-WP/h</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Wahlpflichtfach Nuklearchemie</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesungen „Einführung in die Nuklearchemie“ Seminar „Kernchemische Übungen und Proseminar“ Praktikum Seminar zum Praktikum
Modulziele / Kompetenzen	Verständnis der für die Nuklearchemie wichtigen Grundlagen; Einführung in die Theorie und Praxis nuklearchemischer Prozesse, Messtechniken und Nachweismethoden. Die Studierenden sollen die Kompetenz erlangen, selbständig und verantwortungsbewusst mit umschlossenen und offenen radioaktiven Stoffen umzugehen, die grundlegenden radiochemischen und radioanalytischen Arbeitsmethoden zu beherrschen, und im Arbeitsverlauf Grundlagen und Richtlinien des Strahlenschutzes zu berücksichtigen.
Modulinhalte	Radioaktive Stoffe und kernchemische Grundbegriffe, Entstehung, Wirkung und Nachweis von Kernstrahlung, Kernreaktionen, chemische Effekte von Kernreaktionen, Chemie der Radioelemente, Radioanalytik, radiochemische Arbeitsmethoden und Strahlenschutz.
Soft Skills	Arbeitsplanung und selbständiges Arbeiten, wissenschaftliche Präsentationstechniken unter Berücksichtigung von Inhalt und Form, adäquater Umgang mit elektronischen Medien, Daten-Recherche und -Management (Gewinnung, Analyse und Bewertung von Information), Kompetenz in Fragen von Strahlenschutz und Entsorgung radioaktiver Stoffe, Rechtsgrundlagen, Team- und Kooperationsfähigkeit
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des Moduls MN-C-AIC
Prüfungs- voraussetzungen	Für die erste Prüfung (Klausur): Teilnahme an Vorlesung und Übung Für die zweite Prüfung (Kolloquium): Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum inkl. Abgabe des Praktikumsprotokolls und gehaltenem Vortrag im Seminar zum Praktikum
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2). Die Anmeldung zum Kolloquium (2. Prüfung) erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme am Praktikum beim Praktikumsleiter.
Prüfungen	Prüfung 1: Klausur zur Vorlesung und Übung Prüfung 2: Kolloquium zum Praktikum
Präsenzzeiten	Vorlesung (2 SWS), Seminar „Kernchemische Übungen“ (2 SWS), Praktikum (4 Wochen) incl. Seminar zum Praktikum (1 SWS)
Leistungspunkte	<b>11</b>
Modulnote	Zu gleichen Teilen aus der Note der Klausur und des Kolloquiums
Semester	5. oder 6. Semester
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Die Lehrenden des Moduls
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	Wahlpflichtmodul in den Master-Studiengängen der übrigen naturwissenschaftlichen Fächer
Zuständig	Dozenten der Nuklearchemie

<b>Lehreinheit 1</b>	<b>Vorlesung „Einführung in die Nuklearchemie“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Übungen und Seminar
Prüfungen	Klausur zur Vorlesung
Lernziele	Die Studierenden lernen die grundlegenden Zusammenhänge und Anwendungen der Nuklearchemie kennen und werden im Zusammenspiel mit den Übungen in die Lage versetzt, diese im Praktikum und darüber hinaus anzuwenden.
Lehrgegenstände	Grundbegriffe und Eigenschaften der Atomkerne, radioaktive Zerfallsarten, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Nachweis von Kernstrahlung, Detektoren, Kernreaktionen, chemische Effekte von Kernreaktionen, Isotopie-Effekte, Isotopentrennverfahren, Isotopen-Anomalien, radiometrische Datierungsmethoden, Anwendungen stabiler und radioaktiver Isotope, Dosimetrie und Strahlenschutz
Häufigkeit	Jedes Winter- und Sommersemester
Dozenten	Dozenten der Nuklearchemie
Zuständig	Dozenten der Nuklearchemie

<b>Lehreinheit 2</b>	<b>Übungen „Einführung in die Nuklearchemie“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	2 SWS
Leistungspunkte	<b>2</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung
Prüfungen	keine
Lernziele	Die Studierenden lernen die nuklearchemischen Grundbegriffe und die theoretischen Zusammenhänge anzuwenden.
Lehrgegenstände	Anwendungen und Rechnungen zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Dozenten des Moduls
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	keine
Zuständig	Prof. Dr. H. H. Coenen

<b>Lehreinheit 3</b>	<b>Praktikum „Nuklearchemisches Praktikum“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	2 Wochen ganztags
Leistungspunkte	<b>4</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung und Kernchemische Übungen
Prüfungen	Abschlusskolloquium
Lernziele	Die Studierenden erlernen den Umgang und die Anwendung mit umschlossenen und offenen Radioaktivitäten und erwerben Praxis im

	Strahlenschutz.
Lehrgegenstände	Instrumenteller Nachweis von Kernstrahlung, chemische Effekte von Kernreaktionen, Chemie der Radioelemente, Radioanalytik und radiochemische Arbeitsmethoden.
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Dozenten des Moduls
Zuständig	Prof. Dr. H. H. Coenen

<b>Lehreinheit 4</b>	<b>Seminar zum „Nuklearchemischen Praktikum“</b>
Fachsemester	5. oder 6. Semester
Umfang	1 SWS
Leistungspunkte	<b>1</b>
Begleitende Lehreinheiten	Vorlesung und Praktikum
Prüfungen	keine
Lernziele	Die Studierenden lernen aktuelle Forschungsgebiete kennen und lernen die Fähigkeit zur Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse in einem ca. 30-minütigem Seminarvortrag mit Diskussion. Das Vortragsthema wird vom Dozenten vergeben.
Lehrgegenstände	Es werden aktuelle Themen aus dem Forschungsgebiet der Nuklearchemie präsentiert und diskutiert.
Häufigkeit	Jedes Semester
Dozenten	Dozenten des Moduls
Literatur	Wird aktuell ergänzt
Verwendbarkeit i.a. Studiengängen	keine
Zuständig	Prof. Dr. H. H. Coenen

<b>Modul 14</b>	<b>MN-C-Ba</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Bachelorarbeit und Bachelorkolloquium</b>
Lehrveranstaltungen	Dreimonatige Forschungsarbeit in einem chemischen Fach mit abschließendem Kolloquium und Abfassung einer schriftlichen Bachelorarbeit.
Modulziele / Kompetenzen	Selbständige Bearbeitung eines Problems aus dem Gebiet der Chemie unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden sowie schriftliche und mündliche Darstellung.
Modulinhalte	Die Bachelorarbeit und das Kolloquium sind Prüfungsleistungen, in denen die Kandidatin oder der Kandidat zeigen soll, dass sie oder er in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus dem Gebiet der Chemie unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und schriftlich wie mündlich darzustellen. Der Umfang der in deutscher oder englischer Sprache zu verfassenden Dokumentation soll 50 DIN-A4 Seiten nicht überschreiten.
Teilnahme- voraussetzungen	Auf Antrag sorgt der/die Vorsitzende des Prüfungsausschusses dafür, dass der/die Kandidat/in ein Thema für die Bachelorarbeit erhält. Der/die Kandidat/in kann Vorschläge für das Thema der Bachelorarbeit machen. Dieses wird erst ausgegeben, wenn mindestens 149 Leistungspunkte erworben wurden. Thema und Zeitpunkt der Ausgabe sind aktenkundig zu machen. Das Thema der Bachelorarbeit kann nur einmal und nur innerhalb von zwei Wochen nach Ausgabe zurückgegeben werden.
Prüfungs- voraussetzungen	Die Bachelorarbeit ist fristgemäß (spätestens drei Monate nach Ausgabe des Themas) in dreifacher Ausfertigung beim Prüfungsausschuss gedruckt und gebunden sowie in elektronischer Form einzureichen. Der Zeitpunkt der Abgabe ist aktenkundig zu machen. Bei Posteinlieferung gilt das Datum des Poststempels. Wird die Bachelorarbeit nicht fristgerecht eingereicht, so gilt sie als mit "nicht ausreichend" (5,0) bewertet. In begründeten Ausnahmefällen kann die Abgabe der Bachelorarbeit um einen Monat verlängert werden (Antrag an den/die Vorsitzenden/e des Prüfungsausschusses).
Prüfungen	In einem 20minütigen öffentlichem Kolloquium mit anschließender Diskussion, an dem die Gutachter teilnehmen sollen, berichtet der Kandidat oder die Kandidatin über die Ergebnisse. Die Benotung erfolgt durch die anwesenden Gutachter.
Präsenzzeiten	3 Monate Bachelorarbeit
Leistungspunkte	<b>14</b>
Modulnote	Das Modul „Bachelorarbeit“ ist bestanden, wenn sowohl die Bachelorarbeit als auch das Kolloquium mit „ausreichend“ oder besser bewertet wurden. Die Gesamtnote des Moduls „Bachelorarbeit“ errechnet sich aus den im Verhältnis 2:1 gewichteten Noten der Bachelorarbeit nach Abs. 6 und des Kolloquiums nach Abs. 7.
Semester	Jedes Semester
Häufigkeit	Durchgehend
Dozenten	Alle Dozenten der Chemie
Zuständig	Der Bachelorprüfungsausschuss

<b>Modul 15</b>	<b>MN-C-Tox</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Toxikologie und Rechtskunde</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesung und Übung
Modulziele / Kompetenzen	Die Studierenden verfügen über einen Einblick in die Arbeitsweise der deutschen chemischen Industrie und über eine Vorstellung ihrer Selbstverpflichtung sowie Responsible Care sowie einen Überblick über die wichtigsten rechtlichen Bestimmungen im Umweltrecht, Kenntnisse über die Grundlagen der Toxikologie für Naturwissenschaftler zur Bewertung und Beurteilung der biologischen Wirkung von Chemikalien und Zubereitungen, Umgang mit Gefahrstoffen und Erste Hilfe Maßnahmen, und verfügen über umfassende Kenntnisse zum Nachweis der Sachkunde nach § 5 der Chemikalienverbotsordnung.
Modulinhalte	Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung, Chemikalienverbotsordnung, Grundkenntnisse der Rechtsnormen (z. B. Abfallrecht, Transportrecht), Gefahrstoffkunde, Gefahrenabwehr, Technische Regeln der Gefahrstoffe, Stoffbegriffe, Gefährlichkeitsmerkmale Verpackung, Kennzeichnung. Toxikokinetik, Toxikodynamik, Toxikologie spezieller Elemente des Periodensystems und ausgesuchter Moleküle, Stoffe und Zubereitungen. Biochemische Prozesse, Biozide, Pflanzenschutzmittel.
Soft Skills	Kooperations- und Teambereitschaft, Datenmanagement, Entscheidungsfähigkeit, Rechtsbewusstsein.
Teilnahme- voraussetzungen	Keine
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2).
Prüfungs- voraussetzungen	Keine
Prüfungen	Klausur am Ende der Vorlesung
Präsenzzeiten	2 SWS Vorlesung und 1 SWS Übung
Leistungspunkte	<b>3</b>
Modulnote	Klausurnote
Semester	1. Semester
Häufigkeit	Jedes Wintersemester
Dozenten	Die Lehrenden des Moduls
Zuständig	Dr. Jödden, Dr. Ahrens-Moritz, Dr. Czybulka

<b>Modul 16</b>	<b>MN-C-SI</b>
<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Studium Integrale</b>
Lehrveranstaltungen	Vorlesungen, Seminare, Übungen aus dem universitätsweiten Angebot
Modulziele / Kompetenzen	Vermittlung von fachübergreifend berufsqualifizierenden Fähigkeiten
Modulinhalte	Beim Studium Integrale handelt es sich um fachübergreifende nichtchemische Veranstaltungen, die aus dem breiten Angebot der Universität ausgewählt werden können und eine Erweiterung des Wissens über den Bereich der Naturwissenschaften hinaus im Umfang von 12 Leistungspunkten darstellen. Eine Liste der in Betracht kommenden Veranstaltungen wird universitätsweit verfügbar gemacht.
Teilnahme- voraussetzungen	Keine
Prüfungs- voraussetzungen	Keine
Zulassung zu den Prüfungen	Siehe Prüfungsordnung §7 (2).
Prüfungen	Die Modalitäten für die Modulprüfungen werden von den jeweiligen Dozenten bzw. Dozentinnen festgelegt.
Präsenzzeiten	Abhängig vom Angebot der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	<b>12</b>
Modulnote	Die Anforderungen im Modul „Studium Integrale“ ergeben sich aus der individuellen Wahl der Studierenden und sind den Modulbeschreibungen bzw. den Prüfungsordnungen der diesen Veranstaltungen zugeordneten Studiengängen zu entnehmen. Das Modul „Studium Integrale“ kann einmal durch das gleiche Modul mit einer anderen Auswahl kompensiert werden.
Semester	Alle Semester
Häufigkeit	Durchgängig
Dozenten	Dozenten der Universität zu Köln
Zuständig	Der Bachelorprüfungsausschuss