

Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften

# Bachelorstudiengang

**Chemie**  
**Nachhaltige &**  
**Energie**

- *For a Sustainable Future* -

## Modulhandbuch

*Geänderte Fassung vom 01.01.2025  
gültig für Studierende mit Studienbeginn ab WS 2022/23*



<b>Inhaltsverzeichnis</b>	Seite
Übersicht Bachelorstudium	3
<b><i>Pflichtlehrveranstaltungen</i></b>	
1. Modul AC I (Allgemeine, Analytische und grundlegende Anorganische Chemie)	5
2. Modul AC II (Grundlegende Chemie der Metalle)	6
3. Modul AC III (Präparative Anorganische Chemie)	7
4. Modul AC IV (Instrumentelle Analytik (Anorganischer Teil))	8
5. Modul AC V (Fortgeschrittene Anorganische Chemie) <i>optional</i>	9
6. Modul OC I (Grundlagen)	10
7. Modul OC II (Reaktionsmechanismen)	11
8. Modul OC III (Instrumentelle Analytik (Organischer Teil))	12
9. Modul Chemische Energiespeicherung	13
10. Modul Ressourcen, Umwelt & Nachhaltigkeit	14
11. Modul PC I (Allgemeine Chemie)	15
12. Modul PC II (Physikalische Chemie II)	16
13. Modul PC III (Physikalische Chemie III)	17
14. Modul PC IV (Physikalische Chemie IV)	18
15. Modul MC (Makromolekulare Chemie) <i>optional</i>	19
16. Modul BC (Biochemie)	20
17. Modul Physik	21
18. Modul Mathematik für Naturwissenschaftler	22
<b><i>Berufsvorbereitendes Modul</i></b>	
19. Toxikologie und Rechtskunde	23
20. Ringvorlesung	24
<b><i>Wahlpflichtmodule</i></b>	
21. Aktuelle Forschungsthemen der Anorganischen Chemie	25
22. Aktuelle Forschungsthemen der Organischen Chemie	26
23. Aktuelle Forschungsthemen in Elektrochemie und Batteriematerialien	27
24. Fortgeschrittene Physikalische Chemie	28
25. Kolloidchemie	29
26. OC IV	30
27. Biochemie II	31
28. Biophysikalische Chemie	32
29. Technische Chemie	33
30. Chemosphäre I	34
31. Spezialpolymere	35
<b><i>Bachelorarbeit</i></b>	<b>36</b>

# Übersichtsplan Bachelorstudium

## *Pflichtveranstaltungen*

Modul	LP	Prüfung	nach Semester
<b>Anorganische Chemie</b>			
Modul AC I (Allgemeine, Analytische und grundlegende Anorganische Chemie)	11	Klausur <sup>a)</sup>	1
Modul AC II (Grundlegende Chemie der Metalle)	3	Klausur	2
Modul AC III (Präparative Anorganische Chemie)	15	Klausur <sup>a)</sup>	3,4
Modul AC IV (Instrumentelle Analytik, Anorg. Teil)	8	Klausur <sup>a)</sup>	5
Modul AC V (Fortgeschrittene Anorganische Chemie)*	9	Klausur <sup>a)</sup>	6
<b>Organische Chemie</b>			
Modul OC I (Grundlagen)	10	Klausur <sup>a)</sup>	2
Modul OC II (Reaktionsmechanismen)	15	Klausur <sup>a)</sup>	3
Modul OC III (Instrumentelle Analytik, Org. Teil)	6	Klausur	4
<b>Nachhaltige Chemie &amp; Energie</b>			
Modul Chemische Energiespeicherung	8	Klausur oder mündl. Prüf. <sup>a)</sup>	4
Modul Ressourcen, Umwelt & Nachhaltigkeit	10	Klausur <sup>a)</sup>	5
<b>Physikalische Chemie</b>			
Modul PC I (Allgemeine Chemie)	4	Klausur	1
Modul PC II (Physikal. Chemie II)	10	Klausur <sup>a)</sup>	2
Modul PC III (Physikal. Chemie III)	10	Klausur <sup>a)</sup>	3
Modul PC IV (Physikal. Chemie IV)	11	2 Klausuren <sup>a),b)</sup>	4,5
<b>Makromolekulare Chemie</b>			
Modul MC (Makromolekulare Chemie)*	9	Klausur <sup>a)</sup>	6
<b>Biochemie</b>			
Modul Biochemie	3	Klausur	2
<b>Physik</b>			
Modul Physik	10	Klausur	1
<b>Mathematik</b>			
Modul Mathematik für Naturwissenschaftler	8	2 Klausuren <sup>b)</sup>	1,2
<b>Berufsvorbereitendes Modul</b>			
Toxikologie, Rechtskunde, Ringvorlesung <sup>c)</sup>	5	2 Klausuren <sup>d)</sup>	4,5
<i>Summe Pflichtveranstaltungen</i>	<i>156</i>		

## Wahlpflichtmodule <sup>e,f)</sup>

Modul	LP	Prüfung	Nach Semester
Renewable Energies	4/8	Klausur oder mündl. Prüf. <sup>a)</sup>	6
Aktuelle Forschungsthemen der Anorganischen Chemie (ohne/mit Praktikum)	4/8	Klausur oder mündl. Prüf. <sup>a)</sup> Seminarvortrag	6
Aktuelle Forschungsthemen der Organischen Chemie (ohne/mit Praktikum)	4/8	Klausur oder mündl. Prüf. <sup>a)</sup> Seminarvortrag	6
Aktuelle Forschungsthemen in Elektrochemie und Batteriematerialien (ohne/mit Praktikum)	4/8	Klausur oder mündl. Prüf. <sup>a)</sup> Seminarvortrag	5
Kolloidchemie (ohne/mit Praktikum)	4/8	Klausur oder mündl. Prüf. <sup>a)</sup> Seminarvortrag	6
OC IV (Organische Stoffklassen und Synthesen)	4/8	Klausur <sup>a)</sup>	5
Fortgeschrittene Physikalische Chemie (ohne/mit Praktikum)	4/8	Klausur oder mündl. Prüf. <sup>a)</sup> Seminarvortrag	6
Biochemie II (ohne/mit Praktikum)	4/8	Klausur oder mündl. Prüf. <sup>a)</sup>	5
Biophysikalische Chemie (Vorlesung und Praktikum)	8	Klausur oder mündl. Prüf. <sup>a)</sup>	5
Technische Chemie (ohne/mit Praktikum)	4/8	Klausur oder mündl. Prüf. <sup>a)</sup>	6
Chemosphäre I	4	Klausur <sup>a)</sup>	5
Spezialpolymere (ohne/mit Praktikum)	4/8	Klausur oder mündl. Prüf. <sup>a)</sup> Seminarvortrag	5
<i>Summe Module Wahlpflichtfächer</i>	12		
<b>Bachelorarbeit</b>	12		
<b>Summe Bachelorstudium</b>	<b>180</b>		

\* Es muss entweder AC V oder Makromolekulare Chemie belegt werden.

- a) Die Praktikumsleistungen werden über benotete Arbeitsberichte (Protokolle), mündliche Prüfungen, Vortragsleistungen oder Testate benotet (vergl. §11 PO).
- b) Beide Klausuren müssen bestanden werden.
- c) <sup>1</sup>Veranstaltung, deren Bewertung keinen Eingang in die Gesamtnote des Bachelorzeugnisses findet. <sup>2</sup>Der Erwerb von Leistungspunkten in dieser Veranstaltung ist abhängig von der Bescheinigung der Teilnahme.
- d) <sup>1</sup>Bei Bestehen der Klausur zur Vorlesung Rechtskunde erwerben die Studierenden die eingeschränkte Sachkunde zum Inverkehrbringen von sehr giftigen, giftigen und weiteren gefährlichen Stoffen und Zubereitungen nach §3 Abs. 2 Nr.1 der Chemikalienverbotsverordnung. <sup>2</sup>Diese Klausur wird nicht bewertet.
- e) <sup>1</sup>Im Wahlpflichtbereich sind zwei Module aus der angefügten Tabelle zu wählen, wobei ein Modul mit Praktikum und ein Modul ohne Praktikum zu belegen ist. <sup>2</sup>Über die Zulassung weiterer Wahlpflichtmodule entscheidet der Prüfungsausschuss.
- f) <sup>1</sup>Die Wahl zusätzlicher Wahlpflichtmodule und Teilprüfungen muss spätestens bei der Anmeldung zur Teilprüfung vorgenommen werden; dabei ist eine Festlegung zu treffen, welche Teilprüfungen in die Notenberechnung eingehen sollen. <sup>2</sup>Zusätzlich abgeleistete Teilprüfungen werden im Bachelorzeugnis dokumentiert.

Die jeweilige Prüfungsdauer und -umfang wird im § 11 der PO geregelt.

## **Modul AC I: Allgemeine, Analytische und grundlegende Anorganische Chemie** (General, analytical and fundamental inorganic chemistry)

### **Lernziele:**

Die Studenten erwerben grundlegende theoretische und praktische Fähigkeiten bzw. Fertigkeiten in Allgemeiner, Analytischer und grundlegender Anorganischer Chemie.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul AC I besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester*
Vorlesung Allgemeine und Analytische Chemie	1	1
Vorlesung grundlegende Anorganische Chemie	2	1
Übungen zur Vorlesung Allg., Anal. und Anorg. Chemie	1	1
Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie	6	1
Seminar zum Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie	1	1

### *Dozenten der Anorganischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung** Allgemeine und Analytische Chemie werden die Studierenden an allgemeine Grundlagen mit Relevanz zum Praktikum herangeführt. Behandelt werden unter anderem das Massenwirkungsgesetz für homo- und heterogene Reaktionen, die Löslichkeit, Säure/Base-Theorien und Redoxreaktionen. Die **Vorlesung** grundlegende Anorganische Chemie vermittelt darauf aufbauend grundlegende Konzepte der anorganischen Chemie anhand der Chemie der Hauptgruppenelemente. Hierzu werden verschiedene Darstellungsmethoden der Elemente, sowie charakteristische Reaktionen mit Sauerstoff und Wasserstoff besprochen. Aufbauend auf dem Schalenmodell der Atome lernen die Studierenden so den Aufbau und die Anwendung des Periodensystems, periodische Eigenschaften der Elemente und die grundlegenden Bindungstypen – kovalent, ionisch und metallisch – kennen. Zudem wird der Einfluss von Dispersions- und Dipol-Dipol-Wechselwirkungen besprochen.

In den **Übungen** werden Inhalte der Vorlesung vertieft und zusätzlich ‚chemisch gerechnet‘. Im **Praktikum** werden im ersten Teil der Umgang mit Glasgeräten, Messgefäßen und analytischen Waagen, sauberes chemisches Arbeiten sowie grundlegende chemische Konzepte vermittelt. Daran schließen sich insgesamt 14 quantitative Analysen mittels titrimetrischer Verfahren (Säure-Base-Titrationen, Redox-Titrationen, Komplexbildungstitrationen) sowie gravimetrische und elektroanalytische Analysen an. Das **Seminar** dient der Vorbesprechung und Auswertung der Praktikumsversuche.

### **Teilnahmevoraussetzungen:\*\***

keine

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche Prüfung über den Inhalt der Vorlesung und der Übungen, die zu 60 % in die Gesamtbewertung eingeht. Seminar und Praktikum werden über benotete Protokolle bewertet, die zu 40 % in die Gesamtbenotung einfließen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 5 Stunden Vorlesung, Übungen und Seminar fallen 5 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Für die 6 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 3 Stunden. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 285 Stunden. Hinzu kommen 45 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 330 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 11

\* **Angebotshäufigkeit** der einzelnen Lehrveranstaltungen:

Sämtliche Lehrveranstaltungen werden einmal im Studienjahr angeboten. Die Lehrveranstaltungen im 1., 3. und 5. Fachsemester finden immer im Wintersemester, die Veranstaltungen im 2., 4. und 6. Semester immer im Sommer statt. Diese Einteilung gilt für das gesamte Modulhandbuch.

## **Modul AC II: Grundlegende Chemie der Metalle** (*Fundamental Chemistry of Metals*)

### **Lernziele:**

Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Stoffwissen in der Anorganischen Chemie der Haupt- und Nebengruppenmetalle. Dabei wird auf ausgewählte Verbindungsklassen eingegangen (Oxide, Halogenide), die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Haupt- und Nebengruppenelementen werden besprochen und die notwendigen Modelle für ein Verständnis von Struktur und Bindung werden eingeführt. Weitere Schwerpunkte sind wichtige Herstellungsverfahren, die besonderen Eigenschaften der Nebengruppenelemente (Magnetismus, Farbigkeit) und neue Prinzipien der chemischen Bindung (koordinative Bindung, Komplexchemie) um die Besonderheiten zu erklären.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul AC II besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Nebengruppenchemie I	1	2
Vorlesung Nebengruppenchemie II	1	2

### *Dozenten der Anorganischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Die **Vorlesungen** befassen sich mit der Chemie der Hauptgruppenmetalle und Nebengruppenelemente. Ihre Darstellung, Struktur, Legierungen, Oxide, Hydroxide und Halogenide sowie einfach Koordinationsverbindungen werden besprochen. Besondere Eigenschaften der Nebengruppenelemente im Vergleich zu den Hauptgruppenmetallen (Magnetismus, Farbigkeit) werden diskutiert und mit einfachen Modellen erklärt.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahme am Modul AC I.

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche Prüfung über den Inhalt der Vorlesungen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 2 Vorlesungsstunden fallen zusätzlich 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 90 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 3

## Modul AC III: Präparative Anorganische Chemie (*Preparative Inorganic Chemistry*)

### **Lernziele:**

Die Studenten erwerben grundlegende theoretische und praktische Fähigkeiten bzw. Fertigkeiten in präparativer Anorganischer Chemie (Metallorganische Chemie/Komplexchemie sowie Festkörperchemie).

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul AC III besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Metallorganische Chemie / Komplexchemie I	1,5	3
Vorlesung Festkörperchemie I	1,5	3
Praktikum Präparative Anorganische Chemie	16	4

### *Dozenten der Anorganischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung** Metallorganische Chemie / Komplexchemie I werden folgende Themen besprochen: Konzepte der Bindung in Komplexen, Ligandenfeldtheorie und einfache Molekülorbital-Schemata, Einteilung und Eigenschaften von Liganden, Nomenklatur von Komplexverbindungen, Synthese und wichtige Strukturen von Komplexverbindungen, Reaktivität von Komplexverbindungen, Synthese, Struktur und Eigenschaften ausgewählter Metallorganischer Verbindungen.

In der **Vorlesung** Festkörperchemie I werden in Vorbereitung auf das Praktikum an ausgewählten Beispielen Fallstricke und festkörperspezifische Präparationsprobleme (Thermodynamik, intrinsische und extrinsische Defekte, Kinetik, Metastabilität) gemeinsam mit klassischen und modernen Synthesemethoden (Fest-Fest, Phasenumwandlungen, verschiedene Verfahren zur Züchtung von Einkristallen, Prekursoren, „chemie douce“, Sol-Gel, Chemischer Transport, Hydrothermalreaktionen etc.) behandelt und Lösungsansätze vorgestellt. Daneben werden grundlegende Festkörperstrukturtypen anhand dieser Inhalte eingebettet.

Das **Praktikum** Präparative Anorganische Chemie beschäftigt sich mit der Darstellung und Charakterisierung ausgewählter Metallorganischer- und Koordinationsverbindungen sowie von Festkörpern. Es werden Versuche zur Schlenktechnik, Einkristallzucht, CVD, Sol-Gel-Methoden, klassischen Festkörperreaktionen, Solvothermalsynthesen und Schmelzsynthesen durchgeführt.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Erfolgreiche Teilnahme am Modul AC I und Teilnahme an den Modulen AC II, OC I und PC I. Das Bestehen der Klausur zu den Vorlesungen des Moduls ACIII ist Voraussetzung zum Praktikum ACIII.

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche Prüfung über den Inhalt der beiden Vorlesungen, die zu 50 % in die Gesamtbewertung eingeht. Das Praktikum wird über benotete Protokolle bewertet, die ebenfalls zu 50 % in die Gesamtnote einfließen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 3 Vorlesungsstunden 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung. Für die 16 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 5 Stunden pro Woche. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 405 Stunden. Hinzu kommen 45 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 450 Stunden

**ECTS Leistungspunkte:** 15

## **Modul AC IV: Instrumentelle Analytik, Anorganischer Teil** (*Instrumental Analytics, inorganic part*)

### **Lernziele:**

Eine möglichst umfassende Charakterisierung hinsichtlich Struktur und Eigenschaften dargestellter Substanzen ist ein integraler Bestandteil jeder Forschungstätigkeit. Ziel dieser Vorlesung und des begleitenden Praktikums ist es, den Studierenden einen Überblick über ein breites Spektrum moderner analytischer Methoden mit Bezug zur Anorganischen Chemie zu geben sowie deren Grundlagen und mögliche Anwendungsfelder zu vermitteln. Die Methoden werden dabei vorzugsweise anhand konkreter Fragestellungen eingeführt, um frühzeitig ein problemorientiertes kombinatorisches Denken bei den Studierenden zu fordern und zu fördern.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul AC IV besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Instrumentelle Analytik, Anorganischer Teil	3	5
Praktikum Instrumentelle Analytik, Anorganischer Teil	6	5

### *Dozenten der Anorganischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Thema der **Vorlesung** Instrumentelle Analytik (Anorganischer Teil) sind verschiedene Analysemethoden. Im Einzelnen sind dies: Multikern-NMR (Grundlagen der NMR-Spektroskopie, Mehrdimensionale Experimente, Experimente mit ausgewählten Kernen), Festkörper-NMR, Mössbauerspektroskopie, magnetische Messungen, Röntgenspektroskopie (EDX, WDX, Auger, ESCA, XANES, EXAFS), kristallographische Grundlagen für Chemiker, Röntgenbeugung (Einkristall- und Pulverdiffraktometrie)

Im **Praktikum** wird dann eine vernetzte Charakterisierung ausgewählter Präparate aus dem 4. Semester mit modernen Methoden (Multikern-NMR, röntgenographische Phasenidentifikation, Einkristallstrukturanalyse, Thermoanalytik mit EGA, Porosimetrie) durchgeführt.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Voraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme an den Modulen AC I – III und die Teilnahme an den Modulen Physik und PC I-III.

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche Prüfung über den Inhalt der Vorlesung, die zu 50 % in die Gesamtbewertung eingeht. Das Praktikum wird über benotete Protokolle bewertet, die ebenfalls zu 50 % in die Gesamtnote einfließen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 3 Vorlesungsstunden fallen 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Für die 6 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 2 Stunden pro Woche. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 210 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 240 Stunden

### **ECTS Leistungspunkte:** 8

## **Modul AC V: Fortgeschrittene Anorganische Chemie (optional)** (Advanced Inorganic Chemistry)

### **Lernziele:**

Die Studenten erwerben Kenntnisse in fortgeschrittener Anorganischer Chemie (ausgewählte Festkörperstrukturtypen, Intermetallische Phasen, Struktur-Eigenschafts-beziehungen und Kooperative Effekte, niedermolekulare Funktionsmaterialien, Komplexkatalyse).

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul AC V besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Festkörperchemie II	2	6
Vorlesung Metallorganische Chemie / Komplexchemie II	2	6
Hauptseminar	2	6

### *Dozenten der Anorganischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung** Festkörperchemie II wird anhand ausgewählter Verbindungen aus verschiedenen Substanzklassen der Zusammenhang zwischen Struktur, elektronischer Struktur, Eigenschaften und Anwendung herausgearbeitet. Dabei werden folgende Themen behandelt: Poröse Festkörper, Bandstrukturen, (Inter-)metallische Phasen, Halbleiter, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und Kooperative Effekte (Magnetismus, Ferroelektrizität, Piezoelektrizität, Thermoelektrizität).

In der **Vorlesung** Metallorganische Chemie / Komplexchemie II werden die folgenden Themen erörtert: Metall-Kohlenstoff-Bindungen, wichtige Hauptgruppen-Alkyle, Übergangsmetallorganyle, Metallocene und Postmetallocene, Einführung in die Metallorganische Komplexkatalyse.

Im Haupt-**Seminar** halten die Studierenden Vorträge über aktuelle Themen der Anorganischen Chemie.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Voraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme an den Modulen AC I – III und die Teilnahme am Modul AC IV. Das Modul kann alternativ durch den Besuch des Moduls Makromolekulare Chemie ersetzt werden.

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche Prüfung über den Inhalt der beiden Vorlesungen, die zu 60 % in die Gesamtbewertung eingehen. Die restlichen 40% ergeben sich aus einer mündlichen Prüfung über den Inhalt aller im Hauptseminar gehaltenen Vorträge.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 6 Vorlesungs- und Seminarstunden fallen 8 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 210 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 270 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 9

## **Modul OC I: Organische Chemie I: Grundlagen** (Organic Chemistry I: Fundamentals)

### **Lernziele:**

Das Modul macht die Studierenden mit den grundlegenden Konzepten, der charakteristischen Denkweise und den Fakten der Organischen Chemie bekannt. Anhand von Schlüsselexperimenten in Vorlesung und Praktikum wird die Tragfähigkeit dieser theoretischen Konzepte demonstriert, sowie eine zunehmende Sicherheit im Umgang mit ihnen bei der Lösung konkreter organisch-chemischer Problemstellungen erworben.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul OC I besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Grundlagen der Organischen Chemie	4	2
Übungen zur Vorlesung Grundlagen der Organischen Chemie	1	2
Grundpraktikum der Organischen Chemie, Teil 1	5	2

### *Dozenten der Organischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Die **Vorlesung** „Grundlagen der Organischen Chemie“ behandelt nach einem *Überblick* über die Bedeutung und die Historie des Fachs folgende Themenfelder und Konzepte: *Struktur und Bindung*: Elektronegativität, Resonanz, Hybridisierung, Aromatizität.

*Stereochemie*: Konformation, Konfiguration, Chiralität.

*Reaktivität*: Chemie funktioneller Gruppen (z.B. Alkane, Alkene, Amine, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Amide, Aromaten).

*Mechanismen*: Energieprofile, Acidität, Nucleophilie/Elektrophilie, elektrophile Addition an Alkene, nucleophile Substitution am  $sp^3$ -C-Atom, Eliminierungen, aromatische Substitution.

Im **Praktikum** erlernen die Studierenden den sicheren Umgang mit typischen Arbeitsgeräten und Techniken. Wichtige Gesichtspunkte hierbei sind:

- Gesundheit und Sicherheit im Labor; Handhabung und Entsorgung von Chemikalien.
- Nutzung der verschiedenen, auch elektronischen Quellen Organisch-chemischer Lit.
- Arbeitstechniken der Stofftrennung, -reinigung und -charakterisierung.
- Aufbau einfacher Apparaturen aus Standardgeräten.
- Durchführung einfacher Additionen an Alkene und nucleophiler Substitutionen.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahme an den Modulen AC I und PC I. Die Teilnahme am Praktikum OC I Teil 1 ist nur möglich bei bestandenem Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie (AC I) möglich.

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche Prüfung am Vorlesungsende über den Inhalt der Vorlesung, die zu 70 % in die Gesamtbewertung eingeht. Das Praktikum wird über Arbeitsberichte bewertet, deren Noten zu insgesamt 30 % in die Gesamtnote einfließen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die 4 Vorlesungsstunden fallen 4 Stunden, für die einstündige Übung eine Stunde an Vor- und Nachbereitung an. Für die 5 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für Vorbereitung und Versuchsauswertung bei 2 Stunden pro Woche. Somit ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 255 Stunden. Hinzu kommen 45 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 300 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 10

## Modul OC II: Reaktionsmechanismen (*Reaction Mechanisms*)

### **Lernziele:**

Aufbauend auf den im Modul OC I erworbenen Grundkenntnissen wird ein tiefergehendes Verständnis der Mechanismen chemischer Reaktionen und eine Zusammenschau stoffchemischer Einzelfakten vermittelt. Im Praktikum lernt der Studierende weitere wichtige Arbeitstechniken und Reaktionen kennen.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul OC II besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Organische Reaktionen und ihre Mechanismen	4	3
Übungen zu Organische Reaktionen und ihre Mechanismen	1	3
Grundpraktikum der Organischen Chemie, Teil 2	11	3

### *Dozenten der Organischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Die **Vorlesung** beschäftigt sich eingehend mit folgenden Mechanismen und Reaktionstypen: *Radikalreaktionen*: Struktur, Reaktivität, Substitution, Addition, Polymerisation.

*Nukleophile Substitutionen; Eliminierungen; Additionen*: Struktur und Reaktivität, Mechanismen, Stereochemie, Nukleophilie u. Basizität, Lösungsmiteleinflüsse.

*Aromaten*: elektrophile u. nukleophile Substitution, Substituenteneinflüsse, ortho-Metallierung, Kreuzkupplungen.

*Oxidationen u. Dehydrierungen*: Oxidationszustände, Oxidationsmittel.

*Carbonylreaktionen*: Knüpfung von C-Heteroatombindungen; Knüpfung von C-C-Bindungen.

*Umlagerungen*.

Im **Praktikum** werden die neuen theoretischen Kenntnisse praktisch erprobt durch:

- Einsatz komplizierterer Reaktionsaufbauten, Geräte und Techniken.
- Weitere Methoden der Reinstoffgewinnung und -identifizierung.
- Reaktionen von Carbonylverbindungen.
- Elektrophile und nucleophile aromatische Substitution.
- Redoxprozesse (Reduktionen mit komplexen Hydriden, Oxidation von Alkoholen).
- Ionische Umlagerungen (Beckmann, Hofmann-Abbau).

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahme am Modul OC I. Zulassung zum Grundpraktikum Teil 2 nur mit bestandener Klausur zur Vorlesung „Grundlagen der Organischen Chemie“ (OCI).

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche Prüfung am Vorlesungsende über den Inhalt der Vorlesung, die zu 50 % in die Gesamtbewertung eingeht. Das Praktikum wird über Arbeitsberichte bewertet, deren Noten zu insgesamt 50 % in die Gesamtnote einfließen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die 4 Vorlesungsstunden fallen 4 Stunden an Vor- und Nachbereitung an, für die Übung zwei weitere Stunden. Für die 11 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 5 Stunden pro Woche. Somit ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 405 Stunden. Hinzu kommen 45 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 450 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 15

## **Modul OC III: Instrumentelle Analytik (Organischer Teil)** (*Instrumental Analytics, organic part*)

### **Lernziele:**

Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der für die moderne Analyse organischer Verbindungen eingesetzten Spektroskopiearten. Nach diesem Modul sollen sie in der Lage sein, analytische Probleme der organischen Chemie mithilfe dieser Verfahren zu lösen.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul OC III besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung „Instrumentelle Analytik Organischer Verbindungen“	2	4
Übung „Instrumentelle Analytik Organischer Verbindungen“	2	4

### *Dozenten der Organischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Die **Vorlesung** vermittelt die theoretischen Grundlagen der aufgeführten Analysetechniken, während in der **Übung** deren Anwendung auf der Praxis entnommene Probleme geübt wird. Dies schließt eine Einführung in den Aufbau und die Funktionsweise der Geräte ein.

- Grundlagen der NMR-Spektroskopie,
- Chemische Verschiebung,
- Spin – Spin Kopplung,
- Kern – Overhauser Effekt,
- Zweidimensionale NMR-Experimente,
- Grundlagen der Massenspektroskopie,
- Ionen – Fragmentierungsmechanismen,
- Massenspektren von einzelnen Verbindungsklassen,
- Ionisationsverfahren,
- UV-VIS- und IR-Spektroskopie.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Erfolgreiche Teilnahme am Modulen OC I und die Teilnahme am OC II.

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche Prüfung am Vorlesungsende über den Inhalt der Vorlesung und der Übung.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 2 Vorlesungsstunden fallen 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung an, für die zweistündige Übung ebenfalls 3 Stunden. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 150 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 180 Stunden.

### **ECTS Leistungspunkte:** 6

## Modul: Chemische Energiespeicherung (*Chemical Energy Storage*)

### **Lernziele:**

Dieses Modul macht die Studierenden mit den Möglichkeiten der chemischen und elektrochemischen Energieumwandlung und -speicherung vertraut machen. Dazu werden molekulare, polymere und feste Materialien vorgestellt, die sich für Energieumwandlung und -speicherung eignen, und die dahinter liegenden Konzepte der Speicherung und Wiedergewinnung erläutert. Sowohl Materialien als auch physikochemische Konzepte werden diskutiert. Die Studierenden werden für die Bedeutung und die Zukunftsperspektiven chemischer Energiespeicher sensibilisiert.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Chemische Energiespeicherung	3	4
Übung	1	4
Praktikum	4	4

*Dozenten der Anorganischen Chemie, Physikalischen Chemie, Werkstoffverfahrenstechnik*

### **Lerninhalte:**

Die **Vorlesung** vermittelt Kenntnisse und neueste Ergebnisse aus der Chemie und Analytik von Energiespeichern und -wandlern sowie den zugrundeliegenden Materialien. Dazu gehören u.a. Themen wie Batterien, Brennstoffzellen, Redox-Flow-Batterien, Solarzellen, Power-to-X, Brennstoffe, Wasserstoffspeicher (fest und molekular), Membranen, Wärmespeicher. Anhand von Anwendungsbeispielen werden moderne Methoden zur Charakterisierung von Energiespeichern vorgestellt.

In einem **Praktikum** erhalten die Studierenden durch geeignete Experimentalversuche Einblicke in zeitgemäße Methoden zur chemischen Energieumwandlung.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Voraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme an den Modulen PC II, AC II und OC I.

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche oder mündliche Prüfung am Vorlesungsende über den Inhalt der Vorlesung. Die Leistungen im Praktikum werden durch einen benoteten Schein nachgewiesen. Die Noten der Prüfung und des Praktikums werden im Verhältnis 2:1 gewichtet.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 4 Stunden Vorlesung und Übung fallen 4 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Für die 4 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vor- und Nachbereitung bei 2 Stunden pro Woche. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 210 Stunden. Hinzu kommen insgesamt 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 240 Stunden.

### **Leistungspunkte: 8**

## **Modul: Ressourcen, Umwelt & Nachhaltigkeit** (Resources, Environment and Sustainability)

### **Lernziele:**

Dieses Modul macht die Studierenden mit der Notwendigkeit vertraut, in der Chemie Ressourcenverfügbarkeit, Umweltbelange und nachhaltige Prozesse zu berücksichtigen. Dazu werden die verschiedenen Aspekte der Ressourcenchemie und des Prinzips des Recyclings behandelt, und die Nachhaltige Chemie vorgestellt. Die Studierenden werden so für das komplexe Geflecht aus moderner Chemie und Umweltbewusstsein sensibilisiert.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Ressourcen- und Umweltchemie	2	5
Vorlesung Nachhaltige Chemie	2	5
Seminar Nachhaltige Chemie	2	5
Praktikum	4	5

*Dozenten der Anorganischen Chemie, Organischen Chemie, Makromolekularen Chemie, Physikalischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Die **Vorlesung Ressourcen- und Umweltchemie** beinhaltet Themenblöcke aus unterschiedlichen Fachrichtungen der Chemie zum Ressourceneinsatz und Ressourcengewinnung, Umweltschutz und Recycling in der modernen Chemie. Die **Vorlesung Nachhaltige Chemie** führt die goldenen Regeln und die 12 Grundprinzipien der Grünen Chemie ein, und behandelt Themen wie Atomökonomie und Atomeffizienz, Belastungsfaktoren und Umweltindices, und Ökobilanzen. Eine Vielzahl an Anwendungsbeispielen wie z.B. nachhaltige Katalyse, alternative Lösungsmittel und nachwachsende Rohstoffe runden diese Vorlesung ab.

Im **Seminar** werden diese Themen durch weitere Aspekte, vorgestellt durch die Studierenden, vertieft.

Im **Praktikum** lernen die Studierenden Forschungsthemen der Chemie zur Nachhaltigkeit an der Universität Bayreuth kennen.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Voraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme an den Modulen PC III, AC III und OC II, und die Teilnahme am Modul „Chemische Energiespeicherung“.

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche oder mündliche Prüfung am Vorlesungsende über den Inhalt der beiden Vorlesungen (50%). Ein Seminarvortrag wird mit 25% bewertet. Das Praktikum und der dazugehörige schriftliche Arbeitsbericht werden benotet und mit 25% gewichtet.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 6 SWS Vorlesungen und Seminare fallen 6 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Für die 4 SWS Forschungspraktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Erstellung des Berichts bei ca. 2 Stunden pro Woche. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 270 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 300 Stunden.

### **Leistungspunkte:** 10

## **Modul PC I: Allgemeine Chemie (PC I: General Chemistry)**

### **Lernziele:**

Ziel der Lehrveranstaltung ist es, die Studierenden mit den grundlegenden Konzepten der naturwissenschaftlichen Beschreibung der Materie vertraut zu machen. Dies geschieht insbesondere vor dem Hintergrund sehr unterschiedlicher schulisch vermittelter Grundkenntnisse der Studierenden. In diesem Sinn verfolgt das Modul auch das Ziel, eine für alle Studierenden einheitliche Basis für die folgenden Veranstaltungen im Bachelorstudium zu erreichen.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul PC I besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Allgemeine Chemie	2	1
Übungen Allgemeine Chemie	1	1

### *Dozenten der Physikalischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung** Allgemeine Chemie wird zunächst der Aufbau der Materie besprochen. Darauf folgen eine kurze Einführung in die Quantenmechanik (Teilchen im Kasten (1-dimensional), Atommodell, Orbitale, Grundlagen der Molekülorbital-Theorie) sowie die Besprechung des Periodensystems der Elemente. Anschließend wird auf der Basis der MO-Theorie die chemische Bindung behandelt. Den Schluss der Vorlesung bildet ein Kapitel über Reaktionskinetik (Reaktionsordnung, Geschwindigkeitskonstanten, Temperaturabhängigkeit nach Arrhenius). Die vorlesungsbegleitenden **Übungen** sollen die Studierenden in die Lage versetzen, das in der Vorlesung vermittelte Wissen selbständig auf einfache praktische Beispiele anzuwenden. Zudem schulen die Übungen in Kleingruppen die Fähigkeit zu verbaler, argumentativ untermauerter Darstellung eigener Tätigkeit.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Es bestehen keine Teilnahmevoraussetzungen.

### **Leistungsnachweis:**

Der Leistungsnachweis erfolgt durch eine Klausur.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die 2 Vorlesungsstunden und die eine Übungsstunde fallen weitere 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 90 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 120 Stunden.

### **ECTS Leistungspunkte:** 4

## Modul PC II: Physikalische Chemie II (*Physical Chemistry II*)

### **Lernziele:**

Das Modul hat zum Ziel, dass die Studierenden sich Grundkenntnisse in Physikalischer Chemie aneignen und dieselben in der Lösung einfacher Problemstellungen (einfache quantitative Berechnungen, einfache Laborexperimente) anwenden. Die Praktikumstätigkeit dient dazu, die Studierenden mit elementaren Messverfahren der Chemie vertraut zu machen und einen selbstkritischen Umgang mit Messdaten zu entwickeln. Ferner werden in einem studentischen Seminar Grundkompetenzen des öffentlichen Vortrags (Darstellung einfacher wissenschaftlicher Zusammenhänge) vermittelt.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul PC II besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Physikalische Chemie II	3	2
Übungen zur Vorlesung Physikalische Chemie II	1	2
Praktikum zum Modul Physikalischen Chemie II	4	2
Seminar zum Praktikum Physikalische Chemie I	1	2

### *Dozenten der Physikalischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Die **Vorlesung** Physikalische Chemie II baut auf die im Modul PC I behandelten Konzepte auf und führt zum Verständnis der makroskopischen Eigenschaften der Materie. Aggregatzustände, und Thermodynamik (Hauptsätze, Thermochemie, Zustandsfunktionen, chemisches Potential, Gleichgewichte) werden behandelt. Im anschließenden Kapitel Elektrochemie werden die Ionenleitung, elektrochemische Zellen, die Nernstsche Gleichung, sowie die elektrochemische Spannungsreihe behandelt. Die vorlesungsbegleitenden **Übungen** sollen die Studierenden in die Lage versetzen, das in der Vorlesung vermittelte Wissen selbständig auf praktische Beispiele anzuwenden. Zudem schulen die Übungen in Kleingruppen die Fähigkeit zu verbaler, argumentativ untermauerter Darstellung wissenschaftlicher Zusammenhänge. Im **Praktikum** PC I wird das in den Modulen PC I und PC II vermittelte theoretische Wissen durch selbständiges Experimentieren vertieft. Das Praktikum enthält 6 Versuche aus den Themenbereichen Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie. Im **Seminar** werden ausgewählte Themen aus der Physikalischen Chemie unter aktiver Beteiligung der Studierenden vertieft behandelt.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Voraussetzung ist die Teilnahme am Modul PC I. PC II baut auf Lerninhalten von PC I auf.

### **Leistungsnachweis:**

Die Inhalte der Vorlesung und der Übungen werden in einer Klausur abgeprüft. Die praktischen Leistungen in Praktikum und Seminar werden durch einen benoteten Schein nachgewiesen. Die Modulgesamtnote setzt sich im Verhältnis 2:1 aus der Note der Klausur und der Note für Praktikum und Seminar zusammen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 5 Vorlesungs- Übungs- und Seminarstunden fallen 5 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Für die 4 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 3 Stunden pro Woche. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 255 Stunden. Hinzu kommen 45 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 300 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 10

## Modul PC III: Physikalische Chemie III (*Physical Chemistry III*)

### **Lernziele:**

Das Modul hat zum Ziel, dass die Studierenden sich vertiefte Kenntnisse in Physikalischer Chemie aneignen und dieselben in der Lösung fortgeschrittener Problemstellungen (quantitative Berechnungen, Laborexperimente) anwenden. Die Praktikumstätigkeit dient dazu, die Studierenden mit komplizierteren Messverfahren der Chemie vertraut zu machen.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul PC III besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Physikalische Chemie III	3	3
Übungen zur Vorlesung Physikalische Chemie III	1	3
Praktikum zum Modul Physikalische Chemie III	6	3

### *Dozenten der Physikalischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung** PC III wird zunächst die Quantenmechanik durch Anwendung auf kompliziertere Systeme (Teilchen im 3dimensionalen Kasten, H-Atom) weiter vertieft und an molekularen Systemen zur Anwendung gebracht (LCAO, MO-Theorie, chemische Bindung). Die Behandlung von Rotationen, Schwingungen, die Untersuchung mit spektroskopischen Methoden (IR-Spektroskopie, NMR-Spektroskopie) schließt sich an. Die vorlesungsbegleitenden **Übungen** sollen die Studierenden in die Lage versetzen, das in der Vorlesung vermittelte theoretische Wissen selbständig auf praktische Beispiele anzuwenden. Im **Praktikum** PC II wird das in den Modulen PC II und III vermittelte theoretische Wissen durch selbständiges Experimentieren vertieft. Das Praktikum enthält 8 Versuche aus den Themenbereichen Quantenmechanik, Kinetik und Elektrochemie.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Erfolgreiche Teilnahme am Modul PC I. Teilnahme am Modul PC II. PC III baut auf den Lerninhalten dieser beiden Module auf.

### **Leistungsnachweis:**

Die Inhalte der Vorlesung und der Übungen werden in einer Klausur abgeprüft. Die praktischen Leistungen im Praktikum werden durch einen benoteten Schein nachgewiesen. Die Modulgesamtnote setzt sich im Verhältnis 2:1 aus der Note der Klausur und der Note des Praktikums zusammen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 4 Vorlesungs- und Übungsstunden fallen 4 weitere Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Für die 6 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 3 Stunden pro Woche. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 255 Stunden. Hinzu kommen 45 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 300 Stunden

**ECTS Leistungspunkte:** 10

## Modul PC IV: Physikalische Chemie IV (*Physical Chemistry IV*)

### **Lernziele:**

Die in den Modulen PC I, II und III erworbenen Kenntnisse in Physikalischer Chemie sollen weiterhin vertieft werden. Das Modul hat zum Ziel, die Studierenden mit den grundlegenden Prinzipien der Elektrochemie, der Reaktionskinetik und der Transportphänomene vertraut zu machen. Ferner wird eine statistische Interpretation der Thermodynamik vermittelt. Es wird weiterhin das Verständnis analytischer und theoretischer Methoden vertieft. Die Kenntnisse sollen die Studierenden in die Lage versetzen, selbständig komplexe Problemstellungen der elektrochemischen, kinetischen und spektroskopischen Analytik zu bearbeiten.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul PC IV besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Physikalische Chemie IVa (Elektrochemie & Kinetik)	2	4
Vorlesung Physikalische Chemie IVb (Stat. TD & Methoden)	2	5
Übungen zu den Vorlesungen Physikalische Chemie IVa und IVb	1	5
Praktikum zum Modul Physikalische Chemie IV	6	5

### *Dozenten der Physikalischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Die **Vorlesung PC IVa** beinhaltet Kapitel zu Grundlagen der Elektrochemie. Hinzu kommen die Thematiken der Elektrodenprozesse und elektrochem. Analysemethoden, sowie die Grundlagen elektrochemischer Energiespeicher. Im Abschnitt Kinetik wird die Formalkinetik vertieft, und es werden komplexe Reaktionskinetiken behandelt. Es folgt die Theorie der Geschwindigkeitskonstanten. Zum Abschluss folgt eine Einführung in die Katalyse. Die **Vorlesung PC IVb** beinhaltet Kapitel über statistische Thermodynamik (Zustandssummen, Phasenübergänge). Anschließend erfolgt die Behandlung von Transporterscheinungen und Grenzflächenphänomenen. Weiterführende Analytik und Grundlagen zu Simulationsmethoden runden das Modul ab. Die vorlesungsbegleitenden Übungen sollen die Studierenden in die Lage versetzen, das in der Vorlesung vermittelte theoretische Wissen selbständig auf praktische Beispiele anzuwenden. Im **Praktikum** zum Modul wird das in den Modulen PC III und IV vermittelte theoretische Wissen durch selbständiges Experimentieren vertieft. Das Praktikum enthält Versuche zu den Themen Spektroskopie, Analytische Methoden, Statistische Thermodynamik, Kinetik und Transport.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen PC I, II und III. Das Modul PC IV baut auf diesen Modulen auf.

### **Leistungsnachweis:**

Die Inhalte der Vorlesungen und der Übungen werden in zwei eineinhalbstündigen Klausuren abgeprüft. Die praktischen Leistungen im Praktikum werden durch einen benoteten Schein nachgewiesen. Die Modulgesamtnote setzt sich im Verhältnis 2:1 aus der gemeinsamen Note (Mittelwert) der beiden Klausuren und der Note des Praktikums zusammen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 5 Vorlesungs- und Übungsstunden fallen 5 weitere Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Für die 6 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 3 Stunden pro Woche. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 285 Stunden. Hinzu kommen 45 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 330 Stunden.

### **ECTS Leistungspunkte:** 11

## **Modul MC (Makromolekulare Chemie) (optional) (Macromolecular Chemistry)**

### **Lernziele:**

Im Modul Makromolekulare Chemie kommen die Studierenden der Chemie zum ersten Mal mit dem industriell sehr wichtigen Bereich der Kunststoffe in Berührung und lernen industriell bedeutende Verfahren kennen, mit denen heute jedes Jahr Millionen Tonnen an Kunststoffen erzeugt werden.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul MC besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Grundvorlesung Makromolekulare Chemie	3	6
Übungen zur Grundvorlesung Makromolekulare Chemie	1	6
Praktikum Makromolekulare Chemie	4	6

### *Dozenten der Makromolekularen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Die **Grundvorlesung** Makromolekulare Chemie beginnt mit einer Einführung in die Grundbegriffe und Prinzipien der Polymerchemie. Darauf folgt eine kurze Einführung in die Gebiete Polymerstruktur, grundlegende Polymereigenschaften sowie ein Abriss der wichtigsten Methoden zur Molekulargewichtsbestimmung. Daran schließen sich Kapitel über die wichtigsten Polymerisationsmechanismen an. Im Einzelnen: Polymerisation (radikalisch, anionisch, kationisch, metallkomplekxkatalysiert), Polykondensation und Polyaddition.

In den **Übungen** wird der Stoff der Grundvorlesung anhand ausgewählter Beispiele vertieft. Das vierstündige **Praktikum** enthält Versuche zur Polymersynthese und zur molekularen und strukturellen Charakterisierung.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Es bestehen keine Teilnahmevoraussetzungen. Das Modul kann alternativ durch das Modul AC V (Fortgeschrittene Anorganische Chemie) ersetzt werden

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche Prüfung nach Abschluss der Vorlesung. Die Leistungen im Praktikum werden durch einen benoteten Schein nachgewiesen. Die Noten der schriftlichen Prüfung und des Praktikums werden im Verhältnis 2:1 gewichtet.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 4 Stunden Vorlesung und Übungen fallen 5 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Für die 4 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 3 Stunden pro Woche. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 240 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 270 Stunden

### **Leistungspunkte:** 9

## **Modul BC: Biochemie** (*Biochemistry*)

### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen die Strukturen und Funktionen der Biomoleküle kennenlernen, ein Verständnis der Mechanismen biochemischer Reaktionen erwerben, sowie ein grundlegendes Verständnis des Aufbaus und der Funktionsweise eukaryontischer Zellen erwerben.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Biochemie I	1	2
Übung zur Vorlesung Biochemie I	1	2

*Dozenten der Biochemie*

### **Lerninhalte:**

**Vorlesung:** Aminosäuren, Nukleotide und Nukleinsäuren, Struktur und Funktion von Proteinen, Enzyme, Einführung in den Stoffwechsel, Glycolyse.  
In den **Übungen** werden Themen aus der Vorlesung Biochemie I aufgegriffen und vertiefend geübt.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

keine

### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche oder mündliche Prüfung über den Inhalt der Vorlesung und Übung.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 30 Stunden Anwesenheit, 30 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 90 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 3

## Modul Physik (*Physics*)

### **Lernziele:**

Die Veranstaltung dient der Wiederholung des Schulstoffes und vertieft diesen auf den Gebieten Mechanik, Wellenlehre und Teilgebieten der Elektrizitätslehre. Die Studierenden sollen befähigt werden, in den Gebieten grundlegende physikalische Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und anwenden zu können. Dazu finden vertiefende Übungen statt.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul Physik besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Experimentalphysik	4	1
Übungen zur Vorlesung Experimentalphysik	2	1
Praktikum Physik	3	1

*Dozenten:* Dozenten der Physik und Mitarbeiter

### **Lerninhalte:**

Schwerpunkte der **Vorlesung** sind der Messvorgang und Einheitensysteme, Kinematik und Dynamik des Massenpunktes, Arbeit, Energie, Leistung und Drehbewegungen starrer Körper, erzwungene Schwingungen und Resonanz, Reflexion, Brechung, Beugung, Gruppen- und Phasengeschwindigkeit und die Gesetze der Elektrostatik.

Die **Übungen** dienen der Vertiefung des Stoffes, insbesondere zur Befähigung, Anwendungsaufgaben sicher zu lösen.

Im **Praktikum** werden neun der folgenden zehn Versuche durchgeführt:

- Fehler einer Messung
- Erzwungene Schwingungen
- Gekoppelte Pendel
- Strom- und Spannungscharakteristik von Bauelementen
- Komplexe Widerstände
- Beugung am Spalt, an Mehrfachspalten und an Gittern
- Das Spektralphotometer
- Polarisation des Lichtes
- Interferometer nach Michelson
- Zählstatistik und  $\beta$ -Spektrum

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Es bestehen keine speziellen Teilnahmevoraussetzungen

### **Leistungsnachweis**

Die Leistungen werden in einer 2-stündigen Klausur abgeprüft. Die Klausur wird zum Ende des Wintersemesters angeboten und umfasst den Stoff der Vorlesung. Ein Nachtermin wird zum Ende der vorlesungsfreien Zeit angeboten. Die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum wird durch einen unbenoteten Schein nachgewiesen. Damit ist die Note im Modul Physik mit der Klausurnote identisch.

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

Für die insgesamt 6 Stunden Vorlesung und Übungen fallen weitere 5 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Für die 3 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 3 Stunden pro Woche. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 255 Stunden. Hinzu kommen 45 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 300 Stunden.

**ECTS-Punktezahl:** 10

## **Modul Mathematik für Naturwissenschaftler** (*Mathematics for Natural Scientists*)

### **Lernziele:**

In den Mathematik-Veranstaltungen werden die Studenten in die Lage versetzt, mit grundlegenden anwendungsrelevanten Methoden und Techniken der Mathematik umzugehen. Dazu gehört auch die Aneignung der erforderlichen Kenntnisse des Mathematischen Hintergrunds und die Fähigkeit, in Teamarbeit mit Mathematikern zu kommunizieren. Darüber hinaus wird das Analyse- und Abstraktionsvermögen für die Lösung konkreter naturwissenschaftlicher Anwendungsprobleme geschult.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul Mathematik für Naturwissenschaftler besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Mathematik für Naturwissenschaftler I	2	1
Übungen Mathematik für Naturwissenschaftler I	1	1
Vorlesung Mathematik für Naturwissenschaftler II	2	2
Übungen zur Mathematik für Naturwissenschaftler II	1	2

*Dozenten:* Dozenten der Mathematik

### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung** Mathematik für Naturwissenschaftler I werden folgende Inhalte vermittelt: Einführung in die lineare Algebra, insbesondere reelle Vektorräume, Skalarprodukt, Matrizen, Determinanten, lineare Gleichungssysteme, Gaußscher Algorithmus; Einführung in die Analysis, insbesondere Folgen und Reihen, Differential- und Integralrechnung von Funktionen einer reellen Variablen, komplexe Zahlen.

Die Inhalte der **Vorlesung** Mathematik für Naturwissenschaftler II sind: Differentialgleichungen, Differential- und Integralrechnung von Funktionen mehrerer reeller Variablen, vektorwertige Funktionen, Eigenwerte und Eigenvektoren von Matrizen.

In den **Übungen** werden die Inhalte der beiden Vorlesungen weiter vertieft.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Keine Teilnahmevoraussetzungen für Mathematik für Naturwissenschaftler I. In der Zeit vor Vorlesungsbeginn des WS findet als Blockveranstaltung ein Mathematisches Vorseminar für alle Studierenden statt, das Defizite in Mathematik aus der Gymnasialzeit ausgleichen soll.

Voraussetzung zur Teilnahme an der Vorlesung und den Übungen Mathematik für Naturwissenschaftler II ist die Teilnahme an der Veranstaltung Mathematik für Naturwissenschaftler I.

### **Leistungsnachweis:**

Je eine Klausur zu den Veranstaltungen Mathematik für Naturwissenschaftler I und II. Beide Klausuren müssen bestanden werden.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 6 Stunden Vorlesung und Übungen fallen nochmals 8 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 210 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 240 Stunden

**ECTS Leistungspunkte:** 8

## **Berufsvorbereitendes Modul Teil 1:** **Toxikologie und Rechtskunde für Chemiker** (*Toxicology and legal studies for chemists*)

### **Lernziele:**

Ziel der beiden Vorlesungen ist eine Einführung in die Mechanismen toxischer Wirkungen, die Findung von Grenzwerten und die daraus abgeleiteten gesetzlichen Regelungen zum Inverkehrbringen und Umgang mit gefährlichen Stoffen, chemischen Zubereitungen und Erzeugnissen. Erarbeitet werden auch die chemikalienrechtlichen Grundlagen insbesondere der Gefahrstoffverordnung und der Chemikalienverbotsverordnung einschließlich relevanter Verbote und Beschränkungen.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Der 1. Teil des Berufsvorbereitenden Moduls besteht aus den Lehrveranstaltungen Toxikologie und Rechtskunde:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Spezielle Rechtsgebiete für Chemiker	2	4
Vorlesung Einführung in die Toxikologie	2	5

### **Lerninhalte:**

Ziel der Vorlesung „*Einführung in die Toxikologie*“ ist es, Wissen über Schad- bzw. Giftstoffe als Grundelement für eine objektive und fundierte Betrachtung von Toxizitätsdaten zu vermitteln. Hierbei werden an ausgewählten Stoffbeispielen die Basisprinzipien der Toxikologie vermittelt. Zusammenhänge zwischen Schadstoff-Exposition, Aufnahmepfaden, innerer Exposition und schadstoffbedingten Effekten werden angesprochen. Da die Analytik eine zentrale Rolle bei der toxikologischen Bewertung von Substanzen spielt, werden einige Methoden zur Erfassung toxischer Wirkung vorgestellt. Im zweiten Teil der Vorlesung werden die Voraussetzungen des sicheren und regelgerechten Arbeitens in Forschungslaboratorien und Industrieanlagen gelehrt sowie Kenntnisse über Ursachen von Unfällen in der petrochemischen Industrie und Lehren, die daraus gezogen wurden, vermittelt.

In der **Vorlesung** ;*Spezielle Rechtsgebiete für Chemiker* werden die folgenden Gebiete besprochen: Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung, Chemikalien-Verbotsverordnung, Grundkenntnisse sonstiger verwandter Rechtsnormen, Verwaltungs-, Straf- und Ordnungswidrigkeitenrecht, Grundbegriffe der Gefahrstoffkunde, Mit der Verwendung verbundene Gefahren, Informationen zur Gefahrenabwehr und Erste Hilfe, Technische Regeln für Gefahrstoffe.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Toxikologie: Kenntnisse in Anorganischer, Organischer und Biochemie. Rechtskunde: keine

### **Leistungsnachweis:**

Zu den Vorlesungen *Spezielle Rechtsgebiete für Chemiker* und *Einführung in die Toxikologie* findet je eine Abschlussklausur statt. Die Klausur zur *Einführung in die Toxikologie* wird benotet, die Klausur zur *Vorlesung spezielle Rechtsgebiete* nicht. Die Note für die *Vorlesung Einführung in die Toxikologie* wird als Note für das Modul herangezogen.

Nach erfolgreichem Abschluss beider Veranstaltungen erwerben die Studierenden eine schriftliche Bestätigung und einen Eintrag in das Bachelor-Zeugnis, mit dem die eingeschränkte Sachkunde für das Inverkehrbringen gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (ohne Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel) gemäß §3 Abs, 2 Nr. 1 der Chemikalienverbotsverordnung bestätigt wird.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 4 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 90 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 120 Stunden

**ECTS Leistungspunkte:** 4

## **Berufsvorbereitendes Modul Teil 2: Ringvorlesung (*Colloquium Series*)**

### ***Lernziele:***

Im Rahmen der Ringvorlesung werden von den Dozenten der Chemie und verwandter Fachrichtungen in verständlicher Form Themen aus der aktuellen Forschung der Bayreuther Arbeitsgruppen vorgestellt. Dies soll den Studierenden ermöglichen, sich schon frühzeitig über die laufenden Forschungsarbeiten in den einzelnen Arbeitsgruppen zu informieren.

### ***Lehrformen und Zeiten:***

Die Ringvorlesung findet zur Zeit vier bis fünfmal pro Semester am Donnerstag Abend statt. Die Termine der Ringvorlesung werden zusammen mit dem GDCh-Kolloquium zu Beginn des Semesters angekündigt.

### ***Lerninhalte:***

In der Ringvorlesung werden von den Dozenten der Chemie und verwandter Fachrichtungen in loser Abfolge die aktuellen Forschungsarbeiten referiert.

### ***Teilnahmevoraussetzungen:***

Es bestehen keine Teilnahmevoraussetzungen.

### ***Leistungsnachweis:***

Die Anwesenheit bei der Ringvorlesung wird durch Unterschriften auf einer Laufkarte dokumentiert.

### ***Studentischer Arbeitsaufwand:***

Der Arbeitsaufwand für den Besuch der insgesamt 10 Vorträge im Bachelorstudium liegt einschließlich einer intensiven Auseinandersetzung mit der Thematik bei 30 Stunden.

### ***ECTS Leistungspunkte:* 1**

## Wahlpflichtmodul: Aktuelle Forschungsthemen der Anorganischen Chemie (Recent Research Topics in Inorganic Chemistry)

### Lernziele:

Einführung in die aktuellen Forschungsthemen der Anorganischen Chemie, Einordnung dieser Themen in größere Zusammenhänge. Vermittlung rationaler Konzepte zur Erarbeitung von Forschungsergebnissen. Sensibilisierung der Studierenden für die Bedeutung und die Zukunftsperspektiven dieser Forschungsfelder.

### Lehrformen und Zeiten:

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Aktuelle Forschungsthemen	2	6
Seminar Aktuelle Forschungsthemen	1	6
Praktikum Forschungspraktikum (optional)	6	6

*Dozenten der Anorganischen Chemie*

### Lerninhalte:

Die **Vorlesung** Aktuelle Forschungsthemen der Anorganischen Chemie macht mit den theoretischen und praktischen Arbeiten im Bereich der Anorganischen Chemie bekannt. Sie vermittelt Kenntnisse aus Bereichen der Molekül- und Festkörperchemie, der Katalyse, Design von Materialeigenschaften, und fortgeschrittener Instrumenteller Analytik. Im **Seminar** (Mitarbeiterseminar) wird im Rahmen von Vorträgen über neue Aspekte der Anorganischen Chemie, sowie über eigene Ergebnisse der Mitarbeiter und Studierenden berichtet und diskutiert. In einem optionalen **Praktikum** erhalten die Studierenden Gelegenheit in einem Arbeitskreis an aktuellen Problemen aus dem weiten Spektrum von anorganischer Komplex-, Koordinations- und Festkörperchemie, oder metallorganischer Chemie unter Verwendung moderner Methoden der Analytik mitzuarbeiten.

### Teilnahmevoraussetzungen:

Voraussetzung ist die Teilnahme an den Modulen AC I bis AC IV.

### Leistungsnachweis:

Je nach Studierendenzahl entweder eine schriftliche oder mündliche Prüfung am Vorlesungsende über den Inhalt der Vorlesung (50%). Der Seminarvortrag wird benotet (20%). Ein schriftlicher Arbeitsbericht zum Praktikum wird benotet und mit 30% gewichtet. Ohne Praktikum setzt sich die Gesamtnote zu 70% aus Vorlesungsbewertung und 30% Seminarleistung zusammen.

### Studentischer Arbeitsaufwand:

Für die 2 Stunden Vorlesung und 1 Stunde Seminar fallen 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Belastung von 90 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Belastung: 120 Stunden. Für die optionalen 6 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 2 Stunden pro Woche. Es ergibt sich so eine Arbeitsbelastung von weiteren 120 Stunden.

**Leistungspunkte:** 4 / 8 (mit Praktikum)

## **Wahlpflichtmodul: Aktuelle Forschungsthemen der Organischen Chemie** (*Recent Research Topics in Organic Chemistry*)

### **Lernziele:**

Einführung in die aktuellen Forschungsthemen der Organischen Chemie sowohl der Gruppen im Haus wie im nationalen/internationalen Kontext. Vermittlung rationaler Konzepte zur Erarbeitung von Forschungsergebnissen anhand von Fallstudien. Sensibilisierung der Studierenden für die Bedeutung und die Zukunftsperspektiven dieser Forschungsfelder.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Aktuelle Forschungsthemen	2	6
Seminar Aktuelle Forschungsthemen	1	6
Praktikum Forschungspraktikum (optional)	6	6

### *Dozenten der Organischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Die **Vorlesung** macht mit den laufenden Arbeiten in den Gruppen des Bereichs Organische Chemie bekannt. Sie vermittelt Kenntnisse und neueste Ergebnisse aus der Chemie von Natur- und Wirkstoffen, bioorganischen Systemen und metallorganischen Verbindungen. Anhand von Anwendungsbeispielen werden neue Reagentien und Synthesen vorgestellt und der Einsatz des Instrumentariums der organischen Analytik zur Strukturaufklärung demonstriert.

Im **Seminar** wird im Rahmen von Vorträgen über neue methodische und konzeptionelle Trends der Organischen Chemie, sowie über eigene Ergebnisse der Mitarbeiter und Studierenden berichtet und diskutiert.

In einem optionalen **Praktikum** erhalten die Studierenden Gelegenheit in einem Arbeitskreis an aktuellen Problemen aus dem weiten Spektrum der Organischen Chemie mitzuarbeiten.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Voraussetzung ist die Teilnahme an den Modulen OC I bis OC III.

### **Leistungsnachweis:**

Je nach Studierendenzahl entweder eine schriftliche oder mündliche Prüfung am Vorlesungsende über den Inhalt der Vorlesung (50%). Der Seminarvortrag wird benotet (20%). Ein schriftlicher Arbeitsbericht zum Praktikum wird benotet und mit 30% gewichtet. Ohne Praktikum setzt sich die Gesamtnote zu 70% aus Vorlesungsbewertung und 30%

Seminarleistung zusammen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die 3 Stunden Vorlesung und Seminar fallen 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Belastung von 90 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Belastung: 120 Stunden. Für die optionalen 6 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 2 Stunden pro Woche. Es ergibt sich so eine Arbeitsbelastung von weiteren 120 Stunden.

**Leistungspunkte:** 4 / 8 (mit Praktikum)

## **Wahlpflichtmodul: Aktuelle Forschungsthemen in Elektrochemie und Batteriematerialien** (*Recent Research Topics in Electrochemistry and Battery Materials*)

### **Lernziele:**

Einführung in die Materialien und physikochemischen Grundlagen im Bereich der Elektrochemie, insbesondere von Batterien. Vermittlung rationaler Konzepte zur Erarbeitung von Forschungsergebnissen anhand von Fallstudien und aktueller Forschung im Hause. Sensibilisierung der Studierenden für die Bedeutung und die Zukunftsperspektiven dieses aktuellen Forschungsfeldes.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Aktuelle Forschungsthemen	2	5
Seminar Aktuelle Forschungsthemen	1	5
Praktikum Forschungspraktikum (optional)	6	5

*Dozenten der Physikalischen Chemie und der Anorganischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Die **Vorlesung** macht mit den Grundlagen und den laufenden Arbeiten in den Gruppen des Bereichs Physikalische Chemie und Anorganische Chemie bekannt. Sie vermittelt Kenntnisse und neueste Ergebnisse aus der physikalischen Chemie und Analytik von elektrochemischen Energiespeichern und -wandlern sowie den zugrundeliegenden Materialien. Anhand von Anwendungsbeispielen werden moderne Methoden zur elektrochemischen Charakterisierung vorgestellt.

Im **Seminar** wird im Rahmen von Vorträgen über neue methodische und konzeptionelle Trends sowie über eigene Ergebnisse der Mitarbeiter und Studierenden berichtet und diskutiert.

In einem optionalen **Praktikum** erhalten die Studierenden Gelegenheit in einem Arbeitskreis an aktuellen Problemen aus dem weiten Spektrum der Physikalischen Chemie der weichen kondensierten Materie mitzuarbeiten.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Voraussetzung ist die Teilnahme an den Modulen PC I bis PC III sowie AC I bis AC III

### **Leistungsnachweis:**

Je nach Studierendenzahl entweder eine schriftliche oder mündliche Prüfung am Vorlesungsende über den Inhalt der Vorlesung (50%). Der Seminarvortrag wird benotet (20%). Ein schriftlicher Arbeitsbericht zum Praktikum wird benotet und mit 30% gewichtet. Ohne Praktikum setzt sich die Gesamtnote zu 70% aus Vorlesungsbewertung und 30% Seminarleistung zusammen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die 3 Stunden Vorlesung und Seminar fallen 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Belastung von 90 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Belastung: 120 Stunden. Für die optionalen 6 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 2 Stunden pro Woche. Es ergibt sich so eine Arbeitsbelastung von weiteren 120 Stunden.

**Leistungspunkte:** 4 / 8 (mit Praktikum)

## **Wahlpflichtmodul: Fortgeschrittene Physikalische Chemie** (Advanced Physical Chemistry)

### **Lernziele:**

Einführung in die aktuellen Forschungsthemen der Physikalischen Chemie sowohl der Gruppen im Haus wie im nationalen/internationalen Kontext. Vermittlung rationaler Konzepte zur Erarbeitung von Forschungsergebnissen anhand von Fallstudien. Sensibilisierung der Studierenden für die Bedeutung und die Zukunftsperspektiven dieser Forschungsfelder.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Aktuelle Forschungsthemen	2	6
Seminar Aktuelle Forschungsthemen	1	6
Praktikum Forschungspraktikum (optional)	6	6

### *Dozenten der Physikalischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

Die **Vorlesung** macht mit den laufenden Arbeiten in den Gruppen des Bereichs Physikalische Chemie bekannt. Sie vermittelt Kenntnisse und neueste Ergebnisse aus der Physikalischen Chemie der Polymere und Kolloide. Anhand von Anwendungsbeispielen werden moderne Methoden der Untersuchung weicher kondensierter Materie vorgestellt.

Im **Seminar** wird im Rahmen von Vorträgen über neue methodische und konzeptionelle Trends der physikalischen Chemie, sowie über eigene Ergebnisse der Mitarbeiter und Studierenden berichtet und diskutiert.

In einem optionalen **Praktikum** erhalten die Studierenden Gelegenheit in einem Arbeitskreis an aktuellen Problemen aus dem weiten Spektrum der Physikalischen Chemie der weichen kondensierten Materie mitzuarbeiten.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Voraussetzung ist die Teilnahme an den Modulen PC I bis PC IV

### **Leistungsnachweis:**

Je nach Studierendenzahl entweder eine schriftliche oder mündliche Prüfung am Vorlesungsende über den Inhalt der Vorlesung (50%). Der Seminarvortrag wird benotet (20%). Ein schriftlicher Arbeitsbericht zum Praktikum wird benotet und mit 30% gewichtet. Ohne Praktikum setzt sich die Gesamtnote zu 70% aus Vorlesungsbewertung und 30% Seminarleistung zusammen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die 3 Stunden Vorlesung und Seminar fallen 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Belastung von 90 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Belastung: 120 Stunden. Für die optionalen 6 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 2 Stunden pro Woche. Es ergibt sich so eine Arbeitsbelastung von weiteren 120 Stunden.

**Leistungspunkte:** 4 / 8 (mit Praktikum)

## Wahlpflichtmodul Kolloidchemie (*Colloid Chemistry*)

### **Lernziele:**

Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse in der modernen Kolloidchemie und wenden diese auf grundsätzliche Problemstellungen dieses Fachs an. Die optionale Praktikumstätigkeit dient dazu, die wesentlichen Untersuchungsverfahren der Kolloidchemie kennenzulernen. Es soll einerseits der kritische Umgang mit Messdaten weiterentwickelt werden, gleichzeitig eine Berufsvorbereitung dadurch erfolgen, daß einzelne Messverfahren Bestandteil der modernen industriellen Analytik sind.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul Kolloidchemie besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Einführung in die Kolloidchemie	3	6
Praktikum Kolloidchemie	6	6

### *Dozenten der Physikalischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung** wird zunächst eine Einführung in das Gebiet der Kolloide gegeben. Dabei wird besonders die Charakterisierung von Kolloiden durch verschiedene mikroskopische Techniken besprochen. Daran schließt sich ein Teil über die Stabilität von Kolloiden (DLVO-Theorie) an. Weiter Themen sind Oberflächen (Oberflächenspannung, Kontaktwinkel, Adsorption (Langmuir, BET)) und Transporteigenschaften (Diffusion, Sedimentation, Viskosität). Im optionalen **Praktikum** werden insgesamt 6 Versuche zu den Themen des Moduls Kolloidchemie durchgeführt, zunächst die Synthese von kolloidalen Partikeln vermittelt der Emulsionspolymerisation. Als Charakterisierungsverfahren wird die Dynamische Lichtstreuung eingeführt und die Stabilität von Kolloiden über einen Versuch zur Koagulation studiert. Oberflächen sind das Thema von insgesamt 2 Versuchen (Oberflächenspannung, Kontaktwinkel). Die Dynamik von Kolloiden wird im Versuch Viskoelastizität von kolloidalen Suspensionen studiert. In allen Versuchen wird eine möglichst große Nähe zur späteren Berufspraxis angestrebt, da Verfahren wie z.B. die dynamische Lichtstreuung zu den Standardverfahren moderner industrieller Analytik gehören.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Voraussetzung ist die Teilnahme an den Modulen PC I, II und III.

### **Leistungsnachweis:**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine mündliche Prüfung über den Stoff aus Vorlesung, Übung und Praktikum. Zudem wird die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum durch benotete Versuchsprotokolle nachgewiesen. Die Modulgesamtnote setzt sich im Verhältnis 2:1 aus der Note der mündlichen Prüfung und der gemittelten Note der Versuchsprotokolle zusammen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die insgesamt 3 Vorlesungsstunden fallen 3 weitere Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Für die 6 SWS Praktikum (optional) liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 2 Stunden pro Woche. Somit ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 90 bzw. 210 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 120 bzw. 240 Stunden.

**Leistungspunkte:** 4 / 8 (mit Praktikum)

## Wahlpflichtmodul: Organische Stoffklassen und Synthesen (Organic Compound Classes and Syntheses)

### Lernziele:

Das Modul macht Studierende mit modernen Entwicklungen auf den Gebieten der Struktur und der effizienten, selektiven Synthese funktioneller organischer Verbindungen vertraut.

### Lehrformen und Zeiten:

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung „Organische Stoffklassen und Synthesen“	3	5
Organisches Forschungspraktikum	6	5

Dozenten der Organischen Chemie

### Lerninhalte:

Die **Vorlesung** bietet einen vertieften Einblick in aktuelle Themen aus den Bereichen „Wichtige Organische Stoffklassen“ und „Moderne Synthesemethoden“, insbesondere:

- *Chemie der Heterozyklen*: Einteilung und Nomenklatur, Synthesen, Reaktionen, Alkaloide
- *Naturstoffe*: Grundlagen und Beispiele, Semi- und Totalsynthese, Biosynthese, Enzyme
- *Aminosäuren, Peptide und Kohlenhydrate*: Synthese von Peptiden und Glykosiden, Grundlagen und Beispiele
- *Moderne Synthesemethoden*: Schutzgruppen, Redox-Kondensationen, Perizyklische Reaktionen, Aldol-Additionen, Übergangsmetall-katalysierte C,C-Knüpfungen, asymmetrische Synthese, Retrosynthese

Das **Forschungspraktikum** findet in den Arbeitsgruppen statt. Der Studierende beteiligt sich an aktuellen Projekten mit Einbindung in die Planung, Durchführung und Auswertung wissenschaftlicher Experimente. Idealerweise lernt sie/er dabei weitere Arbeitstechniken und Geräte kennen. Mögliche Problemstellungen sind mehrstufige Synthesen, die Trennung organischer Stoffgemische und Strukturbestimmungen mit spektroskopischen Methoden. Zur Wahl steht zumeist ein Spektrum aus bioorganischen, natur- und wirkstofforientierten und methodologischen Forschungsthemen.

### Teilnahmevoraussetzungen:

Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen OC I – II und Teilnahme am Modul OC III.

### Leistungsnachweis:

Die Vorlesung ist in 4 annähernd gleich große Themengebiete gegliedert (je 1 SWS, s. Unterpunkte in Lerninhalte). Die Studierenden hören (mindestens) 3 dieser Themengebiete (= 3 SWS Vorlesung). In der schriftlichen Prüfung am Vorlesungsende, die ebenfalls aus diesen 4 Themengebieten zu je 25% besteht, kreuzt der Studierende auf dem Deckblatt der Klausur eindeutig an, welche 3 der 4 Themengebiete bewertet werden sollen. Das optionale Praktikum wird über einen Arbeitsbericht und einen mündlichen Vortrag bewertet. Ohne Praktikum ergibt sich die Modulnote aus der Klausurnote, mit Praktikum zu 60% aus der Klausurnote und zu 40% aus der Praktikumsnote.

### Studentischer Arbeitsaufwand:

Für die 3 Vorlesungsstunden fallen weitere 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung an, für das 6 SWS Forschungspraktikum (optional) liegt der Arbeitsaufwand für Vorbereitung und Versuchsauswertung bei 2 Stunden pro Woche. Somit ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 90 bzw. 210 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 120 bzw. 240 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 4 (ohne Praktikum) / 8 (mit Praktikum)

## Wahlpflichtmodul Biochemie II (*Biochemistry II*)

### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen die Strukturen und Funktionen der Biomoleküle kennenlernen, ein Verständnis der Mechanismen biochemischer Reaktionen erwerben und einen Überblick über die Wege des Grundstoffwechsels, ihre Vernetzung und ihre Regulation erhalten. Ferner sollen die Grundlagen zu biochemischen Messmethoden gelegt werden.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul Wahlpflichtfach Biochemie besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Biochemie II	2	5
Übungen zur Vorlesung Biochemie II	1	5
Praktikum Biochemie	6	5

*Dozenten des Lehrstuhls Biochemie*

### **Lerninhalte:**

**Vorlesung:** Aminosäuren, Nucleotide und Nucleinsäuren, Struktur und Funktion von Proteinen, Enzymkinetik, ausgewählte Enzymmechanismen, Regulation der enzymatischen Aktivität, Membranen, Bioenergetik, Glycolyse, Citratcyclus, Glycogenmetabolismus,, Aminosäurestoffwechsel, Fettstoffwechsel, Oxidative Phosphorylierung, Pentosephosphatweg, Gluconeogenese.

In den **Übungen** werden Themen aus der Vorlesung Biochemie II aufgegriffen und vertiefend geübt.

Im **Praktikum** werden grundlegende biochemische Arbeitsmethoden vermittelt, insbesondere die Isolierung von Proteinen und ihre Analyse mittels Spektroskopie und Gelelektrophorese, sowie die kinetische Analyse enzymkatalysierter Reaktionen.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahme an den Modulen ACI, ACII, OCI, OCII sowie Biochemie

### **Leistungsnachweis:**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine benotete mündliche oder schriftliche Prüfung. Die Modulnote kann erst erteilt werden, wenn die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum nachgewiesen ist. Die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum wird durch Annahme des Praktikumsprotokolls nachgewiesen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die 2 Stunden Vorlesung und 1 Stunde Übung fallen 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Belastung von 90 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Belastung: 120 Stunden. Für die optionalen 6 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 2 Stunden pro Woche. Es ergibt sich so eine Arbeitsbelastung von weiteren 120 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 4/8 (mit Praktikum)

## Wahlpflichtmodul Biophysikalische Chemie (*Biophysical Chemistry*)

### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen grundlegende Kenntnisse über die physikalischen Grundlagen von Lebensprozessen und Strukturprinzipien biologischer Makromoleküle erwerben. Weiterhin werden die Prinzipien von Techniken zur Bestimmung von Struktur, Dynamik und Interaktionen von Bio(makro)molekülen in Theorie und Praxis vermittelt.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Wahlpflichtmodul Biophysikalische Chemie besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Einführung in die Biophysikalische Chemie	2	5
Übungen zur Vorlesung Einführung in die Biophysikalische Chemie	1	5
Praktikum Biophysikalische Chemie	5	5

### *Dozenten der Biophysikalischen Chemie*

### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung** werden die physikalischen Prinzipien von Strukturen biologischer (Makro-)moleküle und die Grundlagen verschiedener biophysikalischer/strukturbiologischer Methoden vermittelt. Zu den behandelten Themen gehören u.a.: physikalische Grundlagen von Proteinstrukturen, Kernresonanzspektroskopie, Röntgenstrukturanalyse, Kryoelektronenmikroskopie, Fouriertransformation, Radioaktivität, Grundlagen von Wechselwirkungen biologischer (Makro)moleküle, Qualitätskontrolle von Proteinen für wissenschaftliche Experimente.

In den vorlesungsbegleitenden **Übungen** werden Themen aus der Vorlesung aufgegriffen und vertieft.

Im **Praktikum** werden verschiedene biochemische und biophysikalische Techniken praktisch und theoretisch an Modellsystemen behandelt. Die Themen umfassen u.a. Proteinreinigung und Qualitätskontrolle des gereinigten Proteins, UV-Spektroskopie, hochauflösende magnetische Kernresonanzspektroskopie, Computerauswertung von NMR-Messdaten (z.B. Strukturbestimmung kleiner organischer Moleküle, Rückgratzuordnung von Proteinen), CD-Spektroskopie, Fluoreszenzspektroskopie, Röntgenstrukturanalyse (Proteinkristallisation, Bau von Strukturmodellen), nicht-lineare Regression.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen PC I und PC II sowie Mathematik I und II. Die in diesen Modulen vermittelten Kenntnisse sind als Grundlage für die „Einführung in die Biophysikalische Chemie“ notwendig.

### **Leistungsnachweis:**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine benotete schriftliche oder mündliche Prüfung zu den Inhalten der Lehrveranstaltungen des Moduls. Die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum wird durch Annahme der Praktikumsprotokolle nachgewiesen. Die Modulnote kann erst erteilt werden, wenn die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum nachgewiesen ist.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die 2 Vorlesungsstunden und die Übungen fallen 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Für die 5 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 3 Stunden pro Woche. Somit ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 210 Stunden. Mit 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung ist die Gesamtbelastung: 240 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 8

## Wahlpflichtmodul Technische Chemie (*Industrial Chemistry*)

### **Lernziele:**

Die Studenten erwerben Grundkenntnisse über alle wesentlichen Aspekte der Technischen Chemie (Prozesskunde, Trennverfahren, technische Katalyse, Reaktionstechnik). Es sollen dabei insbesondere die Methoden vermittelt werden, um vom Labormaßstab zu einem technischen Reaktor bzw. zu einem Gesamtprozess zu gelangen. Damit soll auch die Grundlage für eine verbesserte Kommunikation zwischen Chemikern und Verfahrenstechnikern gelegt werden, was für eine spätere berufliche Tätigkeit von großer Bedeutung ist.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Wahlpflichtmodul Technische Chemie besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Technische Chemie	3	6
Praktikum Technische Chemie	6	6

### *Dozenten und Assistenten des Lehrstuhls Chemische Verfahrenstechnik*

### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung** werden zunächst folgende Grundlagen der industriellen Chemie behandelt:

- Reaktionskinetik und Katalyse im Wechselspiel mit Stoff- und Wärmetransport
- Trennverfahren
- Industrielle Reaktoren und deren Auswahl und Auslegung

Anschließend werden diese Grundlagen anhand wichtiger industrieller Verfahren vertieft. Dabei wird auch der Einsatz computergestützter Methoden zur Reaktionsmodellierung gezeigt. Im Praktikum Technische Chemie werden vier der folgenden Versuche durchgeführt:

- Grundoperationen: Destillation und Extraktion
- Steamcracker (Erzeugung von Olefinen aus Leichtbenzin)
- Synthesegas aus Erdgas, Ammoniakanlage (Simulationsprogramm)
- Reaktionstechnik und Reaktortypen (Verweilzeitverhalten)
- Heterogene Katalyse und Zünd-Lösch-Verhalten

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Teilnahme an allen Pflichtveranstaltungen der Physikalischen Chemie in den ersten vier Semestern.

### **Leistungsnachweis:**

Eine mündliche Prüfung am Vorlesungsende, die zu 50% in die Gesamtbewertung eingeht. Das Praktikum wird über Arbeitsberichte bewertet, deren Noten zu insgesamt 50% in die Gesamtnote eingehen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die 3 Stunden Vorlesung fallen 3 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Für das optionale Praktikum (6 SWS) liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 2 Stunden pro Woche. Es ergibt sich für das Praktikum eine Arbeitsbelastung von ebenfalls 120 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 4 / 8 (mit Praktikum)

## Wahlpflichtmodul: Chemosphäre I (*Chemosphere I*)

### **Lernziele:**

Dieses Modul vermittelt detaillierte Kenntnisse und grundlegende Methoden der Hydro- und Gewässerchemie. Es entwickelt aus den Grundlagen der chemischen Thermodynamik die Eigenschaften von Elektrolyten in Lösung, deren Auswirkung auf die Löslichkeit von Salzen und Gasen sowie auf die Säure-Base-Gleichgewichte. Darauf aufbauend wird das Karbonatssystem als das wichtigste Puffersystem in Gewässern erklärt. Basierend auf einfachen Redoxstöchiometrien werden die wichtigsten Grundlagen des Sauerstoffhaushalts von Gewässern erläutert und am Beispiel der Gewässereutrophierung diskutiert. Das Curriculum versetzt die Studierenden in die Lage, wichtige geogene und anthropogen beeinflusste Prozesse der Atmosphären-, Hydrosphären-, und Pedosphärenchemie sowie die Sanierungskonzepten zugrunde liegenden Strategien in ihrer Vernetzung zu verstehen und auf physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten zurückzuführen. Ein Schwerpunkt liegt auf der quantitativen Untersuchung chemischer Vorgänge in aquatischen Systemen und der Anwendung gelernter Konzepte auf aktuelle Fragestellungen zur Qualität von Gewässern.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul Wahlpflichtfach Chemosphäre I besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Einführung in die Hydrochemie	2	5
Übung zur Vorlesung Einführung in die Hydrochemie	1	5
Laborübungen zur Hydrochemie	1,5	5

### *Dozenten der Hydrologie*

### **Lerninhalte:**

In der Vorlesung werden Konzepte der Hydrochemie eingehend behandelt, die in einer begleitenden Rechenübung mit entsprechenden Aufgabenstellungen geübt und vertieft werden. In der Laborübung werden Untersuchungsmethoden und Messverfahren aus der Hydro- und Gewässerchemie vermittelt und wichtige hydrochemische Kenngrößen von Wässern unterschiedlicher Herkunft im Hinblick auf Fragen des Gewässerschutzes bestimmt.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Voraussetzung ist die Teilnahme an den Modulen PC I bis PC III sowie AC I bis AC III und OC I bis III.

### **Leistungsnachweis:**

Der Leistungsnachweis besteht aus der Abgabe von Praktikumsprotokollen und einer abschließenden Prüfung (schriftlich, 90 min). Die Note ergibt sich zu 60 % aus der Bewertung der Praktikumsprotokolle und zu 40 % aus der Prüfungsnote. Das Modul gilt als bestanden bei einer Klausurnote von mindestens 4,0.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Der Gesamtaufwand für dieses Modul umfasst 120h und gliedert sich wie folgt:  
Präsenzzeit VL/Ü inkl. Klausur: 38 h / Vor-/Nachbereitung VL/Ü/Klausur: 62 h  
Präsenzzeit Laborübungen: 12 h / Anfertigen von Protokollen: 8 h

**ECTS Leistungspunkte:** 4

## Wahlpflichtmodul: Spezialpolymere (*Special Polymers*)

### **Lernziele:**

Nachdem in der Pflichtvorlesung Makromolekulare Chemie die Grundlagen der Polymerchemie und die wichtigsten Massenkunststoffe vorgestellt wurden, sind in dieser Vorlesung Spezialpolymere das Thema. Solche Polymere können heute bei für Kunststoffe ungewöhnlich hohen Temperaturen und unter extremen Umweltbedingungen eingesetzt werden. Ein zweiter wichtiger Bereich sind Biopolymere, also Polymere die entweder biologisch abbaubar sind und/oder aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Den Studenten soll in der Vorlesung und in den Übungen an konkreten Anwendungsbeispielen die große Bandbreite der Anwendungen moderner Kunststoffe vermittelt werden.

### **Lehrformen und Zeiten:**

Das Modul Wahlpflichtfach Spezialpolymere besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Fachsemester
Vorlesung Spezialpolymere	2	5
Übungen zur Vorlesung Spezialpolymere	1	5
Praktikum Forschungspraktikum (optional)	6	5

### *Dozenten der Makromolekularen Chemie*

### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung** Spezialpolymere werden die Synthese, die Eigenschaften und die Anwendungen von zahlreichen Spezialkunststoffen besprochen. Den Beginn der Vorlesung bildet eine Übersicht über die verschiedenen Klassen von Spezialpolymeren. Anschließend werden die einzelnen Materialklassen, z.B. Hochtemperaturpolymere (Thermoplaste und Duromere, temperaturstabile Fasern), Hochmodulfasern aus flüssigkristallinen Polyestern und Polyamiden (Kevlar<sup>®</sup>, Vectra<sup>®</sup>), Fluorpolymere wie Teflon<sup>®</sup> und die thermoplastischen Fluorpolymere, und weitere Beispiele behandelt. Ein zweiter Schwerpunkt der Vorlesung liegt bei den Biopolymeren. Im **Seminar** bereiten die Studierenden in kleinen Gruppen Vorträge zu Themen aus dem Bereich Spezialpolymere vor. In einem optionalen **Praktikum** erhalten die Studierenden Gelegenheit in einem Arbeitskreis an aktuellen Problemen aus dem Bereich der Makromolekularen Chemie mitzuarbeiten.

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

Die Teilnahme am Modul Makromolekulare Chemie (MC) wird vorausgesetzt.

### **Leistungsnachweis:**

Nach Ankündigung erfolgt eine mündliche oder eine schriftliche Prüfung nach Abschluss der Vorlesung (70%). Der Seminarvortrag wird nicht benotet. Ein schriftlicher Arbeitsbericht zum Praktikum wird benotet und mit 30% gewichtet. Ohne Praktikum ist die Note der schriftlichen oder mündlichen Prüfung die Modulnote.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die 2 Vorlesungsstunden und die Übungsstunde fallen 3 weitere Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 90 Stunden. Zur Vorbereitung der Abschlussprüfung kommen 30 Stunden hinzu. Gesamtbelastung: 120 Stunden. Für die optionalen 6 SWS Praktikum liegt der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung und Auswertung der Versuche bei 2 Stunden pro Woche. Es ergibt sich so eine Arbeitsbelastung von weiteren 120 Stunden.

**ECTS Leistungspunkte:** 4 / 8 (mit Praktikum)

## **Modul Bachelorarbeit (*Bachelorthesis*)**

### ***Lernziele:***

Die Studierenden bearbeiten eine gestellte Aufgabe zu einer begrenzten chemienahen Thematik nach Anleitung des/der Betreuenden in Eigenverantwortung und legen ihre Ergebnisse nebst kritischer Würdigung schriftlich, in einer den fachlichen Gepflogenheiten entsprechenden Form nieder.

### ***Lehrformen und -zeiten:***

Experimentelle und Literaturarbeit im Gesamtumfang von 360 Stunden während des sechsten Fachsemesters. Eine experimentelle Arbeit umfasst dabei ca. 6 Wochen Laborarbeit und drei Wochen zur Vorbereitung und zum Verfassen der Arbeit.

*Dozenten / Betreuer:* Alle prüfungsberechtigten Dozenten der Chemie.

### ***Lerninhalte:***

Die Lerninhalte betreffen aktuelle Forschungsthemen der jeweiligen Fächer und unterliegen somit einer dynamischen Weiterentwicklung, an der die Studierenden aktiv teilnehmen. Sie spiegeln in der Regel den aktuellen Stand der Forschung auf dem betreffenden Teilgebiet wieder. Die Inhalte und die angebotenen Themen können von den Studierenden beim jeweiligen Dozenten erfragt werden.

### ***Teilnahmevoraussetzung:***

Voraussetzung ist die Teilnahme an den Pflicht- und Wahlpflichtmodulen der ersten fünf Fachsemester.

### ***Leistungsnachweise:***

Schriftliche Fassung der Bachelorarbeit in einer der Prüfungsordnung entsprechenden Form.

### ***Studentischer Arbeitsaufwand:***

Der Zeitaufwand für die Anfertigung der Bachelorarbeit liegt bei 360 Stunden.

***ECTS Leistungspunkte:*** 12