



MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT  
HALLE-WITTENBERG

# **Modulhandbuch**

für den  
Studiengang:

## **Chemie**

im Master - Studiengang 120 Leistungspunkte

(Modulversionstand vom 07.03.2023)

## **Inhalt:**

Analytische und Biophysikalische Methoden, Master, Wahlpflicht (AnBioPC-M-WP) .....	Seite 3
Anorganische Chemie Master (AC-M) .....	Seite 6
Makromolekulare Chemie Master, Wahlpflicht (MC-M-WP) .....	Seite 8
Master-Arbeit .....	Seite 11
Organische Chemie Master (OC-M) .....	Seite 13
Physikalische Chemie Master (PC-M) .....	Seite 17
Technische Chemie Master, Wahlpflicht (TC-M-WP) .....	Seite 20
Vertiefung in der Fachrichtung Anorganische Chemie (AC-M-V) .....	Seite 23
Vertiefung in der Fachrichtung Makromolekulare Chemie (MC-M-V) .....	Seite 25
Vertiefung in der Fachrichtung Organische Chemie (OC-M-V) .....	Seite 28
Vertiefung in der Fachrichtung Physikalische Chemie (PC-M-V) .....	Seite 32
Vertiefung in der Fachrichtung Technische Chemie (TC-M-V) .....	Seite 35

## **Modul: Analytische und Biophysikalische Methoden, Master, Wahlpflicht (AnBioPC-M-WP)**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.06932.03

### **Lernziele:**

Die Lehrveranstaltung soll Studierende in die Lage versetzen:

- Präparative Methoden der biophysikalischen Chemie wie die Herstellung von Modellmembranen und die Visualisierung mit fluoreszenzmikroskopischen Methoden zu erklären, zu vergleichen und selbst anzuwenden
- Bindungsgleichgewichte zu untersuchen und zu interpretieren
- Für die biophysikalische Chemie bedeutende analytische Methoden (spektroskopische, mikroskopische, hydrodynamische, thermochemische und weitere Methoden) zu erläutern sowie in Bezug auf ihre Anwendbarkeit einschließlich Genauigkeit, Sensitivität und Selektivität bei bestimmten Fragestellungen zu beurteilen
- Grundlagen der Enzymkinetik zu erläutern
- Die Eignung von chromatographischen und spektroskopischen Methoden sowie von Kopplungstechniken zur Analyse verschiedener Substanzen in komplexen Matrices zu beurteilen
- Das Vorgehen bei der Analyse komplexer Gemische an Analyten zu erläutern
- Eine geeignete Probenaufarbeitung für verschiedene Matrices wie bspw. Lebensmittel- und Umweltproben auszuwählen
- Die erhaltenen Ergebnisse kritisch zu beurteilen und einzuordnen

### **Inhalte:**

Vorlesung:

- Präparative Methoden der biophysikalischen Chemie
- Biophysikalische Methoden: spektroskopische und mikroskopische sowie hydrodynamische und thermochemische Methoden, radioaktive Assays
- Strukturbiochemische Untersuchungen
- Enzymkinetik
- Vertiefung chromatographischer und spektroskopischer Methoden zur Analyse von Atomen, Ionen und Molekülen
- Betrachtung von Analyseverfahren für verschiedene Probenmatrices und Analyten
- Aufbau und Prinzip von (modularen) Multimethoden

Praktikum:

- Präparation von Modellmembranen
- Fluoreszenzmikroskopische und -spektroskopische Methoden
- Untersuchung von Bindungsgleichgewichten
- Durchführung quantitativer Analysen mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie und Gaschromatographie
- Elementquantitative Analysen z.B. mittels Röntgenspektroskopie oder Atomabsorptionsspektroskopie

### **Verantwortlichkeiten (Stand 06.05.2022):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. Kirsten Bacia, Prof. Dr. Daniel Wefers

### Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand 04.06.2020):

Abschluss	Studienprogramm	empf. Studien-semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Lehramt Gymnasien	Chemie (Gymnasium) 1. Version 2007	7.	Wahlpflichtmodul	Benotung ohne Anteil	erfolgreicher Abschluss
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	1. bis 2.	Wahlpflichtmodul	Benotet	10/120

### Teilnahmevoraussetzungen:

#### Obligatorisch:

keine

#### Wünschenswert:

Modul Analytische Chemie (Bachelor Chemie), Biophysikalische Chemie (WP im Bachelor Chemie)

#### Dauer:

2 Semester

#### Angebotsturnus:

jedes Wintersemester

#### Studentischer Arbeitsaufwand:

300 Stunden

#### Leistungspunkte:

10 LP

#### Sprache:

Deutsch

### Modulbestandteile:

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung Biophysikalische Methoden	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	45	Wintersemester
Vorlesung Lebensmittel- und Umweltanalytik I	2	30	Sommersemester
Selbststudium	0	45	Sommersemester
Praktikum	4	60	Winter- und Sommersemester
Übung zum Praktikum	1	15	Winter- und Sommersemester
Selbststudium	0	75	Winter- und Sommersemester

### Studienleistungen:

- erfolgreicher Abschluss des Praktikums

### Modulvorleistungen:

- keine

### Modultelleistungen block 1:

Nr.	Modultelleistungen block 1	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
1	Biophysikalische Methoden: mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	50 %
2	Analytische Methoden: mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	50 %

### Termine für Modultelleistung Nr. 1:

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Wintersemesters des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Sommersemesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

### Termine für Modultelleistung Nr. 2:

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Sommersemesters des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Wintersemesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

### Hinweise:

Studierende, die die Vertiefungsrichtung Physikalische Chemie wählen, sollen dieses Modul im 1. Semester beginnen.

Maximale Teilnehmerzahl in Praktikum und Übung: 10

**Modul: Anorganische Chemie Master (AC-M)****Identifikationsnummer:**

CHE.00004.04

**Lernziele:**

- Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in den Kerngebieten der modernen Anorganischen Chemie: Metallorganische Chemie, homogene Katalyse, Festkörperchemie, Strukturchemie und Materialwissenschaften
- Darüber hinaus wird die Fähigkeit vermittelt, Probleme aus der aktuellen anorganisch-chemischen Forschung mit Hilfe moderner Synthese- und Strukturaufklärungsmethoden experimentell zu bearbeiten

**Inhalte:**

- Vorlesung - Metallorganische Chemie und homogene Katalyse
- Einführung in die Metallorganische Chemie, ausgewählte Beispiele der Elemente des s-, p- und d-Blocks
  - Typen der Metall-Kohlenstoff-Bindung in der metallorganischen Chemie
  - Einführung in die homogene Katalyse
  - Reaktionstypen in der metallorganischen Chemie und der homogenen Katalyse
- Vorlesung - Festkörperchemie und materialwissenschaftliche Anwendungen
- Klassifikation und Anwendungsgebiete funktionaler Festkörper
  - Einkristall- und Pulverdiffraktion mit Röntgen- und Neutronenstrahlung
  - Spezielle spektroskopische Methoden
  - Moderne Synthesemethoden für Bulk-Materialien und dünne Filme/topotaktische Reaktionen
  - Dielektrische und optische Eigenschaften, Ferroelektrizität
  - Grundlagen der elektronischen Bandstrukturen von Festkörpern
  - Anwendungsbeispiele (z.B. Pigmente, Glasfasern, Laser, LED, Phosphore, Thermoelektrika)
- Praktikum/Übung
- Synthesemethoden (metallorganische Chemie, homogene Katalyse, Festkörperchemie, Komplexchemie, Materialien) und Strukturaufklärung

**Verantwortlichkeiten (Stand 13.02.2020):**

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. Prof. Dr. Stefan Ebbinghaus

**Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand 17.01.2008):**

Abschluss	Studienprogramm	empf. Studien- semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	1.	Pflichtmodul	Benotet	15/120

**Teilnahmevoraussetzungen:**

**Obligatorisch:**

keine

**Wünschenswert:**

keine

**Dauer:**

2 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Studienjahr beginnend im Wintersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

450 Stunden

**Leistungspunkte:**

15 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	6	90	Winter- und Sommersemester
Synthesepaktikum Anorganische Chemie	4	60	Wintersemester
Selbststudium	0	300	Sommersemester

**Studienleistungen:**

- Vortrag zum Praktikum

**Modulvorleistungen:**

- Praktikumsbericht

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Makromolekulare Chemie Master, Wahlpflicht (MC-M-WP)**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.00008.04

### **Lernziele:**

- Erkennen der spezifischen Anwendung von Polymeren in Bereichen der Erneuerbaren Energien, der modernen Biotechnologien, der Elektronik sowie der modernen Medizin
- Prüfung, Bewertung, wie auch Demonstration der NMR-Spektroskopie zur Analyse einfacher organischer, anorganischer wie auch komplexer Moleküle
- Entwickeln der Kenntnisse der Synthese und Analytik technologisch wichtiger Polymere
- Erkennen und Entwickeln der Struktur, Konstitution und des Wirk- und Aufbauprinzips von Biomakromolekülen (Proteine, Kohlenhydrate, Lipide, DNA)
- Entdecken, Entwickeln und Nennen eines grundlegenden, mechanistisch geprägten Verständnisses für die Synthese, Herstellung, wie auch Analytik von Polymeren und Makromolekülen
- Entdecken der grundlegenden Reaktionsmechanismen lebender Polymerisationsreaktionen, deren Beeinflussung, Kontrolle, wie auch des Einsatzes fortgeschrittener Organischer Chemie
- Entwicklung des tiefergehenden Verständnisses und der Kontrolle von reaktiven Kettenwachstumsprinzipien (Anionen, Radikale, Metallkomplexe) zur Herstellung von Polymeren
- Entwicklung von praktischen Fähig- und Fertigkeiten in Synthese und Charakterisierung von Polymeren
- Demonstration von 3D-Druckverfahren

### **Inhalte:**

- Aufbauprinzipien und Reaktionsmechanismen in der Makromolekularen Chemie
- Grundlagenwissen und Einführung in die Mikrostrukturanalyse von Kettenmolekülen
- Entdecken der Prinzipien der NMR-Spektroskopie (FT-NMR, Vektordiagramme, Bloch'sche Gleichungen, Thermodynamik der NMR, Pulssequenzen)
- Lösen von Struktur-Spektren-Beziehungen (praktische Prädiktion und Analyse von NMR-Spektren, Erkennen und Prädiktion von Kopplungskonstanten)
- Polymere in der Energiekonversion (P3HT, Fullerene, OLEDs, Solarzellentechnologie; Brennstoffzellen)
- Sequenzspezifische Polymere und Biopolymere, deren chemische bzw. biologische Synthese, wie auch deren Anwendung (DNA-Synthese; Proteinsynthese (Merrifield); Kohlenhydratsynthesen; Herkunftskontrolle)
- 3D-Druckverfahren von Polymersystemen
- Dendrimere und deren Anwendung in der Medizin/MRT
- Ionische Polymerisation (Anionen, Kationen, Ionungleichgewichte, Lebende Polymerisationen, Organische Chemie (Evans Aldol-Reaktion, Gruppentransferpolymerisation)
- Lebende radikalische Polymerisation (ATRP, NMP, RAFT)
- Übergangsmetallkomplexsysteme in der Polymerisationschemie (Metallocene, Ziegler-Natta-Chemie). Erweiterte Insertionschemie (Pd/Ni-Katalyse); CO-Insertionschemie; CN-Insertionschemie
- Metallkatalysierte Ring-Öffnungspolymerisation und deren Anwendung in der Medizin
- Erlernen von praktischen Fähig- und Fertigkeiten in der Synthese und Charakterisierung von Makromolekülen



### Verantwortlichkeiten (Stand 13.02.2020):

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. Wolfgang Binder

### Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand 27.10.2008):

Abschluss	Studienprogramm	empf. Studien- semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Lehramt Gymnasien	Chemie (Gymnasium) 1. Version 2007	7.	Wahlpflichtmodul	Benotung ohne Anteil	erfolgreicher Abschluss
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	1.	Wahlpflichtmodul	Benotet	10/120

### Teilnahmevoraussetzungen:

#### Obligatorisch:

keine

#### Wünschenswert:

keine

### Dauer:

2 Semester

### Angebotsturnus:

jedes Studienjahr beginnend im Wintersemester

### Studentischer Arbeitsaufwand:

300 Stunden

### Leistungspunkte:

10 LP

### Sprache:

Deutsch/Englisch

### Modulbestandteile:

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	4	60	Wintersemester
Selbststudium	0	90	Wintersemester
Praktikum	4	60	Sommersemester
Selbststudium	0	90	Sommersemester

### Studienleistungen:

- Praktikumsbericht

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

<b>Modulleistung</b>	<b>1. Wiederholung</b>	<b>2. Wiederholung</b>	<b>Anteil an Modulnote</b>
mündliche Prüfung oder Klausur	mündliche Prüfung oder Klausur	mündliche Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Master-Arbeit**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.00017.02

### **Lernziele:**

- Fähigkeit, ein zeitlich begrenztes Forschungsprojekt zu formulieren, zu planen und selbstständig durchzuführen (umfassende Literaturrecherche, Auswahl der experimentellen Methoden)
- Fähigkeit zur Kooperation in einem Forschungsteam und Fähigkeit zur interdisziplinären Zusammenarbeit
- Beschreibung eines aktuellen Forschungsstandes der Chemie oder angrenzender Gebiete
- Abgrenzung und Entwicklung des eigenen Forschungsgegenstandes gegenüber bzw. aus dem aktuellen Forschungsstand
- Kritische Bewertung der eigenen Ergebnisse im Licht des aktuellen Forschungsstandes
- Anfertigen einer wissenschaftlichen Arbeit
- Erlernen des Zusammenfassens und Archivierens wissenschaftlicher Daten
- Fähigkeit, die Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Vortrag zu präsentieren

### **Inhalte:**

- Durchführung eines in der Regel experimentellen Forschungsprojektes auf einem aktuellen Gebiet der Chemie, bzw. angrenzender Gebiete
- Erstellung der Masterarbeit
- Präsentation der Ergebnisse der Masterarbeit

### **Verantwortlichkeiten (Stand 11.02.2020):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Hochschullehrer des Institutes für Chemie

### **Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand ..):**

<b>Abschluss</b>	<b>Studienprogramm</b>	<b>empf. Studien- semester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	4.	Pflichtmodul	Benotet	30/120

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

#### **Obligatorisch:**

Abschluss von Master-Modulen im Umfang von 60 LP

#### **Wünschenswert:**

keine

#### **Dauer:**

1 Semester

#### **Angebotsturnus:**

jedes Semester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

900 Stunden

**Leistungspunkte:**

30 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
wissenschaftliche Arbeit unter Anleitung	0	900	Winter- und Sommersemester

**Studienleistungen:**

- keine

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
Masterarbeit	Masterarbeit	nicht möglich laut RStPOBM §20 Abs.13	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: jedes Semester, nach Absprache mit der Betreuerin oder dem Betreuer der Masterarbeit
- 1.Wiederholungstermin: jedes Semester, nach Absprache mit der Betreuerin oder dem Betreuer der Masterarbeit und Vergabe eines neuen Themas

**Hinweise:**

Angebotsturnus: jedes Semester, nach Absprache mit der Betreuerin oder dem Betreuer der Masterarbeit

## **Modul: Organische Chemie Master (OC-M)**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.00005.04

### **Lernziele:**

- Erwerb von Wissen und grundlegenden Konzepten der modernen Organischen Chemie und deren Einsatz in der Synthese, insbesondere:
- Kenntnisse über die Anwendungen metallorganischer Verbindungen in der selektiven organischen Synthese
- Verständnis der grundlegenden Konzepte der stereoselektiven und enantioselektiven Synthesen einschließlich katalytischer Methoden
- Verständnis der grundlegenden Reaktionsmechanismen bioorganischer Reaktionen
- Planung und Durchführung einfacher und gekoppelter enzymatischer Reaktionen
- Erarbeitung und Anwendung kinetischer und dynamischer Racematspaltungen
- Kennenlernen wichtiger Naturstoffklassen, ihrer Bedeutung, wichtiger Transformationen
- Verständnis der Prinzipien enzymatischer Nachweisreaktionen
- Erwerb von Fachwissen über die Prinzipien der Photochemie, organisch-photochemische Reaktionen und ihre Anwendungen, insbesondere Photoredoxkatalyse
- Vertieftes Verständnis der Symmetrieabhängigkeit von Lichtabsorption und photochemischen Reaktionswegen
- Training der chemischen Denkfähigkeit, retrosynthetischer Analyse und der Fähigkeit zur Interdisziplinarität
- Praktische Anwendung des Wissens in Mehrstufensynthesen
- Anwenden von Methoden der Recherche in der chemischen Literatur und in Datenbanken

### **Inhalte:**

1. Vorlesung `Carbanionen und metallorganische Chemie`
  - Klassifizierung metallorganischer Verbindungen und deren Reaktivität, sowie deren allgemeine Synthesemethoden
  - Struktur, Reaktivität und Anwendung lithiumorganische Verbindungen in der organischen Synthese
  - Enolatchemie insbesondere unter dem Aspekt diastereoselektiver und enantioselektiver Aldolreaktionen ( Li-, B- und Ti-Enolate,) Substratsteuerung, Auxiliärsteuerung, doppelte Stereodifferenzierung, enantioselektive Katalyse, Organokatalyse (Enaminkatalyse)
  - Silizium- und Borreagenzien in der organischen Synthese
  - Organokupferverbindungen in der organischen Synthese
  - Pd<sup>0</sup> und Ni<sup>0</sup> katalysierte Kreuzkupplungen, C-N und C-O Bindungsknüpfungen, Carbonylierungen, Heck-Reaktion, Alkinylkupplungen, Synthese von Boronsäuren, MIDA Borate, Ligandendesign in der Übergangsmetallkatalyse
  - Titanreagenzien in der organischen Synthese, tert-Alkylierung und Addition an %uF061-chirale Aldehyde, Chelat und Nichtchelatkontrolle, Ti-basierte Lewisäuren
  - Neue Entwicklungen bei Grignard Reagenzien
  - Zinkorganische Verbindungen in der Synthese, Carbenoide, Enantioselektive Additionen, nichtlineare Chiralitätsübertragung, Autokatalyse, Chiralitätsverstärkung und spontaner Symmetriebruch
2. Vorlesung `Bioorganische Chemie`
  - Definition von bioorganischer Chemie und ihre Abgrenzung zu Biochemie und Naturstoffchemie
  - Bedeutung von Kompartimentierung in lebenden Systemen; Evolutionsbetrachtungen
  - Naturstoffklasse Kohlenhydrate: Bedeutung, Vorkommen, Einteilung, Mono-, Di- und Oligosaccharide, Polysaccharide, klassische und chemoenzymatische Transformationen, klassische und enzymatische Nachweisverfahren; Fehlerbetrachtungen bei Analysen; Gesamtmetabolisches Geschehen bei Diabetes mellitus als Modellbeispiel komplexer bioorganischer Zusammenhänge

- Naturstoffklasse Fette und Lipide. Bedeutung, Vorkommen, Einteilung, einfache und komplexe Lipide, Glycolipide. Fettsäuren als Ausgangsmaterial von komplexen Naturstoffen wie z.B. Leukotrienen, Prostaglandinen, Thromboxanen. Bedeutung und Synthesen ausgehend von Arachidonsäure; Lipide als Bestandteile von Membranen; Steroidhormone: Einteilung, Vorkommen, Biosynthese, Bedeutung, Geschlechtshormone, Hormonzyklus
  - Naturstoffklasse Aminosäuren, Peptide und Proteine: Vorkommen, Bedeutung, Strukturen; Aminosäuren als Bestandteile komplexer Naturstoffe; klassische und enzymatische Synthesen von Aminosäuren; Protein-abbau, Analytik, Sequenzierung
  - Naturstoffklasse der Nucleinsäuren: Vorkommen, Bedeutung, Strukturen; Mutationen aus chemischer Sicht
  - Naturstoffklasse Alkaloide: Einteilung, Vorkommen, Isolierung, Nomenklatur, wichtigste Alkaloidklassen (heimische Pflanzen im Jahreszyklus)
  - Naturstoffklasse: Isoprenoide: Einteilung und kurzer Abriss wichtiger Verbindungen, Bedeutung, Vorkommen; Aufbauprinzipien, Pharmakologie ausgewählter Isoprenoide
3. Vorlesung `Moderne Photochemie`
- Symmetrie und Charaktertafeln: Bestimmung verbotener und erlaubter Übergänge und ihrer Polarisationsrichtungen in Absorptionsspektren organischer Verbindungen
  - Laser: Grundlagen, Drei- und Vierniveausysteme; Festkörper-, Gas- und Farbstofflaser; Erzeugung und chemische Anwendungen ultrakurzer Lichtpulse; Femtochemie und optimale Kontrolle chemischer Reaktionen
  - Einzelmolekülspektroskopie: Grundlagen und Techniken; Anwendungsbeispiele, insbesondere Kombination mit FRET und Echtzeitverfolgung biologisch-medizinischer Prozesse
  - Chemilumineszenz (CL): Grundlagen, Mechanismen wichtiger Systeme (z.B. Luminol, Lucigenin, Peroxyoxalate); triggerbare CL und ihre Anwendung in der medizinischen Diagnostik
  - Photoredoxkatalyse: Grundlagen, oxidative und reduktive Zyklen, umfangreiche Anwendungsbeispiele aus einer breit gefassten Auswahl von Standardreaktionstypen
  - Korrelationsdiagramme in der Photochemie: Orbitalkorrelationen, Zustandskorrelationen, Dauben-Salem-Turro-Diagramme; Anwendungsbeispiele, wie Prisman-Benzol-Valenzisomerisierung (in Kombination mit den gruppentheoretischen Inhalten des ersten Punktes)
  - Supramolekulare Photochemie: photophysikalische und photochemische Aspekte von Kompartimentierungen; Wirtssysteme (Micellen, Cucurbiturile, Cyclodextrine, Carceranden, Zeolithe), speziell auch im Zusammenhang mit der Photoredoxkatalyse
4. Praktikum
- Durchführung von Mehrstufensynthesen unter Anwendung der in den Vorlesungen vorgestellten Synthesemethoden
  - Üben von retrosynthetischem Denken und der Analyse der chemischen Literatur und Recherche in Datenbanken
  - Photochemische Bestimmungen micellarer Eigenschaften durch Sondenmoleküle
  - Experimente zum Schadstoffabbau mittels Photoredoxkatalyse

### Verantwortlichkeiten (Stand 21.09.2022):

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. René Csuk

## Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand 17.01.2008):

Abschluss	Studienprogramm	empf. Studiensemester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	1.	Pflichtmodul	Benotet	15/120

## Teilnahmevoraussetzungen:

### Obligatorisch:

keine

### Wünschenswert:

keine

### Dauer:

2 Semester

### Angebotsturnus:

jedes Studienjahr beginnend im Wintersemester

### Studentischer Arbeitsaufwand:

450 Stunden

### Leistungspunkte:

15 LP

### Sprache:

Deutsch

## Modulbestandteile:

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung `Bioorganische Chemie`	2	30	Wintersemester
Selbststudium Vorlesung	0	70	Wintersemester
Vorlesung `Carbanionen und metallorganische Chemie`	2	30	Sommersemester
Selbststudium Vorlesung	0	70	Sommersemester
Vorlesung `Moderne Photochemie`	2	30	Sommersemester
Selbststudium Vorlesung	0	70	Sommersemester
Vorlesung `Biochemie`	2	30	Sommersemester
Praktikum `Spezielle Organische Chemie`	4	60	Wintersemester
Selbststudium zum Praktikum	0	60	Wintersemester

## Studienleistungen:

- Praktikumsbericht

## Modulvorleistungen:

- keine

## Modulleistung:

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr



## **Modul: Physikalische Chemie Master (PC-M)**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.00006.04

### **Lernziele:**

- Vertiefung der Ausbildung auf den Gebieten Thermodynamik der Mischphasen, Spektroskopie, der biophysikalischen Methoden und modernen Methoden der Computersimulationen (v.a. Molekulardynamiksimulationen)
- Grundlegenden Kenntnisse über die Methoden zur Untersuchung der Eigenschaften und des Aufbaus von synthetischen und biologischen Makromolekülen, funktionaler Materialien und supramolekularer Strukturen (z.B. funktionale Polymere und -komplexe, Ligandenbindung an Makromoleküle, Lipide/biologische Membranen, Aminosäuren/Proteine/Proteinkomplexe)
- Übertragung der Methoden auf neue Forschungsfragestellungen aus den o.g. Bereichen
- Erkennen von Möglichkeiten für technische Anwendungen
- Erwerb von Fähigkeiten zur selbstständigen Durchführung fortgeschrittener Experimente im Labor
- Eigenständige Dokumentation der Versuchsergebnisse, computergestützte Darstellung und Auswertung von Messergebnissen, Interpretation und Bewertung der Ergebnisse, Präsentation der Ergebnisse in schriftlicher Form (Praktikumsbericht)

### **Inhalte:**

1. Vorlesung Moderne Aspekte der Physikalisch-Chemischen Materialforschung (PC-M I)
  - Grundlagen der Strukturbildung von mehrphasigen Systemen
  - Kristallisation und Spinodaler Zerfall
  - Experimentelle und theoretische Grundlagen der Mikroskopie und Streuung (Lichtstreuung, Röntgenstreuung, Elektronenstreuung), Bragg-Gleichung, Streuvektor
  - Membranen und Kolloide
  - Grundlagen der Supraleitfähigkeit, Struktur von Supraleitern, Theorie der Supraleitfähigkeit
  - Grundlagen der elektrischen Leitfähigkeit, Ladungsträger
  - Bandstruktur, Grundlagen der Fermi-Dirac-Verteilung bzw. der Einstein-Bose-Verteilung
  - Thermoelemente, Seebeck-Effekt
  - Ferroelektrika, Piezoelektrika, Halbleiter
  - Optisches Verhalten von Materialien
  - Metamaterialien, phänomenologische Erklärung von negativen Brechungsindices
2. Vorlesung Molekülspektroskopie (PC-M II)
  - Moderne Methoden der Fluoreszenzspektroskopie:
    - Fluoreszenz-Depolarisation, Förster-Resonanz-Energietransfer (FRET), Fluorescence Recovery after Photobleaching
  - Moderne Methoden der Schwingungsspektroskopie:
    - Infrarot-Reflexions-Absorptionsspektroskopie (IRRAS)
    - Nutzung der abgeschwächten Totalreflexion (ATR) für die Infrarotspektroskopie
  - Moderne Methoden der Magnetresonanzspektroskopie:
    - Einführung in die quantenmechanischen und technischen Grundlagen der Elektronenspinresonanzspektroskopie (ESR/EPR)
    - Continuous Wave (CW) EPR Spektroskopie zur Untersuchung von Struktur und Dynamik der weichen Materie
    - Puls-EPR Spektroskopie, insbesondere Doppelresonanztechniken (DEER) zur Bestimmung von Abständen im Nanometerbereich
    - Nitroxid-Radikale als Spinsonden und Spinlabels zur Untersuchung weicher Materie
3. Vorlesung Mikrostruktur der Materie (PC-M III)
  - Grundlagen zur Organisation von Zellen und Lebewesen
  - Biophysikalische Chemie der Proteine
  - Wechselwirkungen zwischen Biomolekülen

- Aufbau biologischer Membranen: Lipide und Lipidphasen, Membranproteine, Membran-modellierende Proteine
  - Ribosomale Proteinbiosynthese und Faltung/Fehlfaltung von Proteinen, Proteinabbau
  - Membranproteinsynthese und Membraninsertion
  - "energiereiche" Verbindungen
  - Behandlung von Struktur, Funktion, Wechselwirkungen und katalytischen Mechanismen von Proteinen und "makromolekularen Maschinen"
4. Praktikum PC-M
- Durchführung von fortgeschrittenen physikalisch-chemischen Experimenten, z.B.:
    - Fließkurven - Rotations-/Oszillations-Rheologie
    - Flüssigkeitsstruktur und Sondendynamik - Elektronenspinresonanz (ESR/EPR)
    - Absorption und Emission - Fluoreszenzspektroskopie
    - Oberflächencharakterisierung - Rasterkraftmikroskopie (AFM)
    - Fluoreszenzmikroskopie - Konfokale Laser-Scanning-Mikroskopie (CLSM)
    - Bindungsstudien und Demizellisierung - Isotherme Titrationskalorimetrie (ITC)
    - Intermolekulare Wechselwirkungen - Moleküldynamik (MD)-Simulation

#### Verantwortlichkeiten (Stand 13.02.2020):

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. Dariush Hinderberger

#### Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand 17.01.2008):

Abschluss	Studienprogramm	empf. Studien- semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	1.	Pflichtmodul	Benotet	15/120

#### Teilnahmevoraussetzungen:

##### Obligatorisch:

keine

##### Wünschenswert:

keine

##### Dauer:

2 Semester

##### Angebotsturnus:

jedes Studienjahr beginnend im Wintersemester

##### Studentischer Arbeitsaufwand:

450 Stunden

##### Leistungspunkte:

15 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung PC-M I	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	95	Wintersemester
Vorlesung PC-M II	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	95	Wintersemester
Vorlesung PC-M III	2	30	Sommersemester
Selbststudium	0	70	Sommersemester
Praktikum PC-M	4	60	Sommersemester
Selbststudium	0	40	Sommersemester

**Studienleistungen:**

- Praktikumsbericht

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Technische Chemie Master, Wahlpflicht (TC-M-WP)**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.00009.03

### **Lernziele:**

- quantitatives Verständnis für Gas-Flüssig-Reaktionssysteme und Trennverfahren
- vertiefte Kenntnis und Verständnis technischer Herstellungsverfahren für wichtige organische und anorganische Zwischenprodukte
- grundlegende Kenntnisse über die Wirkungsweise von heterogenen Katalysatoren und der Elektrokatalyse
- Kenntnis und praktische Erfahrung in der Anwendung von Grundverfahren zur Herstellung und (elektrochemischen) Charakterisierung fester Katalysatoren
- Vertiefen von Techniken der Erfassung, Verarbeitung, Visualisierung und Bewertung Chemisch-Technischer Prozesse in Teamarbeit und fachwissenschaftliche Präsentation eigener Versuchsergebnisse

### **Inhalte:**

1. Vorlesung Stoffübertragung mit chemischer Reaktion - Gaswäschen
  - Einleitung (Problemstellung, Physikalische und chemische Wäsche)
  - Gleichgewicht (Physikalische Lösung, Chemische Wäsche (Problemstellung und Zielsetzung, Protolytische Gleichgewichte in wässrigen Lösungen, Absorption von CO<sub>2</sub> in verdünnter Natronlauge)
  - Kinetik der mit chemischer Reaktion gekoppelten Stoffübertragung in zeitabhängigen, ruhenden Systemen
  - Kinetik der Stoffübertragung zwischen bewegten Phasen, Stoffübertragung ohne nachgelagerte Reaktion (Lineares Widerstandsgesetz und virtuelle Maximalgeschwindigkeit, Modellvorstellungen)
  - Stoffübertragung mit nachgelagerter chemischer Reaktion in der bewegten aufnehmenden Phase (Grenzfälle, Berechnung der Verstärkungsfaktoren)
  - Zusammenfassung
  - Kriterien für die Apparateauswahl
2. Vorlesung Moderne Aspekte der Chemischen Produktionstechnik
  - Einführung und Inhalt der Vorlesung
  - Katalyse - ein unerlässliches Werkzeug der chemischen Industrie
    - Einführung (Bedeutung und Prinzip der Katalyse), Spielarten der Katalyse, Heterogene Katalyse
  - Katalysatoren und poröse Materialien - Herstellung, Eigenschaften, Anwendung
    - Grundlagen, Oxidische Materialien, Kohlenstoffbasierte Materialien, Metall-Träger- Katalysatoren, Vollkatalysatoren, Charakterisierung
  - Vertiefte Betrachtung wichtiger katalytische Verfahren der chemischen Industrie
    - Oxidationen (Herstellung von Ethylenoxid, Formaldehyd, Acetaldehyd und MSA)
    - Oxidationen an Mischoxiden/Mars-van-Krevelen-Modell, Oxidation von o- und p-Xylol
  - C1-Chemie/Synthesegaschemie
    - Herstellung von Synthesegas, Syngas aus Biomasse, Methanol-Herstellung
  - Methanolchemie
    - Exkurs Methanol als zukünftiger Energieträger, Fischer-Tropsch-Synthese
  - Weitere Synthesen mit CO
    - Carbonylierung von Olefinen, Oxosynthese
  - Moderne Elektrolyseverfahren
    - Elektrokatalyse - ein Spezialfall der heterogenen Katalyse/Grundlagen der Elektrokatalyse
  - Elektrokatalyse
    - Chlor-Alkali-Elektrolyse mit Sauerstoffverzehrkatode
    - Wasserelektrolyse

- Angewandte Katalyse im Alltag: der Autoabgaskatalysator (incl. katalytische Verfahren der Abgasreinigung)
- 3. Praktikum
  - Rektifikation (Einfluss von Rücklauf, Kolonnenbelastung und Fluidodynamik auf Trennwirkung und Druckverlust)
  - Synthesen bzw. Hydrothermalsynthesen und Charakterisierung verschiedener Katalysatormaterialien
  - Synthesen und Charakterisierung elektrochemisch aktiver Materialien für Redox-Flow-Batterie, Elektrolyse und Niedertemperaturbrennstoffzelle unter Praxisbedingungen

### Verantwortlichkeiten (Stand 13.02.2020):

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. Thomas Hahn

### Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand 11.06.2013):

Abschluss	Studienprogramm	empf. Studien-semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Lehramt Gymnasien	Chemie (Gymnasium) 1. Version 2007	7.	Wahlpflichtmodul	Benotung ohne Anteil	erfolgreicher Abschluss
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	1. oder 2.	Wahlpflichtmodul	Benotet	10/120

### Teilnahmevoraussetzungen:

#### Obligatorisch:

keine

#### Wünschenswert:

keine

#### Dauer:

2 Semester

#### Angebotsturnus:

jedes Semester

#### Studentischer Arbeitsaufwand:

300 Stunden

#### Leistungspunkte:

10 LP

#### Sprache:

Deutsch

### Modulbestandteile:

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	3	45	Winter- und Sommersemester
Selbststudium	0	90	Winter- und Sommersemester
Praktikum	4	60	Winter- und Sommersemester
Übung zum Praktikum	1	15	Winter- und Sommersemester
Selbststudium	0	90	Winter- und Sommersemester

### Studienleistungen:

- Praktikumsbericht und Seminarvortrag

### Modulvorleistungen:

- keine

### Modulleistung:

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	100 %

### Termine für die Modulleistung:

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

### Hinweise:

Studierende, die die Vertiefungsrichtung Technische Chemie wählen, müssen dieses Modul im ersten Semester beginnen.

## **Modul: Vertiefung in der Fachrichtung Anorganische Chemie (AC-M-V)**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.00011.03

### **Lernziele:**

- Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse in der modernen Anorganischen Chemie durch eine Kombination aus Vorlesungen und einem forschungsorientierten Praktikum. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, sich selbstständig an einem aktuellen Forschungsprojekt zu beteiligen (Planung und Durchführung der Experimente, Methodenauswahl, Auswertung und kritische Beurteilung der Ergebnisse). Die Studierenden lernen, die Ergebnisse der Arbeit in schriftlicher Form und in Form eines Vortrags zu präsentieren.

### **Inhalte:**

- Vorlesungen: vertiefende Behandlung spezieller Gebiete der Anorganischen Chemie, z. B. Bioanorganische Chemie, NMR- Spektroskopie, Beugungsmethoden, Anorganische Materialien. Die Auswahl der Vorlesungen erfolgt in Abstimmung mit der Betreuerin oder dem Betreuer des Vertiefungsmoduls. Es besteht die Möglichkeit, zwei der insgesamt 6 SWS Vorlesung aus dem Vorlesungsprogramm anderer Vertiefungsrichtungen zu wählen.
- Praktikum/Übung: forschungsorientiertes Praktikum, das sich an aktuellen wissenschaftlichen Projekten der Arbeitsgruppen orientiert.

### **Verantwortlichkeiten (Stand 28.05.2020):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. Stefan Ebbinghaus

### **Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand 17.01.2008):**

<b>Abschluss</b>	<b>Studienprogramm</b>	<b>empf. Studien-semester</b>	<b>Modulart</b>	<b>Benotung</b>	<b>Anteil der Modulnote an Abschlussnote</b>
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	3.	Wahlpflichtmodul	Benotet	25/120

### **Teilnahmevoraussetzungen:**

#### **Obligatorisch:**

Modul/e:

- Anorganische Chemie Master (AC-M)
- Organische Chemie Master (OC-M)
- Physikalische Chemie Master (PC-M)

#### **Wünschenswert:**

keine

### **Dauer:**

1 Semester

**Angebotsturnus:**

jedes Wintersemester

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

750 Stunden

**Leistungspunkte:**

25 LP

**Sprache:**

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	6	90	Wintersemester
Selbststudium	0	180	Wintersemester
Praktikum	19	285	Wintersemester
Übung zum Praktikum	1	15	Wintersemester
Selbststudium	0	180	Wintersemester

**Studienleistungen:**

- keine

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Moduleilleistungen block 1:**

Moduleilleistungen block 1	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
Praktikumsbericht	Praktikumsbericht	Praktikumsbericht	50 %
Präsentation mit Diskussion	Präsentation mit Diskussion	Präsentation mit Diskussion	50 %

**Termine für Moduleilleistung Nr. 1:**

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

**Termine für Moduleilleistung Nr. 2:**

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr



## **Modul: Vertiefung in der Fachrichtung Makromolekulare Chemie** **(MC-M-V)**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.00014.03

### **Lernziele:**

- Entwickeln vertiefter Stoffkenntnisse in der Makromolekularen Chemie
- Erklären moderner Wirkungs- und Anwendungsprinzipien von Polymeren moderner Technologien (Biowissenschaften, Elektronik, Energiewandlung)
- Entdecken der Wirkungsprinzipien biologisch abbaubarer Polymere, deren Auf/Abbau wie auch deren technischen Einsatz
- Klassifizieren und Entwickeln von Kenntnissen in der Synthesechemie von Polymeren, deren Reaktionsmechanismen sowie deren Anwendungen, insondere des 3D-Druckes
- Entwicklung vertiefter Kenntnisse in den Charakterisierungsmethoden von Kunststoffen
- Einordnen, Entdecken und Entwickeln eines grundlegenden Verständnis für den interdisziplinären Charakter des Wissensgebietes
- Planen, Untersuchen und Erlernen vertiefter Kenntnisse und praktischer Erfahrungen in der Synthese und der fortgeschrittenen Charakterisierung von Polymermaterialien

### **Inhalte:**

- Synthese von Polymeren über lebende Polymerisationsverfahren
- Überblick über natürliche und Spezialpolymere sowie Hybridpolymermaterialien
- Polymere Additive (Lichtschutz, thermischer Schutz, Antistatik)
- Prinzipien des 3D-Druckes von Polymeren (Rheologie, Strukturen, supramolekulare Chemie, Druckbarkeit)
- Anwendungen 3D-gedruckter Systeme in der Medizin (künstliche Organe)
- Energiewandelnde Polymere (OLEDs, Solarzellen, Brennstoffzellen, Wasserentsalzungsverfahren, Membranen)
- industrielle Methoden in der Kunststoffcharakterisierung und Darlegung der Zusammenhänge zwischen Mikro- und Makrostruktur
- Biosynthese von Polymeren, Korrelation von biologischen und synthetischen Mechanismen (Proteine, Peptide, Polyisoprene, Polysaccharide)
- praktische Herstellung und fortgeschrittene Charakterisierung von Polymeren

### **Verantwortlichkeiten (Stand 28.05.2020):**

<b>Fakultät</b>	<b>Institut</b>	<b>Verantwortliche/r</b>
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. Wolfgang Binder

## Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand 17.01.2008):

Abschluss	Studienprogramm	empf. Studiensemester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	3.	Wahlpflichtmodul	Benotet	25/120

## Teilnahmevoraussetzungen:

### Obligatorisch:

Modul/e:

- Anorganische Chemie Master (AC-M)
- Organische Chemie Master (OC-M)
- Physikalische Chemie Master (PC-M)
- Makromolekulare Chemie Master, Wahlpflicht (MC-M-WP)

### Wünschenswert:

keine

### Dauer:

1 Semester

### Angebotsturnus:

jedes Wintersemester

### Studentischer Arbeitsaufwand:

750 Stunden

### Leistungspunkte:

25 LP

### Sprache:

Deutsch/Englisch

### Modulbestandteile:

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	6	90	Wintersemester
Selbststudium	0	180	Wintersemester
Praktikum	20	300	Wintersemester
Selbststudium	0	180	Wintersemester

### Studienleistungen:

- Praktikumsbericht

### Modulvorleistungen:

- keine

### Modulleistung:

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Vertiefung in der Fachrichtung Organische Chemie** **(OC-M-V)**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.00012.03

### **Lernziele:**

- Kenntnis und Verständnis der grundlegenden Konzepte der Supramolekularen Chemie und der Strukturbildung durch nichtkovalente Wechselwirkungen.
- Anwendung des Wissens über nichtkovalente Wechselwirkungen und Selbstassemblierungsprozesse auf biologische Selbstorganisation und Strukturbildung
- Erwerb fundierten Wissens über die Anwendung kinetischer Methoden für mechanistische Untersuchungen, sowie zur Reaktionsplanung und -optimierung
- Kenntnis strahlenchemischer Prozesse und ihrer Implikationen für chemische und biochemische Systeme
- Erlernen der Isolation einzelner Prozesse in komplexen Systemen
- Kenntnisse über biokatalytische Umsetzungen, sowie deren Vor- und Nachteile
- Fundiertes Wissen über enzymatische Prinzipien und Reaktionsmechanismen
- Anwendung des Wissens über enzymatische Umsetzungen auf zukünftige Synthesplanungen

### **Inhalte:**

Die folgenden Inhalte werden in den drei Vorlesungen `Chemoenzymatik`, `Supramolekulare Chemie` und `Experimentelle und theoretische chemische Kinetik` behandelt.

- Intermolekulare Wechselwirkungen und Selbstassemblierung: Wasserstoffbrücken und elektrostatische Wechselwirkungen, pi-pi-Wechselwirkungen, Dispersionswechselwirkungen und hydrophober Effekt, Entropieeffekte, kooperative Effekte, Lösungsmittelleffekte
- Wirt-Gast Systeme und molekulare Erkennung: Bindung von Kationen, Anionen, Ionophore und Ionenkanäle, Allosterie, kooperative Effekte, Vororganisation, Rezeptoren, Sensoren
- Bindung von polaren und unpolaren Neutramolekülen, Cyclophane, Calixarene, Cyclodextrine, und Karzeranden
- Bindung von Ammoniumsalzen und Acetylcholin
- Self-assembly, selbstassemblierte Netzwerke und Kapseln, Rotaxane, Catenane, Knotane und molekulare Maschinen
- Template, dynamische kombinatorische Bibliotheken und Autokatalyse, dynamische kovalente Bindungen
- Selbst-assermblierung von Dendrimeren und Dendronen
- Amphiphile Selbstassemblierung in niedermolekularen und makromolekularen Systemen, lamellare, kolumnare und kubische Phasen, Vesikel und micellare Systeme, Grenzflächen und deren Krümmung, Frustrationsphenomäne und Entwicklung von Komplexität
- Selbstassemblierte Systeme mit Orientierungsfernordnung: lamellare, columnare und kubische ferroelektrische und chirale Flüssigkristallsysteme and deren Anwendungen
- Aspekte der Selbstassemblierung in Biosystemen (DNA-struktur, Proteinfaltung, Zell-zellerkennung, Zellmembranen und Ionenkanäle)
- Selbstorganisation und Hypothesen der spontanen Entstehung von Leben und einheitlicher Chiralität
- Methoden der schnellen Kinetik, ihre apparativen Realisierungen, und ihre Anwendungsbereiche:
  - a) Strömungsmethoden (continuous flow und stopped flow)
  - b) aperiodische Relaxationsverfahren (Temperatur-, Druck-, und Feldsprung)
  - c) periodische Relaxationsverfahren (Ultraschallabsorption und Feldmodulation)
  - d) Laserblitzlichtphotolyse
  - e) strahlenchemische Methoden; Besonderheiten der Strahlenchemie im Vergleich mit der Photochemie
  - f) elektrochemische Methoden (rotierende Scheibe, Ringscheibenelektrode, Polarographie, Cyclovoltammetrie)

- g) NMR-Methoden (dynamische NMR, CIDNP-Spektroskopie)
  - Theorie der Kinetik:
    - a) Zusammenspiel von Diffusion und Reaktion; Diffusionskorrektur gemessener Geschwindigkeitskonstanten; Diffusionskontrolle (Einstein-Smoluchowski-Beziehung und Debye-Korrektur); Radikalpaarmechanismus
    - b) Beziehungen zwischen Thermodynamik und Kinetik (Bronstedtbeziehung, Rehm-Weller-Gleichung, Marcustheorie)
    - c) Beziehungen zwischen Struktur und Reaktivität (LFER, Hammett-Beziehungen, Taft-Gleichung)
    - d) Isotopeneffekte
    - e) Reaktionen in Micellen (formalkinetische Herleitung der Poisson-Statistik, Infelta-Tachiya-Gleichung)
  - Anwendungsbeispiele (z.B. Neutralisationsreaktion, Micellbildung, Gramicidin-vermittelter Stofftransport durch Biomembranen, Eigen-Tamm-Mechanismus, Elektronen- und Protonenselbstaustausch, polarisierte Kernspins als Sonden zur Verfolgung von Umlagerungsreaktionen, Photoionisierungen und Einsatz hydratisierter Elektronen bzw. Hydroxylradikale für Synthesen und zum Schadstoffabbau)
  - 0. Einleitung:
    - Konzepte und Theorien zum Übergang von organischer Chemie zur Biologie (`Chemische Evolution`)
    - Grundprinzipien der gerichteten Evolution
  - 1. Gruppentransfer Reaktionen
    - Esterhydrolyse: Parallelen der enzymatischen Hydrolyse mit der säurekatalysierten und basischen Hydrolyse
    - Dazu: pK<sub>A</sub> Veränderungen im aktiven Zentrum sowie weitere Prinzipien der Enzyme um hohe pK<sub>A</sub> zu überwinden
    - Amid Hydrolyse und Amidierung
  - 2. Reduktion/Oxidation
    - Gegenüberstellung von NAD(P)H sowie Flavin mit chemischen Reduktionsmitteln
    - Flavoenzyme und deren Anwendung
    - Reduktive Aminierung mittels Transaminasen, dazu Sitagliptin Synthese
    - Reduktion von C=C Doppelbindungen
  - 3. Monooxygenierung (Oxidation)
    - Häm-abhängige Monooxygenasen vs. neueste chemische Methoden zur selektiven C-H Hydroxylierung
    - Das Problem des `HOplus`: Alternative in der Chemie durch Baeyer-Villiger, Flavoenzyme als Alternative `HOplus` Quellen, bsp L-Dopa Synthese
    - Baeyer-Villiger Reaktion
  - 4. Dioxygenierung (Oxidation)
    - Sharpless Dihydroxylierung
    - Aktivität und Anwendung der verschiedenen Dioxygenasen
  - 5. Prinzipien und Voraussetzungen für die Anwendung von Enzymen in organisch-chemischen Synthesen
    - Fachwissen über die theoretischen und methodischen Ansätze zur Syntheseplanung, sowie der Beschreibung und Untersuchung von Reaktionsmechanismen
    - Aspekte der retroanalytischen Syntheseplanung
- Praktikum OC-M-V:
- Durchführung von forschungsnahen Experimenten der organischen Chemie. Das Praktikum wird individuell mit den Studierenden zusammengestellt und kann Arbeiten aus allen Arbeitsgruppen der organischen Chemie umfassen.

### Verantwortlichkeiten (Stand 30.05.2022):

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. Konstantin Amsharov

### Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand 12.02.2020):

Abschluss	Studienprogramm	empf. Studien- semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	3.	Wahlpflichtmodul	Benotet	25/120

### Teilnahmevoraussetzungen:

#### Obligatorisch:

Modul/e:

- Anorganische Chemie Master (AC-M)
- Organische Chemie Master (OC-M)
- Physikalische Chemie Master (PC-M)

#### Wünschenswert:

keine

#### Dauer:

1 Semester

#### Angebotsturnus:

jedes Wintersemester

#### Studentischer Arbeitsaufwand:

750 Stunden

#### Leistungspunkte:

25 LP

#### Sprache:

Deutsch

**Modulbestandteile:**

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung `Chemoenzymatik`	2	30	Wintersemester
Selbststudium Vorlesung	0	70	Wintersemester
Vorlesung `Supramolekulare Chemie`	2	30	Wintersemester
Selbststudium zur Übung	0	70	Wintersemester
Vorlesung `Exp. u. theoret. Chem. Kinetik`	2	30	Wintersemester
Selbststudium Vorlesung	0	70	Wintersemester
Praktikum `Moderne Synthesemethoden`	19	285	Wintersemester
Übung zum Praktikum	1	15	Wintersemester
Selbststudium zum Praktikum	0	150	Wintersemester

**Studienleistungen:**

- Praktikumsbericht
- Seminarvortrag

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Vertiefung in der Fachrichtung Physikalische Chemie (PC-M-V)**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.00013.04

### **Lernziele:**

- Heranführung an die Forschung in aktuellen Gebieten der Thermodynamik, Spektroskopie, der physikalischen Chemie der Polymere, bzw. der Biophysikalischen Chemie
- Erlernen des unabhängigen experimentellen Arbeitens und des Ausarbeitens von Forschungszielen und Forschungsprojekten
- Erlernen der Darstellung von Forschungsvorhaben und Forschungsergebnissen

### **Inhalte:**

1. Vorlesung PC-M-V I: Signalverarbeitung und Messtechnik in der Physikalischen Chemie
  - Einführung in Fourierreihen, Fourier-Transformation (FT), lineare Antwort-Theorie:
    - Sinus, Cosinus Fourierreihen, Komplexe Fourierreihen, Delta-Distributionen
    - Fourier-Transformation, Definitionen, Theoreme der FT, wichtige Fourier-Paare
    - Lineare Antwort-Theorie: Impuls-Antwort, Sprung-Antwort, Übertragungsfunktion, Systeme 1. Ordnung
  - Elektronik:
    - Verschiedene Arten des Rauschens, Rauschcharakterisierung eines Netzwerks
    - Modulation: Modulationsarten, Amplitudenmodulation
    - Signal/Rausch-Verbesserung, z.B. durch phasenempfindlichen Detektor
  - Stochastische Signale:
    - Kenngrößen von Zufallsvariablen, Verteilungsfunktion, Erwartungswert und Streuung
    - Charakterisierung stochastischer Prozesse: Korrelationsfunktionen, Autokorrelationsfunktion, Kreuzkorrelationsfunktion, Korrelationsfunktion periodischer Signale
    - Zufallssignale im Frequenzbereich: Spektrale Leistungsdichte, weißes Rauschen
  - Datenmanipulation:
    - Abtastprozess, Sampling und Rekonstruktion des kontinuierlichen Signals
    - Diskrete Fourier-Transformation
    - Zerofilling, Apodisation, Filterung für optimales S/N, Filterung für optimale Auflösung
2. Vorlesung PC-M-V II: Physikalische Chemie der Polymere
  - Thermodynamische und kinetische Grundlagen der Polymerisation, Zeitgesetze und Ceiling-Temperatur
  - Grundlagen der Flory-Huggins-Theorie, Löslichkeitsparameter,  $\chi$ -Parameter, Mischungsenthalpie, Mischungsentropie, reguläre und ideale Mischungen
  - Spektroskopische- und Streumethoden der Polymercharakterisierung
  - Blockcopolymere, Morphologie, Elektronenmikroskopie (TEM), Röntgenweitwinkel- und Röntgenkleinwinkelstreuung
  - Grundlagen der Polymerkristallisation
  - Moderne Entwicklungen der Polymerwissenschaften (leitfähige Polymere, organische Solarzellen, hochfeste Fasern)
3. Vorlesung PC-M-V III: Moderne Methoden der Biophysikalischen Chemie
  - Moderne und spezielle Methoden der Lichtmikroskopie wie z.B. Fluoreszenzlebensdauer-mikroskopie, Lichtblattmikroskopie, Superauflösungsmethoden
  - Fluoreszenzkorrelationsspektroskopie und verwandte Fluktuationsmethoden
  - Moderne spektroskopische Methoden
  - Probenpräparationen und Modellsysteme
  - Mikrofluidik
  - Mechanisch-optische (Einzelmolekül-)methoden
  - Transport- und Sedimentationsmethoden



- Proteinkristallographie
  - Massenspektrometrie
  - Elektronenmikroskopie, Kryo-Elektronenmikroskopie
  - Methoden und Auswertungsstrategien zur Bindungsanalyse
  - Beispiele aktueller Methodenentwicklungen in der Biophysik
4. Praktikum PC-M-V
- Durchführung von forschungsnahen physikalisch-chemischen und theoretisch-chemischen Experimenten. Das Praktikum wird individuell mit den Studierenden zusammengestellt und kann Arbeiten aus allen Arbeitsgruppen der physikalischen und theoretischen Chemie umfassen

#### Verantwortlichkeiten (Stand 13.02.2020):

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. Dariush Hinderberger

#### Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand 18.01.2008):

Abschluss	Studienprogramm	empf. Studien- semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	3.	Wahlpflichtmodul	Benotet	25/120

#### Teilnahmevoraussetzungen:

##### Obligatorisch:

Modul/e:

- Anorganische Chemie Master (AC-M)
- Organische Chemie Master (OC-M)
- Physikalische Chemie Master (PC-M)

##### Wünschenswert:

keine

##### Dauer:

1 Semester

##### Angebotsturnus:

jedes Wintersemester

##### Studentischer Arbeitsaufwand:

750 Stunden

##### Leistungspunkte:

25 LP

##### Sprache:

Deutsch

### Modulbestandteile:

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung PC-M-V I	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	60	Wintersemester
Vorlesung PC-M-V II	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	60	Wintersemester
Vorlesung PC-M-V III	2	30	Wintersemester
Selbststudium	0	60	Wintersemester
Praktikum PC-M-V	19	285	Wintersemester
Seminar	1	15	Wintersemester
Selbststudium	0	180	Wintersemester

### Studienleistungen:

- Seminarvortrag und Praktikumsbericht zum Praktikum PC-M-V

### Modulvorleistungen:

- keine

### Modulleistung:

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	mündl. Prüfung oder Klausur	100 %

### Termine für die Modulleistung:

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr

## **Modul: Vertiefung in der Fachrichtung Technische Chemie (TC-M-V)**

### **Identifikationsnummer:**

CHE.00015.04

### **Lernziele:**

- Kenntnis und Verständnis der grundlegenden Konzepte der heterogenen und der Elektrokatalyse und der Wechselwirkung von Fluiden mit Festkörperoberflächen
- vertiefte Kenntnisse in der quantitativen Beschreibung heterogener Reaktionssysteme
- Vertiefte Kenntnisse der chemischen Aspekte erneuerbarer Energien
- Einordnung der verschiedenen Technologien der chemischen und elektrochemischen Energiewandlung in mögliche zukünftige Energiesysteme
- vertiefte Kenntnisse bezüglich der Herstellung und fortgeschrittener Charakterisierung poröser Festkörper und heterogener und Elektrokatalysatoren
- Praktische Erfahrungen in der Herstellung, Charakterisierung und Anwendung von heterogenen und Elektrokatalysatoren einschließlich der Beschreibung und Beurteilung ihrer Eigenschaften
- Techniken der Erfassung, Verarbeitung und Visualisierung von technisch-chemischen Messdaten, fachwissenschaftliche Präsentation eigener Versuchsergebnisse, Einordnung von wissenschaftlichen Erkenntnissen in den Stand des Wissens

### **Inhalte:**

- Vorlesung
- 1. Heterogene Katalyse: industrielle Aspekte und phänomenologische Herangehensweise
  - Grundprinzipien der Wirkungsweise von Katalysatoren
  - Technische Katalysatoren
  - Charakterisierung technischer Katalysatoren
  - Einfluss des Stofftransports auf die Kinetik im heterogenen System
- 2. Grundlegende Konzepte der heterogenen und der Elektrokatalyse
  - Eigenschaften von Oberflächen und die Wechselwirkung von Fluiden mit Festkörperoberflächen
  - Von der Oberfläche zum Nanomaterial
  - Charakterisierung von Oberflächen und dispersen Materialien
  - Molekulare Aspekte technisch relevanter heterogen-katalytischer Reaktionen
  - Grundlegende Prinzipien der Elektrokatalyse und der Photoelektrokatalyse
  - Wichtige elektrokatalytische Reaktionen und Mechanismen
  - Dynamische Veränderung heterogener Katalysatoren
- 3. Technische Chemie erneuerbarer Energien
  - Wandlung und Nutzung bio-basierter Rohstoffe für Energieanwendungen
  - Prinzipien der elektrochemischen Energiewandlung und -speicherung
  - Technologien und Materialien der elektrochemischen Energiewandlung und -speicherung
  - Chemische Aspekte der Photovoltaik
- Praktikum
  - Praktische Herstellung und fortgeschrittene Charakterisierung von porösen Festkörpern sowie von heterogenen und Elektrokatalysatoren
  - Untersuchung der Eigenschaften der Katalysatoren in Anwendungen der heterogenen Katalyse oder der elektrochemischen Energiewandlung
  - Darstellung der Ergebnisse in einem Praktikumsbericht einschließlich Einordnung in den Stand des Wissens

### Verantwortlichkeiten (Stand 13.02.2020):

Fakultät	Institut	Verantwortliche/r
Naturwissenschaftliche Fakultät II - Chemie, Physik und Mathematik	Chemie	Prof. Dr. Michael Bron

### Studienprogrammverwendbarkeiten (Stand 11.06.2013):

Abschluss	Studienprogramm	empf. Studien- semester	Modulart	Benotung	Anteil der Modulnote an Abschlussnote
Master	Chemie - 120 LP 1. Version 2006	3.	Wahlpflichtmodul	Benotet	25/120

### Teilnahmevoraussetzungen:

#### Obligatorisch:

Modul/e:

- Anorganische Chemie Master (AC-M)
- Organische Chemie Master (OC-M)
- Physikalische Chemie Master (PC-M)
- Technische Chemie Master, Wahlpflicht (TC-M-WP)

#### Wünschenswert:

keine

#### Dauer:

1 Semester

#### Angebotsturnus:

jedes Wintersemester

#### Studentischer Arbeitsaufwand:

750 Stunden

#### Leistungspunkte:

25 LP

#### Sprache:

Deutsch

### Modulbestandteile:

Lehr- und Lernformen	SWS	Studentische Arbeitszeit in Stunden	Semester
Vorlesung	6	90	Wintersemester
Selbststudium	0	180	Wintersemester
Praktikum	19	285	Wintersemester
Übung zum Praktikum	1	15	Wintersemester
Selbststudium	0	180	Wintersemester

**Studienleistungen:**

- Praktikumsbericht

**Modulvorleistungen:**

- keine

**Modulleistung:**

Modulleistung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	Anteil an Modulnote
mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	mündliche Prüfung	100 %

**Termine für die Modulleistung:**

- 1.Termin: bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltungen des Moduls
- 1.Wiederholungstermin: bis spätestens Beginn der Vorlesungszeit des darauf folgenden Semesters
- 2.Wiederholungstermin: bis spätestens zur Modulprüfung dieses Moduls im darauf folgenden Studienjahr