

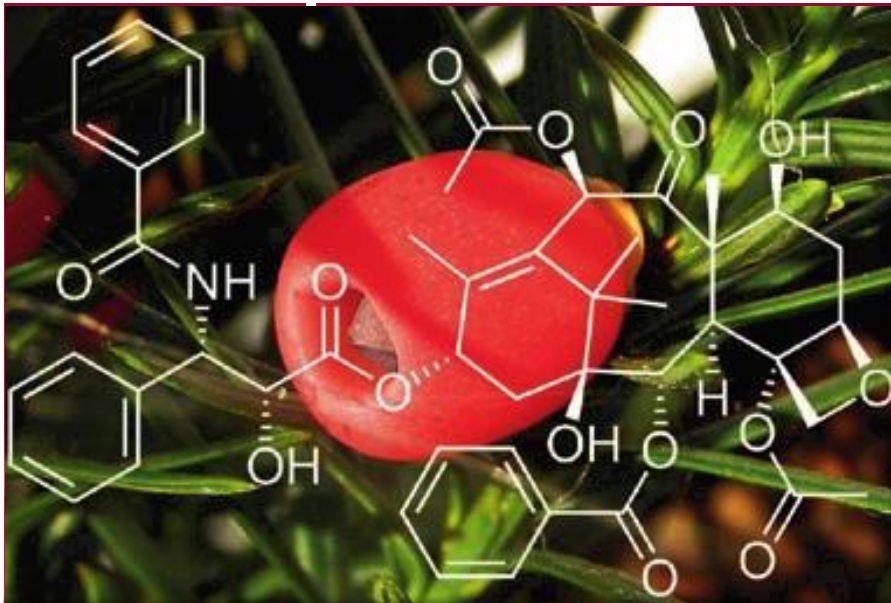


UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften

Modulhandbuch zum Masterstudiengang **Natur- und Wirkstoffchemie**

Stand: 1. April 2017



Inhaltsverzeichnis

Seite

Kurzbeschreibung

3

Module des Bereichs „Niedermolekulare Natur- und Wirkstoffe“

Wintersemester

| | |
|--|---|
| B101 Naturstoffchemie: Biosynthesen und Strukturen | 5 |
| B102 Wirkstoffchemie | 6 |
| B103 Stereoselektive Organische Synthese | 7 |
| B104 Metallorganische Komplexkatalyse | 8 |

Sommersemester

| | |
|--|----|
| B201 Spezielle Naturstoffchemie | 9 |
| B202 Bioorganische Chemie | 10 |
| B203 Analytik und Screening von Natur- und Wirkstoffen | 11 |

Module des Bereichs „Makromolekulare Targets und Strukturen“

Wintersemester

| | |
|---|----|
| B105 Molekulare Modellierung | 12 |
| B106 Biomacromolecules (vormals Biomakromoleküle) | 13 |
| B107 Feste Anorganische Materialien: Nanochemie | 14 |

Sommersemester

| | |
|---|----|
| B204 Grundlagen der Bioinformatik | 15 |
| B205 Computerchemie | 16 |
| B206 Mehrdimensionale NMR Spektroskopie von Biomakromolekülen (vormals: Strukturanalyse von Biomakromolekülen) | 17 |
| B207 Bioanalytics (vormals: Proteine – Struktur, Dynamik und Analytik) | 18 |

Wahlpflichtmodul

19

Wahlpflichtmodul Biomaterialien

20

Wahlpflichtmodul Molekulare Diagnostik und Therapie

21

B210 Modul Forschungsplan (Research proposal)

22

Forschungsmodule des 3. und 4. Semesters

23

B301 Forschungsmodul I

B302 Forschungsmodul II

B400 Masterarbeit

24

Anhang 1: Modulübersicht

25

Anhang 2: Stundenplan (Vorlesungen)

27

Kurzbeschreibung

Qualitativ hochwertige Lebensmittel und Pharmazeutika sichern unsere tägliche medizinische Versorgung, Ernährung und somit unsere Lebensqualität. Innovationen auf diesen Gebieten, also die Entwicklung neuer, maßgeschneiderter Wirkstoffe, erfordern umfassende Kenntnisse in organischer Synthesechemie und ein gutes Verständnis von den Interaktionen der Wirkstoffe mit biologischen Systemen. Der Masterstudiengang *Natur- und Wirkstoffchemie* ist zentral in diesem großen Themenfeld positioniert und beinhaltet fächerübergreifend auch relevante Aspekte der benachbarten Wissenschaften Biologie, Biochemie, Pharmazie und Medizin. Er vermittelt fundiertes Wissen sowohl über die Synthese, Biosynthese und Analytik von Natur-, Wirk- und Funktionalstoffen als auch über die molekularen Grundlagen von deren Wechselwirkungen im biologischen Kontext. Die Strukturen und Eigenschaften von Biomolekülen, seien es niedermolekulare Verbindungen ("Liganden") oder makromolekulare Zielstrukturen ("Targets"), nehmen ebenfalls einen breiten Raum im Lehrangebot ein. Damit verbindet der Studiengang die vielschichtigen Inhalte der modernen Synthesechemie mit biologischen und medizinisch-pharmazeutischen Aspekten. Mit den angebotenen Modulen bietet er den Studierenden ein facettenreiches Umfeld, erlaubt über die Modulwahl aber auch die Fokussierung auf einen Schwerpunkt. Mit den erworbenen Kompetenzen qualifizieren sich die Absolventen zum einen für berufliche Tätigkeiten in Forschung, Entwicklung, Produktion und Dienstleistung im Bereich der klassischen Chemie, zum anderen stehen Ihnen aber auch aufgrund der interdisziplinären Ausbildung attraktive Berufsperspektiven in den modernen Bereichen Life Sciences, Agro Sciences und Health Care offen.

Der Masterstudiengang "Natur- und Wirkstoffchemie" kann wahlweise im Winter- oder Sommersemester begonnen werden. Die Fachmodule des *ersten Studienjahres* bestehen in der Regel aus Vorlesung und Praktikum, um neben der Theorie auch die experimentellen Fähigkeiten zu schulen. Im *ersten Semester* werden sieben Fachmodule angeboten, davon vier aus dem Themenbereich "Niedermolekulare Natur- und Wirkstoffe" (z.B. für Beginner im Wintersemester: Naturstoffchemie: Biosynthesen und Strukturen; Wirkstoffchemie; Stereoselektive Organische Synthese; Metallorganische Komplexkatalyse) und drei aus dem Gebiet "Makromolekulare Targets und Strukturen" (Molekulare Modellierung; Biomacromolecules; Feste Anorganische Materialien: Nanochemie). Die Studierenden wählen hiervon drei Module aus, jedoch müssen mindestens zwei aus ersterem Lehrbereich und mindes-

tens eines aus letzterem stammen, um eine möglichst breit gefächerte Ausbildung zu gewährleisten. Das vierte Modul kann frei aus dem weiteren chemischen Angebot dieses oder anderer Masterstudiengänge der Chemie und verwandter Disziplinen gewählt werden.

Im *zweiten Semester* stehen sieben Vertiefungsmodule zur Verfügung, davon drei aus dem niedermolekularen Bereich (Spezielle Naturstoffchemie; Bioorganische Chemie; Analytik und Screening von Naturstoffen) und vier aus dem biomakromolekularen (Grundlagen der Bioinformatik; Computerchemie; Mehrdimensionale NMR Spektroskopie von Biomakromolekülen; Bioanalytics). Hieraus können die Studierenden drei frei auswählen. Zudem erstellen die Studierenden die Planung für ein eigenes wissenschaftliches Forschungsprojekt ("Forschungsplan").

Im *dritten und vierten Semester* sind zwei Forschungsmodule im Gesamtumfang von 30 Leistungspunkten nach freier Wahl zu absolvieren, wobei eines davon auch extern, z.B. als Industriepraktikum und/oder im Ausland, durchgeführt werden kann. Das Thema der *Masterarbeit* zu aktuellen Fragestellungen der Natur- und Wirkstoffchemie kann bereits am Ende des zweiten Semesters ausgegeben werden, sodass eine eigenständige wissenschaftliche Arbeit daran parallel zu den Forschungsmodulen, eventuell auch aufbauend auf das Modul "Forschungsplan" als Vorarbeit hierzu, möglich ist. Die Masterarbeit im Umfang von 30 Leistungspunkten kann so über einen Zeitraum von 12 Monaten mit wachsender workload-Gewichtung im vierten Semester durchgeführt werden.

Insgesamt müssen im Masterstudiengang „Natur- und Wirkstoffchemie“ mindestens 120 Leistungspunkte erbracht werden (1. Semester: 28; 2. Semester: 32; 3. plus 4. Semester: 60). Eine Übersicht über die angebotenen Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs ist in Anhang 1 zu finden.

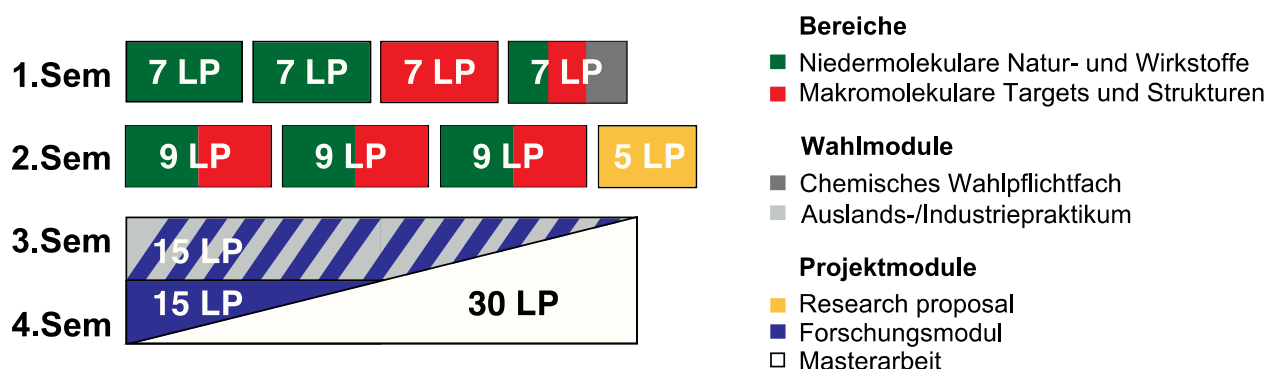


Abbildung: Modulare Struktur, Lehrbereiche und Leistungspunkte des Masterstudiengangs „Natur- und Wirkstoffchemie“

Modul B101: Naturstoffchemie: Biosynthesen und Strukturen

Verantwortliche: Modul: Prof. C. Unverzagt (Lehrstuhl Bioorganische Chemie)
 Vorlesung: Prof. C. Unverzagt, Prof. F. Hahn
 Praktikum: Dozenten der Organischen Chemie

Lernziele:

Vermittelt wird ein tieferes Verständnis der Biosynthesewege von Naturstoffen, ihre Grundstrukturtypen und deren Zusammenhang mit der biologischen Wirkung.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|---|------|----------|
| • Vorlesung Naturstoffchemie: Biosynthesen und Strukturen | 2 | WS |
| • Mitarbeiterpraktikum Naturstoffchemie: Biosynthesen und Strukturen (3/4* Wochen Blockpraktikum, Termin nach Absprache) | 6/8* | WS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Die allgemeinen Biosynthesewege für Naturstoffe werden im Detail vorgestellt und die der wichtigsten, wie z.B. Fettsäuren, Aminosäuren, Kohlenhydrate, Nukleinsäuren, Polyketide, Terpene, Vitamine, Alkaloide und deren Sekundärmetabolite, ausführlich besprochen. Anhand ausgewählter Beispiele wird die Wechselwirkung Mensch-Naturstoff genauer betrachtet.
- **Mitarbeiterpraktikum:** Einzelne Aspekte der Naturstoffchemie werden durch Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt in einer der beteiligten Arbeitsgruppen vermittelt. Die Ergebnisse werden in einem Bericht zusammengefasst und in einem Seminarvortrag vorgestellt.

Teilnahmevoraussetzungen: Keine.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|---|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Benotetes Mitarbeiterpraktikum mit Bericht und Seminarvortrag | 40% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Mitarbeiterpraktikum* mit Bericht und Seminarvortrag | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B102: Wirkstoffchemie

Verantwortliche: Modul: Prof. R. Schobert (Lehrstuhl Organische Chemie I)
 Vorlesung: Prof. R. Schobert
 Praktikum: Dozenten der Organischen Chemie

Lernziele:

Vermittlung von Kenntnissen der Wirkstoffchemie wie Leitstruktur- und Pharmakophorsuche, Struktur-Wirkungsbeziehungen, rationales Design von Wirkstoffen und Wirkmechanismen ausgewählter Wirkstoffklassen.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|---|------|----------|
| • Vorlesung Wirkstoffchemie | 2 | WS |
| • Mitarbeiterpraktikum Wirkstoffchemie (3/4* Wochen Blockpraktikum, Termin nach Absprache) | 6/8* | WS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Die grundlegenden Eigenschaften von Wirkstoffen, ihre rationale Optimierung sowie die Mechanismen und analytischen Nachweise ihrer Wirkung werden behandelt. Schwerpunkte sind Strategien der Wirkstoffsuche, Struktur-Wirkungsbeziehungen, Methoden des rationalen Designs von Wirkstoffen sowie Strukturen, Synthesen und Mechanismen ausgewählter Vertreter aus klinisch wichtigen Bereichen (z.B. Cytostatika, Antiinfektiva, Analgetika). Moderne Entwicklungen wie etwa potentielle Wirkstoffe für neu identifizierte „targets“ werden aktuell berücksichtigt.
- **Mitarbeiterpraktikum:** Einzelne Aspekte der Wirkstoffchemie werden durch Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt in einer der beteiligten Arbeitsgruppen vermittelt. Die Ergebnisse werden in einem Bericht zusammengefasst und in einem Seminarvortrag vorgestellt.

Teilnahmevoraussetzungen: Keine.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|---|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Benotetes Mitarbeiterpraktikum mit Bericht und Seminarvortrag | 40% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Mitarbeiterpraktikum* mit Bericht und Seminarvortrag | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B103: Stereoselektive Organische Synthese

Verantwortliche: Modul: Prof. F. Hahn (Professur Organische Chemie/Lebensmittelchemie)
 Vorlesung: Prof. M. Breuning, Prof. F. Hahn
 Praktikum: Dozenten der Organischen Chemie

Lernziele:

Vermittelt werden die Methoden, Konzepte und Reaktionen der modernen stereoselektiven organischen Synthese auf fortgeschrittenem Niveau.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|---|------|----------|
| • Vorlesung Stereoselektive Organische Synthese | 2 | WS |
| • Mitarbeiterpraktikum Stereoselektive Organische Synthese (3/4* Wochen Blockpraktikum, Termin nach Absprache) | 6/8* | WS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Wichtige Reaktionen und Methoden der stereoselektiven organischen Synthese werden behandelt. Im ersten Teil, der sich mit diastereoselektiven Methoden beschäftigt, werden die Grundlagen der stereoselektiven Synthese vermittelt und Methoden zum selektiven Aufbau von *E*- und *Z*-Alkenen und von Stereozentren (z.B. Additionen an α -chirale Carbonylverbindungen und Alkene, Aldol-Additionen) sowie Auxiliar-vermittelte Verfahren zur Synthese enantiomerenreiner Verbindungen vorgestellt. Im zweiten Teil stehen enantioselektive, katalytische Methoden im Mittelpunkt: Biokatalyse, Organokatalyse, Verfahren aus den Bereichen Reduktion und Oxidation, Allylierung/Crotylierung sowie Ringschlussreaktionen. Das vermittelte Wissen wird exemplarisch anhand von Naturstoffsynthesen und industriellen Verfahren vertieft.
- **Mitarbeiterpraktikum:** Einzelne Aspekte der stereoselektiven organischen Synthese werden durch Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt in einer der beteiligten Arbeitsgruppen vermittelt. Die Ergebnisse werden in einem Bericht zusammengefasst und in einem Seminarvortrag vorgestellt.

Teilnahmevoraussetzungen:

Keine. Gute Kenntnisse in organischer Synthese werden empfohlen.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|---|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Benotetes Mitarbeiterpraktikum mit Bericht und Seminarvortrag | 40% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Mitarbeiterpraktikum* mit Bericht und Seminarvortrag | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B104: Metallorganische Komplexkatalyse

Verantwortliche: Modul: Prof. R. Kempe (Lehrstuhl Anorganische Chemie II)
 Vorlesung: Prof. R. Kempe, Prof. B. Weber
 Praktikum: Dozenten der Anorganischen Chemie

Lernziele:

Die Studierenden erwerben und vertiefen syntheseorientierte Kenntnisse und praktische Fertigkeiten in den Bereichen Metallorganische Chemie und homogene Komplexkatalyse.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|--|------|----------|
| • Vorlesung Metallorganische Komplexkatalyse | 2 | WS |
| • Mitarbeiterpraktikum Metallorganische Komplexkatalyse (3/4* Wochen Blockpraktikum, Termin nach Absprache) | 6/8* | WS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf den Gebieten der Reaktivität von Metall-Kohlenstoff-Bindungen, der katalytisch-synthetischen Anwendungen von metallorganischen Verbindungen, der koordinativen Polymerisationskatalyse und anderen homogen katalysierten Olefin-Transformationen, wie z.B. Oligomerisierung, Metathese, Hydroformylierung und -aminierung. Auch homogene, metallkatalysierte Reaktionen in der organischen bzw. Naturstoffsynthese, wie z.B. Kreuzkupplungen, Arylaminierungen, Heterozyklensynthese, werden besprochen.
- **Mitarbeiterpraktikum:** Die Studierenden vertiefen aerobe Arbeitstechniken und wenden diese Kenntnisse anschließend im Mitarbeiterpraktikum an, um konkrete Probleme der Katalysechemie zu bearbeiten.

Teilnahmevoraussetzungen:

Keine. Die Kenntnis anaerober Arbeitstechniken wie Glovebox oder Schlenk-Technik ist von Vorteil.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|--|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Benotetes Mitarbeiterpraktikum mit Bericht | 40% |

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Mitarbeiterpraktikum* mit Bericht | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B201: Spezielle Naturstoffchemie

Verantwortliche: Modul: Prof. M. Breuning (Professur Organische Chemie)
 Vorlesung: Prof. M. Breuning
 Praktikum: Dozenten der Organischen Chemie

Lernziele:

Umfangreiche Kenntnisse über die Naturstoffklasse der Alkaloide, ihre Biogenese, Strukturen, biologisch/medizinische Bedeutung und chemische Synthese werden vermittelt.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|--|------|----------|
| • Vorlesung Spezielle Naturstoffchemie | 2 | SS |
| • Mitarbeiterpraktikum Spezielle Naturstoffchemie (3/4* Wochen Blockpraktikum, Termin nach Absprache) | 6/8* | SS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Im Mittelpunkt steht die Naturstoffklasse der Alkaloide, die sich durch facettenreiche Biosynthesewege und hohe strukturelle Diversität und Komplexität auszeichnet. Nach einer Einführung über generelle Methoden zur Aufklärung von Biosynthesewegen und einer grundlegenden Übersicht über diese breit gefächerte Naturstoffklasse werden die vier großen Alkaloidklassen, die Ornithin-, Lysin-, Phenylalanin/Tyrosin- und Tryptophan-abgeleiteten Alkaloide, sowie Alkaloide anderen Ursprungs im Detail besprochen: Typische Vertreter der einzelnen Klassen und ihre meist pflanzlichen Produzenten werden vorgestellt; die Biosynthese der Alkaloide, ausgehend von den Grundbausteinen über die zentralen Intermediate hin zu den entsprechenden Naturstoffen, wird skizziert; wichtige Arzneimittel, die sich von hoch bioaktiven Alkaloiden ableiten, ihre strukturellen Gemeinsamkeiten mit der Leitverbindung und ihre Wirkmechanismen werden gezeigt; elegante und richtungweisende chemische Synthesen ausgewählter Alkaloide werden schrittweise nachvollzogen und diskutiert.
- **Mitarbeiterpraktikum:** Einzelne Aspekte der Naturstoffchemie werden durch Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt in einer der beteiligten Arbeitsgruppen vermittelt. Die Ergebnisse werden in einem Bericht zusammengefasst und in einem Seminarvortrag vorgestellt.

Teilnahmevoraussetzungen:

Keine. Gute Kenntnisse in organischer Synthese werden empfohlen.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|---|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Benotetes Mitarbeiterpraktikum mit Bericht und Seminarvortrag | 40% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Mitarbeiterpraktikum* mit Bericht und Seminarvortrag | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B202: Bioorganische Chemie

Verantwortliche: Modul: Prof. C. Unverzagt (Lehrstuhl Bioorganische Chemie)
 Vorlesung: Prof. C. Unverzagt
 Praktikum: Dr. C. Pöhner

Lernziele:

Ausgehend von der Struktur, den Eigenschaften und der Synthese von Biomakromolekülen wird ein interdisziplinärer Ansatz gewählt, um das Potential von gezielten Veränderungen an Biomolekülen für biomedizinische Zwecke aufzuzeigen.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|--|------|----------|
| • Vorlesung Bioorganische Chemie | 2 | SS |
| • Saalpraktikum Bioorganische Chemie (3/4* Wochen Blockpraktikum, fixer Termin) | 6/8* | SS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Die wichtigsten Klassen von Biomakromolekülen werden vorgestellt und es wird ausführlich auf moderne Synthesemöglichkeiten sowie die biologische Bedeutung der einzelnen Stoffklassen eingegangen. Im Einzelnen werden behandelt: Biologisch aktive Peptide, chemische und enzymatische Synthesen von Aminosäuren und Peptiden, analytische Methoden zur Trennung und Charakterisierung von Biomolekülen, Festphasensynthesen, Proteinsynthese, Kohlenhydrate, Nukleinsäuren.
- **Saalpraktikum:** Die theoretischen Kenntnisse werden mit Versuchen zu folgenden Themengebieten vertieft: Festphasen- und Peptidsynthese, enzymatische Reaktionen, strukturelle Charakterisierung der Produkte mit spektroskopischen Methoden.

Teilnahmevoraussetzungen:

Kenntnisse in Organischer Chemie werden vorausgesetzt. Das Modul kann nur gewählt werden, wenn im Bachelorstudiengang das Modul Bioorganische Chemie nicht belegt wurde.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|--|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Benotetes Saalpraktikum mit Bericht | 40% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Saalpraktikum* mit Bericht | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B203: Analytik und Screening von Natur- und Wirkstoffen

Verantwortliche: Modul: Prof. R. Schobert (Lehrstuhl Organische Chemie I)
 Vorlesung: Dr. U. Lacher
 Praktikum: Dr. U. Lacher

Lernziele:

Vermittelt werden Kenntnisse zur Isolierung, Quantifizierung und zum Screening von Natur- und Wirkstoffen.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|--|-----|----------|
| • Vorlesung Analytik und Screening von Natur- und Wirkstoffen | 2 | WS |
| • Kleingruppenpraktikum Analytik und Screening von Natur- und Wirkstoffen 6/8* (3 Wochen Blockpraktikum, fixer Termin nach Absprache) | | WS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Methoden zur Extraktion, zur Isolierung, Trennung und Quantifizierung (GC, HPLC), sowie zur Strukturbestimmung (Spektroskopie) von Natur- und Wirkstoffen werden vorgestellt. Daneben werden die wichtigsten Verfahren zum Screening auf Aktivität verschiedenster Art besprochen, z.B. fluorimetrische Assays auf Cytotoxizität, Hemmung spezieller Enzyme und Proteine, sowie zellmorphologische Änderungen; Agardiffusionstests auf antibiotische Aktivität; Immunoblotting und Elektrophorese zur Quantifizierung von DNA und Proteinen.
- **Kleingruppenpraktikum:** Die Methoden werden an ausgewählten, standardisierten Trenn- und Screeningproblemen geübt und durch teilweise Mitwirkung an aktuellen Forschungsprojekten der beteiligten Arbeitsgruppen sowie durch einen Vortrag zu einem aktuellen Thema vertieft.

Teilnahmevoraussetzungen: Keine.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|--|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Benotetes Kleingruppenpraktikum mit Bericht und Seminarvortrag | 40% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Kleingruppenpraktikum* mit Bericht und Seminarvortrag | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B105: Molekulare Modellierung

Verantwortliche: Modul: Prof. M. Ullmann (Professur für Bioinformatik / Strukturbiologie)
 Vorlesung: Prof. M. Ullmann
 Praktikum: Prof. M. Ullmann

Lernziele:

Ausgehend von der Struktur, den Eigenschaften und der Synthese von Biomakromolekülen wird ein interdisziplinärer Ansatz gewählt, um das Potential von gezielten Veränderungen an Biomolekülen für biomedizinische Zwecke aufzuzeigen.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|---|-----|----------|
| • Vorlesung Bioinformatik: Molekulare Modellierung | 2 | WS |
| • Kleingruppenpraktikum Bioinformatik: Molekulare Modellierung (2 Wochen Blockpraktikum, fixer Termin) | 6 | WS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Die theoretischen Grundlagen der molekularen Modellierung (Molekulare Kraftfelder, biomolekulare Elektrostatik, klassische und statistische Mechanik), deren numerische Ausführungen (Molekulardynamik-Simulationen, Energieminimierung und Normalmoden-Analyse, Monte-Carlo-Simulationen), Grundlagen quantenchemischer Methoden sowie die Modellierung biochemischer Reaktionen und Ligandenbindung werden behandelt.
- **Kleingruppenpraktikum:** Verschiedene Techniken (u. a. Analyse biomolekularer Strukturen, Berechnung elektrostatischer Eigenschaften von Biomolekülen, Normalmoden-Analyse und einführende quantenchemische Methoden) werden exemplarisch an ausgewählten Fallbeispielen durchgeführt, um den Studierenden die praktischen Ausführungen dieser Methoden zu vermitteln.

Teilnahmevoraussetzungen:

Grundkenntnisse in Strukturbiochemie und Grundkenntnisse in UNIX für das Praktikum werden dringend empfohlen. Das Modul kann nur gewählt werden, wenn im Bachelorstudiengang das Modul Molekulare Modellierung nicht belegt wurde.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|---|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 100% |
| • Erfolgreiche Teilnahme am unbenoteten Kleingruppenpraktikum mit Protokoll | |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|--------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Kleingruppenpraktikum mit Protokoll | <u>120 Stunden</u> |
| Gesamtbelastung: | 210 Stunden |

ECTS Leistungspunkte: 7

Modul B106: Biomacromolecules (vormals Biomakromoleküle)

Verantwortliche: Modul: Prof. P. Rösch (Lehrstuhl Biopolymere)
 Vorlesung: Prof. S. Schwarzinger
 Praktikum: Prof. S. Schwarzinger

Lernziele:

Das Modul präsentiert Struktur und Funktion von Biomakromolekülen, insbesondere Nukleinsäuren und Proteinen. Physikalische, chemische und mathematische Beschreibungsmethoden von Biopolymeren sowie Methoden zur Analyse dieser Molekülklasse werden vorgestellt. Die Teilnehmer sollen grundlegende Kenntnisse erwerben, die sie befähigen, Forschungsarbeiten in Molekularer Biophysik und Biophysikalischer Chemie nicht nur zu verstehen, sondern auch selbständig durchzuführen. Vorlesung und Seminar werden in englischer Sprache abgehalten.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|--|------|----------|
| • Vorlesung Biomacromolecules | 2 | WS |
| • Kleingruppenpraktikum Biomacromolecules (2 Wochen Blockpraktikum, fixer Termin) | 5/7* | WS |

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Wintersemester (Block)

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Die Strukturen und Funktionen von Nukleinsäuren, Proteinen und anderen Biomakromolekülen sowie analytische Methoden (Schwingungsspektroskopie, chiroptische Verfahren, Fluoreszenzmethoden, magnetische Kernresonanz) für diese Molekülklasse werden behandelt.
- **Kleingruppenpraktikum:** Die Studierenden vertiefen die erlernten Grundlagen zum Studium von Biomakromolekülen in der praktischen Anwendung. Teil des Praktikums ist ein Seminar mit Vortrag über ausgewählte Kapitel der aktuellen Forschung in Biophysik und Biophysikalischer Chemie.

Teilnahmevoraussetzungen:

Mindestvoraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme an einem einführenden Kurs in einem der Fächer Biochemie, Biophysikalische Chemie, Molekularbiologie, Biophysik oder Makromolekulare Chemie.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|--|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Erfolgreiche Teilnahme am Kleingruppenpraktikum mit benoteten Protokollen (75%) und Seminarvortrag (25%) | 40% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Kleingruppenpraktikum* mit Protokoll und Seminar | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B107: Feste Anorganische Materialien: Nanochemie

Verantwortliche: Modul: Prof. J. Breu (Lehrstuhl Anorganische Chemie I)
 Vorlesung: Prof. J. Breu, Prof. J. Senker
 Praktikum: Dozenten der Anorganischen Chemie

Lernziele:

In diesem Modul erwerben die Studierenden einen fundierten Überblick über aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet fester anorganischer Materialien mit einem Schwerpunkt auf Aspekten der Nanochemie, der biogenen Materialien und des „Crystal engineering“ in der Herstellung von Wirk- und Arzneistoffen.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|--|------|----------|
| • Vorlesung Feste Anorganische Materialien: Nanochemie | 2 | WS |
| • Mitarbeiterpraktikum Feste Anorganische Materialien: Nanochemie (3/4* Wochen Blockpraktikum, Termin nach Absprache) | 6/8* | WS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Eigenschaften, Anwendungen und grundlegende Aspekte fester anorganischer funktionaler Materialien werden vorgestellt. Schwerpunkte liegen auf den Mechanismen verschiedener Syntheserouten sowie auf modernen Analysestrategien. Folgende Punkte werden behandelt: i) Anorganische Nanotechnologie sowie Kolloide, Pigmente, Nano-Stäbe und Nano-Drähte. ii) Anorganische Komposite und Füllstoffe inklusive biogener Materialien wie Perlmutter und Knochengewebe. iii) Polymorphismus und „Crystal engineering“ molekularer Systeme sowie ihr Einfluss auf die Wirkstoffherstellung. iv) Supramolekulare anorganische Chemie und Wirt-Gast-Verbindungen. v) Semikristalline und amorphe Materialien wie Gläser, Glaskeramiken, Phasentransfermaterialien und photonische Kristalle.
- **Mitarbeiterpraktikum:** Die Studierenden vertiefen ihre praktischen Fertigkeiten, indem sie unter Anleitung eines erfahrenden Doktoranden an einem aktuellen Forschungsprojekt in den entsprechenden Arbeitsgruppen arbeiten.

Teilnahmevoraussetzungen: Keine.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|---|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Benotetes Mitarbeiterpraktikum mit Bericht und Seminarvortrag | 40% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Mitarbeiterpraktikum* mit Bericht und Seminarvortrag | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B204: Grundlagen der Bioinformatik

Verantwortliche: Modul: Prof. M. Ullmann (Professur für Bioinformatik / Strukturbiologie)
 Vorlesung: Prof. M. Ullmann
 Praktikum: Prof. M. Ullmann

Lernziele:

Die Studierenden sollen die Grundlagen der Bioinformatik erwerben und die wichtigen Anwendungen in Theorie und Praxis kennen lernen.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|--|------|----------|
| • Vorlesung Bioinformatik I: Grundlagen der Bioinformatik | 2 | SS |
| • Kleingruppenpraktikum Bioinformatik I (1 Woche Blockpraktikum, fixer Termin) | 3 | SS |
| • Mitarbeiterpraktikum Grundlagen der Bioinformatik (2/3* Wochen Blockpraktikum, Termin nach Absprache) | 3/5* | SS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Die Grundlagen der Zusammenhänge zwischen Information und Biologie werden dargestellt. Dabei werden sowohl die Anwendung informationstheoretischer Methoden zur Analyse molekularer biologischer Daten im Vordergrund stehen (Datenbanken und Datenbanksuche, Sequenzen und Sequenzalignments, phylogenetische Stammbäume) als auch Grundlagen der molekularen Modellierung, Strukturvorhersage und des Drug Designs behandelt.
- **Kleingruppenpraktikum:** Die Studierenden lernen, die verschiedenen informationstheoretischen Methoden an praktischen Beispielen anzuwenden (Nutzung des Internets für den Einsatz bioinformativer Methoden, Benutzung web-basierter Datenbanken Erstellen von Sequenzalignments, Molekularer Modellierung, Visualisierung biomolekularer Strukturen, Analyse metabolischer Netzwerke). Daneben erfolgt eine Einführung in das Betriebssystem LINUX.
- **Mitarbeiterpraktikum:** Die Studierenden vertiefen ihr Wissen durch Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt in einer der beteiligten Arbeitsgruppen.

Teilnahmevoraussetzungen:

Grundkenntnisse in Biochemie

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|--|------------|
| • Benotete mündliche Prüfung zur Vorlesung | 100% |
| • Erfolgreiche Teilnahme an den unbenoteten Praktika mit Protokoll | |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|-----------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Kleingruppenpraktikum mit Protokoll | 30 Stunden |
| • Mitarbeiterpraktikum* mit Protokoll und Seminar | <u>60/120 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B205: Computerchemie

Verantwortliche: Modul: Prof. J. Senker (Lehrstuhl Anorganische Chemie III)
 Vorlesung: Prof. J. Senker, Prof. S. Gekle, Dr. G. Steinle-Neumann
 Praktikum: Prof. J. Senker

Lernziele:

Die Studierenden werden mit den Möglichkeiten aber auch den Grenzen etablierter Programme zur quantenchemischen Modellierung vertraut gemacht.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|---|------|----------|
| • Vorlesung Computerchemie | 2 | SS |
| • Kleingruppenpraktikum Computerchemie (3 Wochen Blockpraktikum, fixer Termin) | 6/8* | SS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Ein breiter Überblick über die unterschiedlichen Ansätze zur computerchemischen Behandlung molekularer und ausgedehnter Systeme wird vermittelt. Dieser reicht von klassischen Paarpotenzialen über semi-empirische Methoden bis hin zu ab-initio Ansätzen und der Dichte-Funktional-Theorie und schließt die Ableitung physikalischer Observablen wie der chemischen Verschiebung oder von Schwingungsfrequenzen für den Vergleich mit NMR- oder IR/Ra-Spektren ein. Dabei lernen die Studierenden Stärken und Schwächen von Clusterberechnungen bzw. Simulationen mit periodischen Randbedingungen kennen. Darüber hinaus werden die Grundlagen verschiedener Optimierungsalgorithmen wie statischer lokaler Minimierungsroutinen bis hin zu globalen Ansätzen wie Monte Carlo oder molekularer Dynamik behandelt.
- **Kleingruppenpraktikum:** An ausgewählten Beispielen werden die Studierenden mit der Bedienung etablierter Programme vertraut gemacht. Dabei erwerben sie die Fähigkeit, diese eigenständig und kompetent zu bedienen.

Teilnahmevoraussetzungen: Keine.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|--|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Benotetes Kleingruppenpraktikum mit Bericht und Seminarvortrag | 40% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Kleingruppenpraktikum* mit Bericht und Seminarvortrag | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B206: Mehrdimensionale NMR Spektroskopie von Biomakromolekülen (vormals: Strukturanalyse von Biomakromolekülen)

Verantwortliche: Modul: Prof. P. Rösch (Lehrstuhl Biopolymere)
Vorlesung: Dr. K. Schweimer
Praktikum: Dr. K. Schweimer

Lernziele:

Theoretische Kenntnisse und praktische Fertigkeiten der modernen Methoden der NMR-Spektroskopie zur Analyse von Biomakromolekülen.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|---|------|----------|
| • Vorlesung Biophysikalische Chemie – Mehrdim. NMR-Spektroskopie | 2 | SS |
| • Übungen Biophysikalische Chemie – Mehrdim. NMR-Spektroskopie | 2 | SS |
| • Kleingruppenpraktikum Biophysikalische Chemie – Mehrdim. NMR-Sp. (2 Wochen Blockpraktikum, fixer Termin) | 3/5* | SS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Kenntnisse und Techniken der NMR-Spektroskopie von Biomakromolekülen werden vermittelt: Quantenmechanische Beschreibung der NMR-Experimente (Produktoperatorformalismus), zwei- und höherdimensionale homo- und heteronukleare Korrelationsexperimente, Tripelresonanzexperimente bei isotoopenmarkierten Proteinen, Kreuzrelaxation und NOESY Experimente, Zuordnung von Rückgrat- und Seitenkettenresonanzen von Proteinen, Fouriertransformation und Datenprozessierung. Strukturabhängigkeit der NMR-Parameter
- **Kleingruppenpraktikum:** Praktische Arbeiten und Übungen zu folgenden Themenfeldern werden durchgeführt und vertieft: Durchführung von verschiedenen NMR-Experimenten am Spektrometer (1D und 2D Spektren), Zuordnung der 3D Spektren eines kleinen Proteins.

Teilnahmevoraussetzungen:

Theoretische und praktische Kenntnisse der Chemie oder Biochemie.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|---|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung und Praktikum | 100% |
| • Erfolgreiche Teilnahme am unbenoteten Kleingruppenpraktikum mit Protokoll | |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Kleingruppenpraktikum* mit Protokoll und Seminar | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Modul B207: Bioanalytics (vormals: Proteine – Struktur, Dynamic und Analytik)

Verantwortliche: Modul: Prof. P. Rösch (Lehrstuhl Biopolymere)
 Vorlesung: Prof. S. Schwarzinger
 Praktikum: Prof. S. Schwarzinger

Lernziele:

Erwerb theoretischer und praktischer Kenntnisse in Bioanalytik insbesondere zur Identifikation, Interaktion, Struktur und Dynamik von Biomakromolekülen und Metaboliten.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|---|------|----------|
| • Vorlesung Bioanalytics | 2 | SS |
| • Kleingruppenpraktikum Bioanalytics (2 Wochen Blockpraktikum, fixer Termin) | 5/7* | SS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Das Zusammenspiel von Struktur und Dynamik von biologisch relevanten Molekülen und die Zusammenhänge dieser Eigenschaften mit der Funktion werden erörtert. Neben theoretischem Grundwissen in analytischer Chemie werden computergestützte sowie experimentelle Techniken zur Molekülcharakterisierung erläutert. Bezüge zur Lebensmittelanalytik oder Diagnostik werden hergestellt. Vorlesung und Seminar (Teil des Praktikums) werden in englischer Sprache abgehalten.
- **Kleingruppenpraktikum:** Praktische Arbeiten und Übungen zur Bioanalytik, insbesondere zur Identifikation, Struktur und Dynamik von biologischen Makromolekülen, Metaboliten und deren Komplexen. Teil des Praktikums ist ein Seminar mit Vortrag.

Teilnahmevoraussetzungen:

Theoretische und praktische Kenntnisse der Chemie oder Biochemie. Der Besuch des Moduls 'Bio-macromolecules' (B106) wird empfohlen.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|---|------------|
| • Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Erfolgreiche Teilnahme am Kleingruppenpraktikum mit benoteten Protokollen (75 %) und Seminarvortrag (25%) | 40% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Kleingruppenpraktikum* mit Protokoll und Seminar | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP.

Wahlpflichtmodul

Im ersten Semester muss ein weiteres Modul mit 7 ECTS-Punkten belegt werden. Dieses kann aus dem weiteren chemischen Angebot dieses Studiengangs oder eines anderen, chemisch oder biologisch orientierten Masterstudiengangs der Universität Bayreuth stammen, im Einzelnen

- Natur- und Wirkstoffchemie,
- Biochemie und Molekulare Biologie,
- Materialchemie und Katalyse,
- Polymer Science,
- Lebensmittel- und Gesundheitswissenschaften,
- Biodiversität und Ökologie,
- Geoökologie – Umweltnaturwissenschaften,
- Molekulare Ökologie.

ECTS Leistungspunkte: 7

In diesem Zusammenhang sei auf zwei, umseitig dargestellte Wahlpflichtmodule verwiesen:

Wahlpflichtmodul Biomaterialien für Chemiker

Verantwortliche: Modul: Prof. T. Scheibel (Lehrstuhl Biomaterialien)
 Vorlesung: Prof. T. Scheibel
 Praktikum: Prof. T. Scheibel und Mitarbeiter

Lernziele:

Natürliche Materialien und naturinspirierte Werkstoffe bilden die Grundlage dieser Veranstaltung. Die Studierenden sollen Methoden der Analyse von Biopolymeren, Verarbeitungstechnologien und Möglichkeiten technischer Umsetzungen erlernen und einen umfassenden Überblick über aktuelle Forschungsergebnisse und industrielle Nutzung erhalten. Dabei spielt die mechanische und strukturelle Analyse der zugrunde liegenden Makromoleküle eine große Rolle. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Biomineralisation.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|--|------|----------|
| • Vorlesung Biomaterialien für Chemiker | 2 | WS |
| • Kleingruppenpraktikum Biomaterialien für Chemiker mit/ohne Seminar | 5/7* | WS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Den Studierenden werden die Analyse, Verarbeitungstechnologien und Anwendung von Biopolymeren (Nukleinsäuren, Proteine, Polysaccharide und Lipide) in der Biomaterialienforschung, Nanotechnologie, Pharmakologie und Industrie erläutert. Zudem werden die wissenschaftlichen Grundlagen der natürlichen Assemblierung von Makromolekülen, von Biomineralisationsprozessen und deren technischer Nachahmung besprochen. Behandelt werden u. a. folgende Methoden: Feldflussfraktionierung, CD-, IR-, UV-Vis- und Fluoreszenz-Spektroskopie, AFM, EM, Fluoreszenzmikroskopie, mechanische Tests, HPLC, molekularbiologische und mikrobiologische Arbeitsmethoden.
- **Kleingruppenpraktikum:** Die in der Vorlesung theoretisch erlernten Methoden werden praktisch umgesetzt und an den Materialbeispielen von Spinnenseiden-Proteinen, Chitosan und Alginat erprobt. Die Arbeit mit Zellen in der Zellkultur zur Charakterisierung von Biomaterialien sowie die biotechnologische Herstellung von rekombinanten Proteinen sind ebenso Bestandteil.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|---|------------|
| • Benotete schriftliche Prüfung zur Vorlesung | 60% |
| • Erfolgreiche Durchführung des Kleingruppenpraktikums mit Protokoll und mit/ohne Seminarvortrag* | 40% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Kleingruppenpraktikum mit Protokoll und mit/ohne Seminar* | <u>120/180 Stunden</u> |
| Gesamtbelastung: 210/270 Stunden | |

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul ohne Seminar und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit Seminar und insgesamt 9 LP.

Wahlpflichtmodul Molekulare Diagnostik und Therapie

Verantwortliche: Modul: Prof. P. Rösch (Lehrstuhl Biopolymere)
 Vorlesung: Prof. B. Wöhrl, mit DozentInnen des Klinikums Bayreuth
 Praktikum/Seminar: Prof. B. Wöhrl, Prof. R. Schobert,
 mit DozentInnen des Klinikums Bayreuth

Lernziele:

Die Anwendung zunehmend komplexer Verfahren der medizinischen Diagnostik und Therapie führt zu einem Wandel der Nachweis- und Analyseverfahren hin zu einer individuelleren Diagnostik basiert auf chemischen, biochemischen und molekularbiologischen Grundlagen. Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Probleme und Methoden, moderner diagnostischer und therapeutischer Verfahren sowie über deren molekularbiologische, biochemische und biophysikalische Grundlagen. Die Studierenden sollen nach Abschluss des Moduls in der Lage sein, medizinische Analyseverfahren hinsichtlich Anwendbarkeit und Gültigkeit zu beurteilen sowie Therapieansätze zu verstehen.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Semester |
|---|------|----------|
| • Vorlesung Molekulare Diagnostik und Therapie (Blockveranstaltung) | 2 | WS |
| • Kleingruppenpraktikum (inkl. Führungen) mit/ohne Seminar (Blockveranstaltung, fixe Termine) | 5/7* | WS |

Lerninhalte:

- **Vorlesung:** Den Studierenden werden anhand praxisnaher Beispiele an einem ausgewählten Krankheitsbild die Notwendigkeiten, Vorgehensweisen und die Nachweismöglichkeiten der medizinischen Diagnostik/Analytik und deren Konsequenzen für die Therapie erläutert. Es werden molekularbiologische, biochemische und biophysikalische Grundlagen vermittelt, die zum Verständnis von Diagnose und Therapie notwendig sind. Moderne Verfahren und Möglichkeiten verschiedener Fachrichtungen in der Medizin, etwa Gastroenterologie, Pathologie, Strahlentherapie, Chirurgie, Onkologie, werden anhand des laufenden Klinikbetriebes dargestellt.
- **Kleingruppenpraktikum:** Es werden Führungen durch Abteilungen des Klinikums Bayreuth mit eigenen Übungen durchgeführt, die dazu dienen, das in der Vorlesung erworbene Wissen an den in der Klinik verwendeten Geräten und Analysetechniken sowie die Auswirkung auf die Therapie von Erkrankungen zu vertiefen.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|--|------------|
| • Schriftlich über den Inhalt der Vorlesung und des praktischen Teils. | 100% |

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|------------------------|
| • Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen | 60 Stunden |
| • Prüfungsvorbereitung | 30 Stunden |
| • Kleingruppenpraktikum mit/ohne Seminar* | <u>120/180 Stunden</u> |

Gesamtbelastung: 210/270 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Studierende im 1. Fachsemester absolvieren das Modul ohne Seminar und insgesamt 7 LP.
 Studierende im 2. Fachsemester absolvieren das Modul mit Seminar und insgesamt 9 LP.

Modul B210: Forschungsplan (Research Proposal)

Verantwortliche:

Modul: Prof. M. Breuning (Professur Organische Chemie, Studiengangsmoderator)
 Forschungsseminar: ein am Vorlesungskanon beteiligter Dozent*
 Forschungsplan: ein am Vorlesungskanon beteiligter Dozent*

Lernziele

Die Studierenden sollen Kernkompetenzen für eigenständige wissenschaftliche Forschung erwerben, indem sie angeleitet werden, ihre Projekte zu planen, sich die wissenschaftliche Literatur zu erarbeiten und Forschungsergebnisse und -vorhaben in mündlicher und schriftlicher Form zu präsentieren.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Fachsemester |
|---|-----|--------------|
| • Forschungsseminar | 1 | 2 |
| • Erstellen eines schriftlichen Forschungsplans | 8 | 2 |

Lerninhalte:

Die Studierenden erstellen einen Forschungsplan ("Research Proposal"), in dem das Forschungsfeld einer geplanten Arbeit beschrieben und die wissenschaftliche Fragestellung und die experimentelle Herangehensweise schriftlich skizziert werden, um Kompetenzen in der Planung wissenschaftlicher Projekte zu erwerben. Dabei werden sie angeleitet, sich die Grundlagen eines Forschungsgebiets und der experimentellen Methodik anhand der wissenschaftlichen Literatur selbständig zu erarbeiten. Der Forschungsplan wird in einem Seminar vorgestellt, um Fähigkeiten in der Präsentationstechnik zu schulen.

Es wird empfohlen, das Modul Forschungsplan als Vorarbeit für die anstehende Masterarbeit zu nutzen.

Teilnahmevoraussetzungen: Keine.

Leistungsnachweis:

| | Gewichtung |
|--|------------|
| • Benoteter Vortrag im Forschungsseminar | 34% |
| • Benoteter schriftlicher Forschungsplan | 66% |

Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|--------------------|
| • Forschungsseminar mit Vortrag inkl. Vor- und Nachbereitung | 30 Stunden |
| • Erstellung des Forschungsplans | <u>120 Stunden</u> |
| Gesamtbelastung: | 150 Stunden |

ECTS Leistungspunkte: 5

* Andere Dozenten sind nur auf vorherigem Antrag möglich, sofern

- das Thema des geplanten Forschungsplans den Zielen des Masterstudiengangs entspricht,
- der Prüfungsausschuss vor Beginn des Forschungsplans diesen genehmigt.

Kontaktieren Sie bitte, wenn Sie einen Forschungsplan bei einem anderen Dozenten planen, mindestens einen Monat im Voraus den Prüfungsausschussvorsitzenden.

Forschungsmodule B301 und B302*

Verantwortliche:

Modul: Prof. M. Breuning (Professur Organische Chemie, Studiengangsmoderator)
 Forschungsseminar: ein am Vorlesungskanon beteiligter Dozent
 Forschungsplan: ein am Vorlesungskanon beteiligter Dozent

Lernziele:

Die Studierenden sollen einen Einblick in die Forschungspraxis chemisch arbeitender Arbeitsgruppen erhalten und durch eigenständige Laborarbeit unter Anleitung experimentelle Fähigkeiten erwerben und schulen. Es sollen Teamfähigkeit geübt und Präsentationstechniken erworben und erprobt werden.

Lehrformen und -zeiten:

| | SWS | Fachsemester |
|---|-----|--------------|
| • Arbeitsgruppenseminar | 1 | 3/4 |
| • Erstellen eines schriftlichen Forschungsplans | 19 | 3/4 |

Lerninhalte:

Die Lerninhalte betreffen aktuelle Forschungsprojekte der jeweils gewählten Arbeitsgruppe. Das Modul beinhaltet experimentelle Arbeit, Literaturarbeit, Teilnahme an den Arbeitsgruppenseminaren mit Vortrag und Erstellung eines Berichts.

Teilnahmevoraussetzungen: Keine.

Leistungsnachweis:

- Benotetes Praktikum mit Bericht und Vortrag im Arbeitsgruppenseminar.

Studentischer Arbeitsaufwand:

| | |
|--|--------------------|
| • Labor- und Literaturarbeit, Seminarteilnahme | 350 Stunden |
| • Vor- und Nachbereitung | <u>100 Stunden</u> |
| Gesamtbelastung: | 450 Stunden |

ECTS Leistungspunkte: 15

* Eines der beiden Forschungsmodule kann extern, z.B. im Ausland, in der Industrie, an einem auswärtigen Forschungsinstitut oder in einer, nicht am Vorlesungskanon beteiligten Arbeitsgruppe der Universität Bayreuth absolviert werden, sofern

- das Thema des geplanten Forschungsmoduls den Zielen des Masterstudiengangs entspricht,
- ein am Vorlesungskanon beteiligter Dozent der Universität Bayreuth als Betreuer zur Verfügung steht und
- der Prüfungsausschuss vor Beginn des externen Forschungsmoduls dieses genehmigt.

Kontaktieren Sie bitte, wenn Sie ein externes Forschungsmodul planen, mindestens einen Monat im Voraus den Prüfungsausschussvorsitzenden.

Modul B400: Masterarbeit*

Verantwortliche:

Modul: ein am Vorlesungskanon beteiligter Dozent

Lernziele:

Die Studierenden sollen ein Forschungsprojekt unter Anleitung in Eigenverantwortung bearbeiten und die Ergebnisse schriftlich niederlegen.

Lehrformen und -zeiten:

Fachsemester

Bearbeitung eines Forschungsprojekts und Abfassen einer schriftlichen Arbeit 3/4

Lerninhalte:

Die Lerninhalte betreffen aktuelle Forschungsprojekte der gewählten Arbeitsgruppe.

Teilnahmevoraussetzungen:

- Die erfolgreiche Absolvierung eines Forschungsmoduls im Fach der Masterarbeit wird empfohlen.
- Gemäß Prüfungsordnung sind 45 Leistungspunkte und der erfolgreiche Abschluss des Moduls 'Forschungsplan' Voraussetzung.

Leistungsnachweis:

Schriftliche Fassung der Masterarbeit.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Gesamtbelastung: 900 Stunden

ECTS Leistungspunkte: 15

* In Ausnahmefällen kann die Masterarbeit extern, z.B. im Ausland, in der Industrie, an einem auswärtigen Forschungsinstitut oder in einer, nicht am Vorlesungskanon beteiligten Arbeitsgruppe der Universität Bayreuth absolviert werden, sofern

- das Thema der geplanten Masterarbeit den Zielen des Masterstudiengangs entspricht,
- ein am Vorlesungskanon beteiligter Dozent der Universität Bayreuth als Erstgutachter zur Verfügung steht und
- der Prüfungsausschuss vor Beginn der externen Masterarbeit diese genehmigt.

Kontaktieren Sie bitte, wenn Sie eine externe Masterarbeit planen, mindestens einen Monat im Voraus den Prüfungsausschussvorsitzenden.

Anhang 1: Modulübersicht des Masterstudiengangs

Studienbeginn im Wintersemester

1. Semester (= Wintersemester, 28 LP)*

| Bereich | 'Niedermolekulare Natur- und Wirkstoffe' | | | | 'Makromolekulare Targets und Strukturen' | | | Wahlpflichtmodul# |
|---------|---|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|--|-------------------|--|-------------------|
| Titel | Naturstoffchemie: Biosynthesen und Strukturen | Wirkstoffchemie | Stereoselektive Organische Synthese | Metallorganische Komplexkatalyse | Molekulare Modellierung | Biomacromolecules | Feste Anorganische Materialien: Nanochemie | |
| Modul | B 101 | B 102 | B 103 | B 104 | B 105 | B 106 | B 107 | |
| LP | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| V (SWS) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| P (SWS) | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | |
| Auswahl | mindestens 2 aus 4 | | | | mindestens 1 aus 3 | | | 1 |

Das Wahlpflichtmodul kann aus dem weiteren chemischen Angebot dieses Studiengangs oder anderer chemischer und biologischer Masterstudiengänge der Universität Bayreuth belegt werden.

2. Semester (= Sommersemester, 32 LP)*

| Bereich | 'Niedermolekulare Natur- und Wirkstoffe' | | | 'Makromolekulare Targets und Strukturen' | | | | Forschungsplan |
|---------|--|----------------------|---|---|----------------|--|--------------|----------------|
| Titel | Spezielle Naturstoffchemie | Bioorganische Chemie | Analytik und Screening von Natur- und Wirkstoffen | Bioinformatik I: Grundlagen der Bioinformatik | Computerchemie | Mehrdimensionale NMR Spektroskopie von Biomakromolekülen | Bioanalytics | |
| Modul | B 201 | B 202 | B 203 | B 204 | B 205 | B 206 | B 207 | B210 |
| LP | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 5 |
| V (SWS) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 9 |
| P (SWS) | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | |
| Auswahl | 3 aus 7 | | | | | | | -- |

3./4. Semester (60 LP inklusiv Masterarbeit)*

| Titel | Forschungsmodul I | Forschungsmodul II | Masterarbeit |
|---------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Modul | B 301 | B 302 | B 400 |
| LP | 15 | 15 | 30 |
| S (SWS) | 1 | 1 | 900 Arbeitsstunden |
| P (SWS) | 19 | 19 | |

* LP = Leistungspunkte; V = Vorlesung; S = Seminar; P = Praktikum; SWS = Semesterwochenstunden.

Studienbeginn im Sommersemester

1. Semester (= Sommersemester, 28 LP)*

| Bereich | 'Niedermolekulare Natur- und Wirkstoffe' | | | 'Makromolekulare Targets und Strukturen' | | | | Wahlpflichtmodul# |
|----------------|--|----------------------|---|---|----------------|--|--------------|-------------------|
| Titel | Spezielle Naturstoffchemie | Bioorganische Chemie | Analytik und Screening von Natur- und Wirkstoffen | Bioinformatik I: Grundlagen der Bioinformatik | Computerchemie | Mehrdimensionale NMR Spektroskopie von Biomakromolekülen | Bioanalytics | |
| Modul | B 201 | B 202 | B 203 | B 204 | B 205 | B 206 | B 207 | |
| LP | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| V (SWS) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| P (SWS) | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | |
| Auswahl | mindestens 2 aus 3 | | | mindestens 1 aus 4 | | | | 1 |

Das Wahlpflichtmodul kann aus dem weiteren chemischen Angebot dieses Studiengangs oder anderer chemischer und biologischer Masterstudiengänge der Universität Bayreuth belegt werden.

2. Semester (= Wintersemester, 32 LP)*

| Bereich | 'Niedermolekulare Natur- und Wirkstoffe' | | | | 'Makromolekulare Targets und Strukturen' | | | Forschungsplan |
|----------------|---|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|--|-------------------|--|----------------|
| Titel | Naturstoffchemie: Biosynthesen und Strukturen | Wirkstoffchemie | Stereoselektive Organische Synthese | Metallorganische Komplexkatalyse | Molekulare Modellierung | Biomacromolecules | Feste Anorganische Materialien: Nanochemie | |
| Modul | B 101 | B 102 | B 103 | B 104 | B 105 | B 106 | B 107 | B 210 |
| LP | 9 | 9 | 9 | 9 | 7 | 9 | 9 | 5 |
| V (SWS) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 9 |
| P (SWS) | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 7 | 8 | |
| Auswahl | 3 aus 7 | | | | | | | --- |

3./4. Semester (60 LP inklusiv Masterarbeit) *

| Titel | Forschungsmodul I | Forschungsmodul II | Masterarbeit |
|---------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Modul | B 301 | B 302 | B 400 |
| LP | 15 | 15 | 30 |
| S (SWS) | 1 | 1 | 900 Arbeitsstunden |
| P (SWS) | 19 | 19 | |

* LP = Leistungspunkte; V = Vorlesung; S = Seminar; P = Praktikum; SWS = Semesterwochenstunden.

Anhang 2: Stundenplan (Vorlesungen)

Hinweis: Die Vorlesungszeiten können sich ändern. Die aktuell gültigen Vorlesungszeiten und den Vorlesungsbeginn können CAMPUSonline entnommen werden.

Wintersemester

| Zeit | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag |
|---------|---|--|--|---|--------------------------------------|
| 8 – 9 | | Bioinformatik: Molekulare Modellierung | | | |
| 9 – 10 | | | | | |
| 10 – 11 | | | | | |
| 11 – 12 | | | | | |
| 12 – 13 | | Wirkstoff- chemie | | | Biomacro- molecules |
| 13 – 14 | Feste Anorganische Materialien: Nanochemie | | | | |
| 14 – 15 | | | | Stereoselektive Organische Synthese | |
| 15 – 16 | | Biomacro- molecules | Molekulare Diagnostik und Therapie | | Metallorganische Komplekxkatalyse |
| 16 – 17 | Naturstoffchemie: Biosynthesen und Strukturen | | | | |
| 17 – 18 | | | | | |

Sommersemester

| Zeit | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag |
|---------|---|---|----------|---------------------|-------------------------|
| 8 – 9 | | Mehrdimensionale NMR Spektros- kopie von Bio- makromolekülen | | | |
| 9 – 10 | | | | | |
| 10 – 11 | | Bioinformatik I: Grundlagen der Bioinformatik | | | Bioorganische Chemie |
| 11 – 12 | | | | | |
| 12 – 13 | Spezielle Naturstoffchemie | | | | Bioanalytics |
| 13 – 14 | | | | | |
| 14 – 15 | Analytik und Screening von Natur- und Wirkstoffen | | | Computer- chemie | |
| 15 – 16 | | Bioanalytics | | | |
| 16 – 17 | | | | | |