

**Modulhandbuch**  
**zum**  
**Bachelorstudiengang Chemische Biologie**

einschließlich der Änderungen im Rahmen der  
Prüfungsordnung zum WiSe 21/22

Stand: 29.01.2025

**Modulübersicht**

|        | <b>Modul</b>  | <b>Seite</b> |
|--------|---|--------------|
| MPa    | Physik für Chemiestudierende 1                                      | 3            |
| MPb    | Physik für Chemiestudierende 2                                      | 5            |
| MTO    | Toxikologie und Rechtskunde   | 7            |
| MMA    | Mathematik für Chemiestudierende 1                                  | 9            |
| MMb    | Mathematik für Chemiestudierende 2                                  | 11           |
| MACa   | Allgemeine und Anorganische Chemie 1                                | 13           |
| MAC1P  | Allgemeines und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1                  | 16           |
| MACb   | Anorganische Chemie 2   | 19           |
| MAC2PB | Anorganisch-Chemisches Praktikum 2                                  | 22           |
| MOCa   | Organische Chemie 1   | 24           |
| MOCb   | Organische Chemie 2: Einführung in die Synthesewissenschaft         | 27           |
| MOC1P  | Organisch-Chemisches Praktikum: Synthesewiss. Grundpraktikum        | 29           |
| MOCc   | Organische Chemie 3: Methoden und Mechanismen                       | 32           |
| MPCa   | Physikalische Chemie 1 und 2  | 34           |
| MPCb   | Physikalische Chemie 3  | 37           |
| MPC1PB | Physikalisch-Chemisches Praktikum                                   | 39           |
| MMAO   | Methoden der Strukturaufklärung im Festkörper (AC) und in Lös. (OC) | 42           |
| MSM    | Statistische Methoden   | 48           |
| MBCa   | Biochemie und Molekularbiologie                                     | 50           |
| MBC1P  | Biochemie Praktikum   | 52           |
| MBCb   | Biochemie Stoffwechsel  | 55           |
| MSB    | Synthetische Biologie 1   | 57           |
| MZB    | Molekulare Zellbiologie   | 61           |
| MBOC   | Bioorganische Chemie 1  | 64           |
| MBPC   | Biophysikalische Methoden   | 67           |
| MBAC   | Bioanorganische Chemie  | 69           |
| MWV    | Wahlpflichtvorlesungen  | 71           |
|        | Bachelor-Arbeit und Disputation                                     | 126          |

|   |   |  |                     |   |                    |                     |
|---|---|--|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |   | <b>Physik für Chemiestudierende 1</b>  |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |   | MPa  |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>WiSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester              | <b>Studiensemester</b><br>1  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chem. Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |   |  |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Physik für Chemiestudierende 1          | V  | 3                   | 2   | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übung zu Physik für Chemiestudierende 1 | Ü  | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |   |  | <b>4</b>            | <b>3</b>  | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |   | Dekan der Fakultät Physik  |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |   | Hochschullehrende der Fakultät Physik (für das jeweilige Semester siehe Aushang)   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |   | Deutsch  |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |   | Keine  |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |   | Abiturwissen Mathematik (zusätzliche Ergänzungen erfolgen in der Vorlesung), solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |   | Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |   | Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die grundlegenden Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten der Physik und können diese zur Lösung für sie neuer physikalischer Aufgabenstellungen anwenden.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |   | <p>Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls MPa sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aufgrund ihrer Kenntnisse der grundlegenden Entwicklungen auf dem Gebiet der Physik, diese anzuwenden und deren Bedeutung sowohl für die Wissenschaft als auch darüber hinaus einordnen zu können.</li> <li>- die wissenschaftliche Methodik der Physik anzuwenden und Probleme aus dem Themenkreis der</li> </ul> |                     |   |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <p>Physik auf lösbare physikalisch-mathematische Modelle zu reduzieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellvorstellungen und grundlegende Konzepte der Physik wiederzugeben, gegeneinander abzuwägen und auf physikalische Problemstellungen anzuwenden.</li> <li>- erworbenes theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen zu nutzen.</li> <li>- die Bedeutung der Physik für andere Wissenschaftsdisziplinen und für technische Innovationen (u. a. Energiegewinnung, Medizin, Arbeitswelt, Umwelt) zu erkennen.</li> <li>- ihre eigenen Fähigkeiten bei der Lösung von Übungsaufgaben einzuschätzen und die Aufgaben mit einem angemessenem Projekt- und Zeitmanagement zu lösen.</li> </ul> |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einleitung <ul style="list-style-type: none"> <li>- wissenschaftliche Methodik</li> <li>- Größen, Maßeinheiten, Messfehler</li> </ul> </li> <li>2. Mechanik <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kinematik</li> <li>- Dynamik von Massenpunkten,</li> <li>- Arbeit und Energie,</li> <li>- Stoßprozesse</li> <li>- Dynamik der Drehbewegung</li> <li>- Mechanik in bewegten Bezugssystemen</li> <li>- Hydrostatik und Hydrodynamik</li> </ul> </li> <li>3. Elektro- und Magnetostatik <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ladung und elektrisches Feld</li> <li>- Stationäre Ströme</li> <li>- Magnetfelder</li> <li>- bewegte Ladungen im Magnetfeld</li> <li>- Materie in Feldern</li> </ul> </li> </ol>           |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, PowerPoint-Präsentation, Vorführung physikalischer Experimente   |
| <b>Literatur</b>    | Vorlesungsbegleitendes Skript, einschlägige Lehrbücher der Experimentalphysik   |

|   |   |  |                     |   |                    |                     |
|---|---|--|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |   | <b>Physik für Chemiestudierende 2</b>  |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |   | MPb  |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>SoSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester              | <b>Studiensemester</b><br>2  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chem. Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |   |  |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Physik für Chemiestudierende 2          | V  | 3                   | 2   | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übung zu Physik für Chemiestudierende 2 | Ü  | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |   |  | <b>4</b>            | <b>3</b>  | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |   | Dekan der Fakultät Physik  |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |   | Hochschullehrende der Fakultät Physik (für das jeweilige Semester siehe Aushang)   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |   | Deutsch  |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |   | Keine  |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |   | Abiturwissen Mathematik (zusätzliche Ergänzungen erfolgen in der Vorlesung), solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |   | Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |   | Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die grundlegenden Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten der Physik und können diese zur Lösung für sie neuer physikalischer Aufgabenstellungen anwenden.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |   | <p>Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls MPa sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- auf der Basis ihrer Kenntnisse der grundlegenden Entwicklungen auf dem Gebiet der Physik deren Bedeutung sowohl für die Wissenschaft als auch darüber hinaus einordnen zu können.</li> <li>- die wissenschaftliche Methodik der Physik anzuwenden und Probleme aus dem Themenkreis der Physik auf lösbare physikalisch-mathematische Modelle zu reduzieren.</li> </ul> |                     |   |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellvorstellungen und grundlegende Konzepte der Physik zu nennen, gegeneinander abzuwägen und auf physikalische Problemstellungen anzuwenden.</li> <li>- erworbenes theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen zu nutzen.</li> <li>- die Bedeutung der Physik für andere Wissenschaftsdisziplinen und für technische Innovationen (u. a. Energiegewinnung, Medizin, Arbeitswelt, Umwelt) zu erkennen.</li> <li>- ihre eigenen Fähigkeiten bei der Lösung von Übungsaufgaben einzuschätzen und Aufgaben mit einem angemessenem Projekt- und Zeitmanagement zu lösen.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elektrodynamik <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maxwell'sche Gleichungen</li> <li>- Schwingungen und Wellen in Mechanik und Elektrodynamik</li> </ul> </li> <li>2. Optik <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geometrische Optik</li> <li>- Wellenoptik</li> </ul> </li> <li>3. Atom- und Kernphysik <ul style="list-style-type: none"> <li>- Versagen der klassischen Physik</li> <li>- Unschärferelation</li> <li>- Wasserstoffatom</li> <li>- Bahn- und Spinmagnetismus</li> <li>- Zeeman- und Stark-Effekt</li> <li>- Aufbau der Atome und des Periodensystems</li> <li>- Aufbau der Kerne</li> <li>- Kernreaktionen</li> <li>- Strahlenarten</li> <li>- Anwendungen radioaktiver Stoffe</li> </ul> </li> </ol> |
| <b>Medienformen</b> | PowerPoint-Präsentation, Tafel, Vorführung physikalischer Experimente   |
| <b>Literatur</b>    | Vorlesungsbegleitendes Skript, einschlägige Lehrbücher der Experimentalphysik   |

|   |                             |   |                     |   |                          |                           |
|---|-----------------------------|---|---------------------|---|--------------------------|---------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                         |                             | <b>Toxikologie und Rechtskunde</b>  |                     |   |                          |                           |
| <b>Kürzel</b>                                   |                             | MTO   |                     |   |                          |                           |
| <b>Modulniveau</b>                              |                             | Grundlagenveranstaltung   |                     |   |                          |                           |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>WiSe            | <b>Dauer</b><br>1 Semester  | <b>Studiensemester</b><br>1   | <b>Credits</b><br>2 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chem. Biologie |                          |                           |
| <b>Modulstruktur</b>                            |                             |   |                     |   |                          |                           |
| <b>Nr.</b>                                      | <b>Lehrveranstaltung</b>    | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenz-<br/>Zeit</b> | <b>Eigen-<br/>studium</b> |
| 1   | Toxikologie und Rechtskunde | V   | 2                   | 2   | 30 h                     | 30 h                      |
| <b>Summe</b>                                    |                             |   | <b>2</b>            | <b>2</b>  | <b>30 h</b>              | <b>30 h</b>               |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                    |                             | Prof. Dr. J. G. Hengstler   |                     |   |                          |                           |
| <b>Dozenten</b>                                 |                             | Prof. Dr. J. G. Hengstler, Prof. Dr. T. Gebel, Dr. A. Ghallab,<br>Dr. W. Albrecht   |                     |   |                          |                           |
| <b>Sprache</b>                                  |                             | Deutsch   |                     |   |                          |                           |
| <b>Voraussetzungen nach<br/>Prüfungsordnung</b> |                             | Keine   |                     |   |                          |                           |
| <b>Empfohlene<br/>Voraussetzungen</b>           |                             | Solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der<br>Allgemeinen Hochschulreife   |                     |   |                          |                           |
| <b>Studien-<br/>/Prüfungsleistungen</b>         |                             | Modulprüfung (unbenotet): Schriftliche Klausur bestehend<br>aus 2 Teilen, Rechtskunde und allgemeine Toxikologie,<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.  |                     |   |                          |                           |
| <b>Lernziele</b>                                |                             | Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Verwendung von<br>Gefahrstoffen im Rahmen der Sachkenntnis des § 5<br>ChemVerbotsV und können dieses Wissen bei der Planung<br>und sicheren Durchführung von Experimenten einsetzen.   |                     |   |                          |                           |
| <b>Inhalt</b>                                   |                             | Die Vorlesung besteht aus folgenden strukturierten Modulen,<br>die im Detail über die Webseite ( <a href="http://www.ifado.de/Lehre">www.ifado.de/Lehre</a> )<br>verfügbar sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Der Zellzyklus und seine Störung durch toxische<br/>Substanzen,</li> <li>2. Fremdstoffmetabolismus, grundlegende<br/>Wirkstoffmechanismen toxischer Substanzen,</li> <li>3. Toxizitätstestung und in vitro Systeme,</li> <li>4. toxische Substanzen und ihre Wirkmechanismen.</li> <li>5. Rechtskunde und regulatorische Toxikologie.</li> </ul> |                     |   |                          |                           |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls MTO sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- bestimmte Alert-Strukturen von Chemikalien zu erkennen.</li><li>- die wichtigsten Mechanismen der Interaktion toxischer Substanzen mit Zellen wiederzugeben.</li><li>- auf der Basis der Kenntnis der Grundprinzipien der regulatorischen Toxikologie diese aktiv anzuwenden.</li><li>- Grundzüge der ChemG, GefStoffV, ChemVerbotsV, EU-Regelungen (REACH) wiederzugeben und für die Lösung von Fallbeispiele einsetzen zu können.</li><li>- Sicherheitsrelevante Themen beim Projekt- und Zeitmanagement zu berücksichtigen.</li><li>- auf der Grundlage der Kenntnis von gesetzlichen Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) wissenschaftliche Experimente im Labor sicher durchführen.</li><li>- die Bedeutung der Toxikologie bezüglich der Themenfelder Ökonomie und Ökologie zu erkennen.</li></ul> |
| <b>Medienformen</b>                   | PowerPoint-Präsentation, Lehrvideos, begleitendes Onlineskript, Tafelbilder, über unsere Website verfügbare Arbeitsmaterialien  |
| <b>Literatur</b>                      | Toxikologie, H. Greim und E. Deml, Verlag VCH<br>Lehrbuch der Toxikologie, H. Marquardt und S.G. Schäfer, Verlag BI Wissenschaftsverlag   |

|   |                                    |   |                     |   |                          |                           |
|---|------------------------------------|---|---------------------|---|--------------------------|---------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                    | <b>Mathematik für Chemiestudierende 1</b>   |                     |   |                          |                           |
| <b>Kürzel</b>                               |                                    | MMA   |                     |   |                          |                           |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>WiSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester         | <b>Studiensemester</b><br>1   | <b>Credits</b><br>5 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B.Sc. Chemie<br>B.Sc. Chem. Biologie |                          |                           |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                    |   |                     |   |                          |                           |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>           | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenz-<br/>Zeit</b> | <b>Eigen-<br/>studium</b> |
| 1   | Mathematik für Chemiestudierende 1 | V   | 4                   | 3   | 45 h                     | 75 h                      |
| 2   | Übungen zur Vorlesung              | Ü   | 1                   | 1   | 15 h                     | 15 h                      |
| <b>Summe</b>                                |                                    |   | <b>5</b>            | <b>4</b>  | <b>60 h</b>              | <b>90 h</b>               |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                    | Dr. G. Skoruppa   |                     |   |                          |                           |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                    | Dr. G. Skoruppa   |                     |   |                          |                           |
| <b>Sprache</b>                              |                                    | Deutsch   |                     |   |                          |                           |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                    | Keine   |                     |   |                          |                           |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                    | Solides mathematisches/naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.  |                     |   |                          |                           |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                    | Modulprüfung (unbenotet): 120-minütige Klausur. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.   |                     |   |                          |                           |
| <b>Lernziele</b>                            |                                    | Die Studierenden erwerben Grundlegende Kenntnisse in die verschiedenen Themenbereiche der Mathematik und ein vertieftes Verständnis der typischen Denkweisen, Darstellungsweisen und Rechentechniken und können sich dieser bei der Lösung mathematischer Probleme eigenständig bedienen.   |                     |   |                          |                           |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                    | <p>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mathematische Modellvorstellungen und grundlegende mathematische Konzepte für ein naturwissenschaftliches Arbeiten oder Bewerten naturwissenschaftlichen Arbeitens gewinnbringend einzusetzen.</li> <li>- Naturwissenschaftliche Probleme zu Mathematisieren, formal hinreichend und abgewogen zu untersuchen und die mathematischen Untersuchungsergebnisse in den</li> </ul> |                     |   |                          |                           |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <p>naturwissenschaftlichen Kontext rückzuübersetzen,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- alle mathematischen Aufgabenstellungen verbal und schriftlich in einer mathematisch fundierten Sprache darzustellen.</li><li>- die im Modul trainierten Problemlöse-, Analyse- und Konzentrationsfähigkeiten bei der Lösung mathematisch-naturwissenschaftlicher Aufgabenstellungen eigenständig einzusetzen.</li></ul> |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Vektoralgebra</li><li>2. Matrizen und lineare Gleichungssysteme</li><li>3. Analytische Geometrie</li><li>4. Komplexe Zahlen</li><li>5. Differentialrechnung für Funktionen einer Veränderlichen</li></ol>   |
| <b>Medienformen</b> | PowerPoint-Präsentation, Tafelanschrieb von mitzurechnenden Beispielen in Vorlesung und Übung, Online-Skript, Webseite mit Arbeitsmaterialien.   |
| <b>Literatur</b>    | Brunner/Brück: Mathematik für Chemiker, Spektrum-Verlag, 2. Aufl. 2008   |
| <b>Änderung</b>     | Geändert aufgrund eines Fakultätsratsbeschlusses vom 04.02.2015  |

|   |                                    |   |                     |   |                    |                     |
|---|------------------------------------|---|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                    | <b>Mathematik für Chemiestudierende 2</b>   |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                    | MMb   |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>SoSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester         | <b>Studiensemester</b><br>2   | <b>Credits</b><br>5 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B.Sc. Chemie<br>B.Sc. Chem. Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                    |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>           | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Mathematik für Chemiestudierende 2 | V   | 4                   | 3   | 45 h               | 75 h                |
| 2   | Übungen zur Vorlesung              | Ü   | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                    |   | <b>5</b>            | <b>4</b>  | <b>60 h</b>        | <b>90 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                    | Dr. G. Skoruppa   |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                    | Dr. G. Skoruppa   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                    | Deutsch   |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                    | Keine   |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                    | Solide Kenntnisse der Inhalte des Moduls MMA  |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                    | Modulprüfung (unbenotet): 120-minütige Klausur. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                    | Die Studierenden erwerben Grundlegende Kenntnisse in die verschiedenen Themenbereiche der Mathematik und ein vertieftes Verständnis der typischen Denkweisen, Darstellungsweisen und Rechentechniken und können sich dieser bei der Lösung mathematischer Probleme eigenständig bedienen..  |                     |   |                    |                     |
| <b>Angestrebte Lernergebnisse</b>           |                                    | Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>- mathematische Modellvorstellungen und grundlegende mathematische Konzepte für ein naturwissenschaftliches Arbeiten oder Bewerten naturwissenschaftlichen Arbeitens gewinnbringend einzusetzen.</li> <li>- Naturwissenschaftliche Probleme zu Mathematisieren, formal hinreichend und abgewogen</li> </ul> |                     |   |                    |                     |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | <p>zu untersuchen und die mathematischen Untersuchungsergebnisse in den naturwissenschaftlichen Kontext rückzuübersetzen,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- alle mathematischen Aufgabenstellungen verbal und schriftlich in einer mathematisch fundierten Sprache darzustellen.</li><li>- die im Modul trainierten Problemlöse-, Analyse- und Konzentrationsfähigkeiten bei der Lösung mathematisch-naturwissenschaftlicher Aufgabenstellungen eigenständig einzusetzen.</li></ul> |
| <b>Inhalt</b>         | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taylorreihen</li><li>2. Potenzreihen</li><li>3. Integralrechnung</li><li>4. mehrdimensionale Differential- und Integralrechnung</li><li>5. Differentialgleichungen</li><li>6. lineare Differentialgleichungssysteme</li></ol>  |
| <b>Medienformen</b>   | Tafelanschrieb und z.T. Beamervortrag in Vorlesung und Übung, Webseite mit Arbeitsmaterialien.  |
| <b>Literatur</b>      | Brunner/Brück: Mathematik für Chemiker, Spektrum-Verlag, 2. Aufl. 2008  |
| <b>Aktualisierung</b> | Geändert aufgrund eines Fakultätsratsbeschlusses vom 04.02.2015   |

|   |                                    |   |                     |  |                    |                     |
|---|------------------------------------|---|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                    | <b>Allgemeine und Anorganische Chemie 1</b>   |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                    | MACa  |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>Jährlich im<br>WiSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester         | <b>Studiensemester</b><br>1   | <b>Credits</b><br>8 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B.Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                    |   |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>           | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Allg. und Anorganische Chemie 1    | V   | 6                   | 4  | 60 h               | 120 h               |
| 2   | Übung zu Allg. und Anorg. Chemie 1 | Ü   | 2                   | 2  | 30 h               | 30 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                    |   | <b>8</b>            | <b>6</b>   | <b>90 h</b>        | <b>150 h</b>        |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                    | Prof. Dr. Andreas Steffen   |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                    | Hochschullehrende der Anorganischen Chemie  |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                    | Deutsch   |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                    | Keine   |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                    | Solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife  |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                    | Studienleistung: Zulassungsvoraussetzung für die Modulprüfung ist die Bearbeitung von mehr als 70% aller Übungsaufgaben (Details werden in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben).<br>Modulprüfung: Klausur.<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.                                 |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                    | Erwerb grundlegender Kenntnisse der allgemeinen und anorganisch-chemischen Prinzipien (mit besonderem Fokus auf Trends der Elemente und Bindungsmodellen) sowie deren Anwendung für Vorhersagen einfacher Strukturen, Reaktivitäten und Eigenschaften von Elementen, Molekülen und Festkörpern. |                     |  |                    |                     |
| <b>Inhalt</b>                               |                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundgesetze der Chemie</li> <li>2. Atomaufbau und Periodensystem der Elemente <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantentheorie</li> <li>- Bohrsche Atommodell</li> <li>- Schrödinger-Wellengleichung</li> </ul> </li> </ol>                   |                     |  |                    |                     |

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Elektronendichteverteilungen</li><li>- Aufbauschema PSE</li><li>- Trends im Periodensystem</li></ul> <p>3. Eigenschaften der Elemente</p> <p>4. Modelle der Chemischen Bindung</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Kovalente Bindung</li><li>- Ionische Bindung</li><li>- Metallische Bindung</li><li>- Zwischenmolekulare Kräfte</li></ul> <p>5. , magnetische und elektrische Eigenschaften der Materie</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-</li><li>- Magnetismus</li><li>- Elektrische Leitfähigkeit</li></ul> <p>6. Grundlagen der Thermodynamik und Kinetik</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ideale und reale Gase</li><li>- Phasendiagramme</li><li>- Chemische Gleichgewicht</li><li>- Massenwirkungsgesetz</li><li>- Reaktionsgeschwindigkeit</li><li>- Energie, Enthalpie und Entropie</li><li>- Hauptsätze der Thermodynamik</li><li>- Gibbs-Energie, exergone und endergone Reaktionen</li><li>- Aktivierungsenthalpie</li></ul> <p>7. Reaktionen in wässriger Lösung und die verschiedenen Reaktionstypen.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- elektrolytische Dissoziation</li><li>- Säuren und Basen</li><li>- Löslichkeitsprodukt</li><li>- HSAB-Konzept</li><li>- Komplexe und Chelateffekt</li></ul> <p>8. Grundlagen der Elektrochemie</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Redoxchemie</li><li>- elektrochemische Spannungsreihe</li><li>- Nernst-Gleichung</li><li>- Faraday'sche Gesetze</li><li>- galvanische Zellen</li></ul> |
|--|--|

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende allgemein-chemische Modellvorstellungen und Konzepte unterscheiden, abwägen und anwenden.</li> <li>- vermittelte Konzepte der Chemie verallgemeinern, auf neue Problemstellungen anwenden und erhaltene Ergebnisse mit experimentellen Beobachtungen kritisch vergleichen.</li> <li>- naturwissenschaftliche Phänomene, Eigenschaften der Elemente und deren Reaktivitäten, sowie deren elektronischer Struktur erklären</li> <li>- Bindungsmodelle eigenständig bewerten</li> <li>- Synthesen von kleinen Molekülen, Redoxprozesse und Materialeigenschaften planen</li> <li>- elektronische und thermodynamische Aspekte von gewünschten einfachen Materialeigenschaften sowie von einfachen Transformationen für erfolgreiche Prozessführungen analysieren.</li> <li>- sich selbstorganisiert umfangreiches Wissen aneignen, dieses wiedergeben und die Kenntnisse zur Lösung von neuen Aufgabenstellungen einsetzen</li> <li>- ihre eigenen Fähigkeiten bei der Lösung von Übungsaufgaben einschätzen und dementsprechend ihr Lernverhalten anpassen.</li> </ul> |
| <b>Medienformen</b>                   | Tafel, PowerPoint-Präsentation, digitale Lernformen   |
| <b>Literatur</b>                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. E. Riedel, C. Janiak, „Anorganische Chemie“, DeGruyter</li> <li>2. A. F. Hollemann, E. Wiberg, „Lehrbuch der Anorganischen Chemie“, DeGruyter</li> <li>3. R. Steudel, „Chemie der Nichtmetalle“, DeGruyter</li> <li>4. R. L. DeKock, H. B. Gray, „Chemical Structure and Bonding“, University Science Books</li> <li>5. M. Binnewies, „Allgemeine und Anorganische Chemie“, Springer Spektrum</li> <li>6. J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, „Anorganische Chemie – Prinzipien von Struktur und Reaktivität“, DeGruyter</li> <li>7. C. Mortimer, U. Müller, „Chemie: Das Basiswissen der Chemie“, Thieme</li> </ol>   |

|   |  |   |                     |   |                    |                     |
|---|--|---|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |  | <b>Allgemeines und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1</b>   |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |  | MAC1P   |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>WiSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester                           | <b>Studiensemester</b><br>1   | <b>Credits</b><br>9 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |  |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                             | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Allgemeines und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1   | P   | 7                   | 10  | 150 h              | 60 h                |
| 2   | Seminar zu Allgem. und Anorg.-Chemisches Praktikum 1 | S   | 2                   | 1   | 15 h               | 45 h                |
| <b>Summe</b>                                |  |   | <b>9</b>            | <b>11</b>   | <b>165 h</b>       | <b>105 h</b>        |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |  | Prof. Dr. Andreas Steffen   |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |  | Hochschullehrende der Anorganischen Chemie (für das jeweilige Semester siehe Aushang der Anorganischen Chemie.) und wiss. Mitarbeitende   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |  | Deutsch   |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |  | Erfolgreicher Abschluss des Moduls MACa   |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |  | Solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |  | <p>Studienleistung: Schriftliche Antestate zu den Analyseblöcken.</p> <p>Modulprüfung (unbenotet): Das Lernziel des Praktikums ist erreicht und das Modul erfolgreich abgeschlossen, wenn für die Analysen/Präparate die im Praktikumsskript angegebene Mindestpunktzahl erreicht wurde und alle Versuche/Präparate sinnvoll bearbeitet wurden.</p> <p>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.</p> <p>Für das Praktikum gilt Anwesenheitspflicht. Aus organisatorischen Gründen können maximal zwei Fehltermine (Attestvorlage) nachgeholt werden, i. d. R. nach dem letzten Praktikumstermin. Das Lernziel des Praktikums ist erreicht, wenn für die Analysen/Präparate die im Praktikumsskript angegebene Mindestpunktzahl erreicht</p> |                     |   |                    |                     |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | wurde und alle Versuche/Präparate sinnvoll bearbeitet wurden.   |
| <b>Lernziele</b>                      | <p>Die Studierenden beherrschen nach Beendigung des Praktikums die grundlegenden Labortechniken der Anorganischen und Analytischen Chemie und sind in der Lage, einfache chemisch-analytische Untersuchungen selbstständig durchzuführen.</p> <p>Die Studierenden sind mit den grundlegenden Kenntnissen der quantitativen Analyse (Volumetrie, Gravimetrie, Photometrie) und der qualitativen Analyse Teil 1 (Anionen, Alkalimetalle, Erdalkalimetalle) vertraut und können diese sicher anwenden.</p>   |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellvorstellungen und grundlegende Konzepte der Anorganischen Chemie zu unterscheiden, gegeneinander abzuwägen und zu reflektieren.</li> <li>- Konzepte der Chemie zu verallgemeinern, auf neue Problemstellungen anzuwenden und die erhaltenen Ergebnisse durch Vergleich mit experimentellen Beobachtungen kritisch zu hinterfragen.</li> <li>- durch die Kenntnis von Eigenschaften der Hauptgruppenelemente und ausgesuchter Verbindungen deren Bedeutung für Mensch und Umwelt einzuordnen.</li> <li>- geeignete chemisch-analytische Methoden problemorientiert auszuwählen, Experimente unter Beachtung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften zu planen, durchzuführen, auszuwerten, zu reflektieren und schriftlich zu dokumentieren.</li> <li>- den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einzuschätzen und entsprechend zu planen.</li> </ul> <p>Durch die Zusammenarbeit im Labor haben die Studierenden die Fähigkeit erworben, sich im Team abzustimmen, voneinander zu lernen und Erfahrungen auszutauschen. Sie haben zudem gelernt, ihre eigenen Fähigkeiten einzuschätzen und weiterzuentwickeln.</p> |
| <b>Inhalt:</b>                        | <p><u>Allgemeines und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sicherheit: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verhalten im Labor,</li> <li>- Umgang mit Gefahrstoffen, Betriebsanweisungen,</li> <li>- Verhalten im Notfall (Sicherheitsbelehrung).</li> </ul> </li> <li>2. Chemische Grundoperationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sachgerechter Umgang mit Chemikalien und Geräten,</li> <li>- Wägen und Volumenmessung,</li> <li>- Methoden der Stofftrennung,</li> <li>- Stoffmengenbestimmung, Stoffeigenschaften und Stoffidentifikation,</li> </ul> </li> </ol>  |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumetrie, Gravimetrie, Fällungstitrations, Säure-Base-Reaktionen, Redox-Titrations und Komplexometrie</li> <li>3. Grundreaktionen und Eigenschaften einfacher Nichtmetall- und Metallverbindungen.</li> <li>4. Einführung in die Qualitative nasschemische Analyse <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kationentrennungsgang der Löslichen Gruppe, Ammoniumcarbonat-Gruppe und Anionentrennungsgang nach Jander Blasius</li> </ul> </li> <li>5. Fachsprache der Chemie. Nomenklatur und Protokollführung.</li> </ul> <p><u>Seminar zu Allgem. und Anorg.-Chemisches Praktikum 1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Sicherheitsbelehrung,</li> <li>2. Theorie zu den Praktikumsversuchen</li> <li>3. Übungen zum Praktikum.</li> </ul> |
| <b>Medienformen</b> | Praktikumsskript, PowerPoint Präsentation, Tafelbild  |
| <b>Literatur</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Jander Jahr, Maßanalyse, Theorie und Praxis der Titrations mit chemischen und physikalischen Indikationen, z. B. 16. Auflage, Walter de Gruyter, 2002.</li> <li>2. Jander Blasius, Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum, z. B. 14. Auflage, Hirzel Verlag 1995.</li> <li>3. Jander Blasius, Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie, z. B. 16. Auflage, Hirzel Verlag 2006</li> <li>4. U. R. Kunze, Grundlagen der quantitativen Analyse, z B. 3. Auflage, Thieme Verlag.</li> </ul>   |

|   |                                |  |                     |   |                    |                     |
|---|--------------------------------|--|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                | <b>Anorganische Chemie 2</b>   |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                | MACb   |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>Jährlich im<br>SoSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester     | <b>Studiensemester</b><br>2  | <b>Credits</b><br>5 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                |  |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>       | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Anorganische Chemie 2          | V  | 4                   | 3   | 45 h               | 80 h                |
| 2   | Übung zu Anorganische Chemie 2 | Ü  | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                |  | <b>5</b>            | <b>4</b>  | <b>60 h</b>        | <b>95 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                | Prof. Dr. Guido Clever   |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                | Hochschullehrende der Anorganischen Chemie   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                | Deutsch  |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                | Keine  |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                | Physik für Chemiestudierende 1 (MPa), Mathematik für Chemiestudierende 1 (MMa), Modul Allgemeine und Anorganische Chemie 1 (MACa) und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1 (MAC1P)   |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                | Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                | Die Studierenden erwerben grundlegender Kenntnisse der anorganischen Stoffchemie der Elemente und Verbindungen der Haupt- und Nebengruppen und bekommen Einblicke in wichtige technische Verfahren, industrielle Anwendungen und Analysemethoden der Elemente. Die Studierenden können das erworbene Wissen zur Eigenständige Planung von Synthesen und analytischer Charakterisierung von Haupt- und Nebengruppenverbindungen anwenden. |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                | Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Grundlagen von Struktur, Bindungsverhältnissen, physikalischen Eigenschaften (z.B. Farbe) und Reaktivität von Verbindungen der Haupt- und Nebengruppen wiedergeben</li> </ul>   |                     |   |                    |                     |

|               |   |
|---------------|---|
|               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- die vermittelten Konzepte verallgemeinern, auf neue Problemstellungen anwenden und die erhaltenen Ergebnisse mit experimentellen Beobachtungen kritisch analysieren.</li> <li>- anorganischen Verbindungen benennen und beschreiben. Die Studierenden haben ein fundiertes Wissen über Vorkommen, Gewinnung, Eigenschaften, Anwendung und Analyse der Verbindungen erworben.</li> <li>- ihr erworbenes Wissen über der wichtigsten Verbindungsklassen, Synthese- und Aufreinigungsmethoden zur Planung eigener Synthesen und Experimente nutzen.</li> <li>- die Kenntnisse über die Eigenschaften der Elemente, deren Verbindungen, Reaktivitäten, elektronische Struktur, Anwendung und technologischer Bedeutung zur vergleichenden Diskussion von Eigenschaften, Strukturen und Reaktivität von Haupt- und Nebengruppenverbindungen verwenden.</li> <li>- Eigenständig die Synthese und analytischer Charakterisierung von Haupt- und Nebengruppenverbindungen planen.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b> | <p>Die Veranstaltung ist wie folgt gegliedert:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Semesterhälfte: Hauptgruppen       <ul style="list-style-type: none"> <li>2 SWS Vorlesung Stoffchemie + Übung</li> <li>1 SWS Vorlesung Technische Verfahren und Anwendungen</li> </ul> </li> <li>2. Semesterhälfte: Nebengruppen       <ul style="list-style-type: none"> <li>2 SWS Vorlesung Stoffchemie + Übung</li> <li>1 SWS Vorlesung Technische Verfahren und Anwendungen</li> </ul> </li> </ol> <p>Gliederung:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klassifizierung Haupt- und Nebengruppenchemie, Trends im Periodensystem</li> <li>2. Bindungskonzepte (Valence Bond, VSEPR, MO u. a.)</li> <li>3. Weitere Konzepte (Symmetrie, Struktur, Elektronegativitäten, Oxidationszahlen u. a.)</li> <li>4. Schreibweisen und Nomenklatur Hauptgruppenverbindungen</li> <li>5. Vorkommen, Gewinnung der Elemente und einiger Verbindungen</li> <li>6. Wichtigste Verbindungsklassen (Oxide, Halogenide, Wasserstoffverbindungen, Säuren, Basen u. a.)</li> <li>7. Synthesen und Reaktivitäten wichtiger Verbindungen</li> <li>8. Spezielle Verbindungsklassen und Beispiele</li> <li>9. Bindungskonzepte in der Nebengruppenchemie</li> <li>10. Koordinationszahlen und -geometrien</li> <li>11. Nomenklatur Nebengruppenverbindungen</li> </ol> |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <p>12. Weitere Konzepte (Symmetrie, Struktur, Zähigkeit, Chelateffekt, Redoxverhalten u. a.)</p> <p>13. Vorkommen, Gewinnung der Elemente und einiger Verbindungen</p> <p>14. Wichtigste Klassen von Koordinationsverbindungen</p> <p>15. Synthesen und Reaktivitäten wichtiger Verbindungen</p> <p>16. Spezielle Verbindungsklassen und Beispiele</p> <p>Technische Verfahren und Anwendungen der:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hauptgruppenlemente (z.B. Darstellung Schwefelsäure, Salpetersäure, Schmelzflusselektrolyse, Fluor, Silizium, u. a.)</li> <li>2. Nebengruppenlemente (z.B. Erze, Mineralien, Hochofen, galvanische Verfahren u. a.)</li> </ol>                                      |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, PowerPoint-Präsentation, digitale Lernformen   |
| <b>Literatur</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. E. Riedel, C. Janiak, „Anorganische Chemie“, DeGruyter</li> <li>2. A. F. Hollemann, E. Wiberg, „Lehrbuch der Anorganischen Chemie“, DeGruyter</li> <li>3. R. Steudel, „Chemie der Nichtmetalle“, DeGruyter</li> <li>4. R. L. DeKock, H. B. Gray, „Chemical Structure and Bonding“, University Science Books</li> <li>5. M. Binnewies, „Allgemeine und Anorganische Chemie“, Springer Spektrum</li> <li>6. J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, „Anorganische Chemie – Prinzipien von Struktur und Reaktivität“, DeGruyter</li> <li>7. C. Mortimer, U. Müller, „Chemie: Das Basiswissen der Chemie“, Thieme</li> <li>8. Lutz H. Gade „Koordinationschemie“, Wiley VCH</li> </ol> |

|   |                                     |  |                     |  |                    |                     |
|---|-------------------------------------|--|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                     | <b>Anorganisch-Chemisches Praktikum 2</b>  |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                     | MAC2PB   |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im SoSe           | <b>Dauer</b><br>1 Semester          | <b>Studiensemester</b><br>2  | <b>Credits</b><br>6 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                     |  |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>            | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Anorganisch-Chemisches Praktikum 2  | P  | 3                   | 4  | 60 h               | 30 h                |
| 2   | Seminar zu Anorg.-Chem. Praktikum 2 | S  | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                     |  | <b>6</b>            | <b>6</b>   | <b>90 h</b>        | <b>90 h</b>         |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                |                                     | Prof. Dr. Andreas Steffen  |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozenten</b>                             |                                     | Hochschullehrende der Anorganischen Chemie (für das jeweilige Semester siehe Aushang der Anorganischen Chemie.)  |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                     | Deutsch  |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                     | Erfolgreicher Abschluss der Module MACa und MAC1PB   |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                     | Solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                     | <p>Studienleistung: Schriftliche Antestate zu den Analyseblöcken.</p> <p>Modulprüfung (unbenotet): Das Lernziel des Praktikums ist erreicht, wenn für die Analysen/Präparate die im Praktikumsskript angegebene Mindestpunktzahl erreicht wurde und alle Versuche/Präparate sinnvoll bearbeitet wurden.</p> <p>Für das Praktikum gilt Anwesenheitspflicht. Aus organisatorischen Gründen können maximal zwei Fehltermine (Attestvorlage) nachgeholt werden, i. d. R. nach dem letzten Praktikumstermin.</p> <p>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.</p> |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                     | Die Studierenden eignen sich grundlegenden Kenntnissen der qualitativen Analyse und charakteristischer Reaktionen  |                     |  |                    |                     |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | <p>an und können diese sicher anwenden. Die Studierenden beherrschen nach Beendigung des Praktikums die grundlegenden Labortechniken der Anorganischen und Analytischen Chemie und sind in der Lage, einfache chemisch-analytische Untersuchungen selbstständig durchzuführen.</p>  |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geeignete chemisch-analytische Methoden problem-orientiert auszuwählen, Experimente unter Beachtung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften zu planen, durchzuführen, auszuwerten und schriftlich zu dokumentieren.</li> <li>- das erworbene theoretische Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen.</li> <li>- verantwortungsbewusst unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung zu experimentieren.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt:</b>                        | <p><u>Anorganisch-Chemisches Praktikum 2:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Qualitative nasschemische Analyse (Kationen- und Anionentrennungsgang) nach Jander Blasius</li> <li>2. Charakteristische chemische Reaktionen der Übergangsmetalle und Hauptgruppenelemente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fällungsreaktionen</li> <li>- Redoxreaktionen</li> <li>- Komplexbildung und -zerfall</li> <li>- Aufschlüsse schwerlöslicher Verbindungen,</li> </ul> </li> <li>3. Trennungsgang, Einzelnachweise,</li> <li>4. Fachsprache der Chemie, Nomenklatur und Protokollführung</li> </ol> <p><u>Seminar zu Anorg.-Chem. Praktikum 2</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sicherheitsbelehrung</li> <li>2. Theorie zu Praktikumsversuchen</li> <li>3. Übungen zum Praktikum.</li> </ol> |
| <b>Medienformen</b>                   | <p>PowerPoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)<br/>Tafelbilder, Folien, Arbeitsmaterialien, Praktikumsprotokoll</p>   |

|   |   |  |                     |   |                    |                     |
|---|---|--|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |   | <b>Organische Chemie 1</b>   |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |   | MOCa   |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester                  | <b>Studiensemester</b><br>2  | <b>Credits</b><br>5 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |   |  |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                    | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Grundvorlesung Organische Chemie,<br>Teil 1 | V  | 4                   | 3   | 45 h               | 75 h                |
| 2   |   | Ü  | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |   |  | 5                   | 4   | 60 h               | 90 h                |
| <b>Modulverantwortliche</b>                 |   | JProf. Dr. M. M. Hansmann/Prof. Dr. N. Krause  |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozenten</b>                             |   | Jprof. Dr. M. M. Hansmann/Prof. Dr. N. Krause  |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |   | Deutsch  |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |   | Keine  |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |   | Keine  |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien- /Prüfungsleistung</b>           |   | Modulprüfung: Klausur<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |   | Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls MOCa sind die Studierenden in der Lage, die vermittelten Konzepte der Organischen Chemie zu verallgemeinern und geeignete Strategien zur Lösung einfacher Aufgabenstellungen auf dem Gebiet der organischen Struktur- und Synthesechemie zu entwickeln.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |   | Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organische Moleküle fachsprachlich korrekten benennen und in unterschiedliche Verbindungsklassen einordnen.</li> <li>- den Aufbau organischer Moleküle verstehen. Sie kennen unterschiedliche Konzepte der Bindung in organischen Molekülen und können mit diesem Wissen die räumliche Struktur von Molekülen vorhersagen.</li> </ul> |                     |   |                    |                     |

|               |  |
|---------------|--|
|               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- unterschiedliche stereochemische Konzepte verstehen. Sie sind in der Lage den relativen Energieinhalt verschiedener Konformationen zu prognostizieren.</li> <li>- verschiedene Verbindungen bezüglich ihrer Stabilität zu vergleichen.</li> <li>- einzelne Reaktionstypen der Organischen Chemie zu unterscheiden. Sie können ihr Wissen zur Vorhersage und Planung einfacher Reaktionen nutzen.</li> <li>- den Verlauf chemischer Reaktionen in Form eines Reaktionsmechanismus bzw. Energiediagramms diskutieren.</li> <li>- anhand von Energiediagrammen die Konzepte der Stabilität (z.B. von Intermediaten), kinetischer und thermodynamischer Kontrolle sowie Selektivität diskutieren und zur Problemlösung anwenden.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Struktur und Bindung am Beispiel des Kohlenstoffs, Hybridisierung</li> <li>2. Alkane: Eigenschaften, Nomenklatur, Konformationsanalyse, Radikalische Halogenierung, Potentialenergiediagramme, Frühe/Späte Übergangszustände, Reaktivität vs. Selektivität, Stabilität von Radikalen, Hyperkonjugation</li> <li>3. Cycloalkane: Struktur, Nomenklatur, Spannungszustände, Konformationsanalyse, A-Werte</li> <li>4. Stereochemie: Isomerie, Chiralität, R/S-Nomenklatur, CIP-Regeln, Verbindungen mit zwei Chiralitätszentren, Fischer-Projektion, meso-Verbindungen</li> <li>5. Halogenalkane: Eigenschaften, Nomenklatur, Nucleophile Substitution: <math>S_N1</math> vs. <math>S_N2</math> (Reaktivität, Stereochemie, Substituenteneffekte), Eliminierung: E1 vs. E2 (Reaktivität, Stereochemie, Substituenteneffekte), Organometallverbindungen</li> <li>6. Alkohole: Eigenschaften, Nomenklatur, Acidität/Basizität, Nucleophile Substitution, Oxidation, Darstellung</li> <li>7. Ether: Eigenschaften, Nomenklatur, Darstellung, Cyclische Ether</li> <li>8. Amine: Eigenschaften, Nomenklatur, Acidität/Basizität, Darstellung, Gabriel-Synthese</li> <li>9. Alkene: Eigenschaften, Nomenklatur, E/Z-Isomerie, Stabilität, Elektrophile Addition (Beispiele, Markownikow-Regel, Stereoselektivität), Hydroborierung, Dihydroxylierung, Ozonolyse, Radikalische Addition, NBS-Bromierung, Darstellung (Eliminierung, Hofmann- vs. Saytzev-Produkt, Wittig-Reaktion)</li> <li>10. Diene: Eigenschaften, Nomenklatur, Konjugation, Diels-Alder-Reaktion, 1,2- vs. 1,4-Addition, Allylresonanz, Kinetische vs. Thermodynamische</li> </ol> |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <p>Kontrolle</p> <p>11. Alkine: Eigenschaften, Nomenklatur, Stabilität, Darstellung, Acidität, Reaktionen von Acetylidionen, Reduktion, Hydroborierung</p> <p>12. Aromatische Verbindungen: Eigenschaften, Nomenklatur, Stabilität, Aromatizität, Hückel-Regel, Elektrophile aromatische Substitution (Energieprofil, Beispiele, Reaktivität und Regioselektivität der Zweitsubstitution, Induktiver/Mesomerer Substituenteneffekt), Nucleophile aromatische Substitution (Additions-Eliminierungs-Mechanismus, Meisenheimer-Komplexe, Sanger-Reagenz, Eliminierungs-Additions-Mechanismus, Arine), Aryldiazoniumsalze (Darstellung, Reaktionen)</p> <p>13. Aldehyde und Ketone: Eigenschaften, Nomenklatur, Darstellung, Hydratbildung, Acetalisierung, Addition von Stickstoffnucleophilen, Addition von Kohlenstoffnucleophilen, Wittig-Reaktion, Reduktion, Reduktive Kupplung, Reaktionen <math>\alpha,\beta</math>-ungesättigter Carbonylverbindungen</p> <p>14. Carbonsäuren und Carbonsäurederivate: Eigenschaften, Nomenklatur, Acidität, Säurekatalysierte Veresterung, Basische Esterhydrolyse, Relative Reaktivität, Synthese und Reaktionen von Carbonsäurederivaten und Nitrilen</p> |
| <b>Medienformen</b> | Tafel und/oder Powerpoint-Präsentationen   |
| <b>Literatur</b>    | Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung  |

|   |  |  |                     |   |                    |                     |
|---|--|--|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                       |  | <b>Organische Chemie 2:</b><br>Einführung in die Synthesewissenschaft  |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                                 |  | MOCb   |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im WiSe             | <b>Dauer</b><br>1 Semester             | <b>Studiensemester</b><br>3  | <b>Credits</b><br>5 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                          |  |  |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                    | <b>Lehrveranstaltung</b>               | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Einführung in die Synthesewissenschaft | V  | 4                   | 3   | 45 h               | 75 h                |
| 2   |  | Ü  | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                  |  |  | 5                   | 4   | 60 h               | 90 h                |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                  |  | Prof. Dr. M. Hiersemann  |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent</b>                                 |  | Prof. Dr. M. Hiersemann  |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                                |  | Deutsch  |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>   |  | Keine  |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>             |  | MOCa   |                     |   |                    |                     |
| <b>Studienleistungen und Prüfungsleistung</b> |  | Modulprüfung: Klausur<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                              |  | Aufbauend auf den Inhalten des Moduls MOCa erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse über Struktur-Reaktivitäts-Eigenschaftsbeziehungen organisch-chemischer Stoffklassen und über Aspekte der Reaktionsmechanistik. Dieses Vorgehen dient zum Aufbau einer Grundkompetenz zur Lösung syntheseswissenschaftlicher Fragestellungen, also zum Vorhersagen, Erklären und Planen.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>         |  | Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen und Stoffklassen zu erkennen und zu benennen.</li> <li>- Stabilität und Reaktivität funktioneller Gruppen vorherzusagen, zu erklären und zu bewerten.</li> <li>- syntheseswissenschaftliche Fragestellungen unter Berücksichtigung reaktionsmechanistischer und stereochemischer Aspekte selbstständig zu bearbeiten.</li> </ul> |                     |   |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- organisch-chemische Sachverhalte in Wort und Bild darzustellen und zu vermitteln.</li> <li>- einfache Synthesen selbstständig zu planen.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wasserstoffatoms substitution in Allyl- und Benzylposition: Kohlenstoffradikale</li> <li>2. Nukleophile Substitution am <math>sp^3</math>-Kohlenstoffatom</li> <li>3. Eliminierung zur C/C-Doppelbindung</li> <li>4. Additionen an C/C-Mehrfachbindungen</li> <li>5. Substitution am Aromaten</li> <li>6. Substitution am Aromaten</li> <li>7. Reduktion von Carbonylverbindungen</li> <li>8. Oxidation am Kohlenstoffatom</li> <li>9. nukleophile Substitution am Acylcarbonylkohlenstoffatom: Ester und Amide</li> <li>10. Kondensationen mit Aldehyden und Ketonen: Acetale, Imine, Enamine, Oxime, Hydrazone</li> <li>11. Enole; Mannich-Reaktion; Enolate</li> <li>12. Enolate; Aldolreaktion</li> <li>13. Claisen-, Dieckmann- und Knoevenagel-Kondensation</li> <li>14. Enolate: Michael-Addition und Alkylierung; metallorganische Verbindungen</li> <li>15. Magnesiumorganyle</li> <li>16. Lithiumorganyle</li> <li>17. Phosphororganyle: Wittig-Reaktion</li> <li>18. Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Heck-Reaktion</li> <li>19. Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Kreuzkupplungen</li> <li>20. Ruthenium-katalysierte Bindungsbildung: Ringschlussolefinmetathese</li> <li>21. Organokatalyse</li> <li>22. Einführung in die statische Stereochemie</li> <li>23. Einführung in die dynamische Stereochemie</li> <li>24. Synthese und Selektivität; stereodifferenzierende Synthese</li> <li>25. Methoden der asymmetrischen Synthese</li> <li>26. Methoden der asymmetrischen Synthese</li> <li>27. Perizyklische Reaktionen</li> <li>28. Perizyklische Reaktionen</li> </ol> <p>(eine Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten)<br/>Die Vorlesung begleitet, unterstützt und vertieft die fachwissenschaftlichen Inhalte des Moduls MOC1P.</p> |
| <b>Medienformen</b> | Unterricht mit Tafel, digitalisierte Vorlesung, digitalisiertes Vorlesungsskript, digitalisierte Übungsaufgaben   |
| <b>Literatur</b>    | Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung   |

|   |   |   |                      |   |                    |                     |
|---|---|---|----------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |   | <b>Organisch Chemisches Praktikum:</b><br>Synthesewissenschaftliches Grundpraktikum in der Organischen Chemie   |                      |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |   | MOC1P   |                      |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im WiSe           | <b>Dauer</b><br>1 Semester  | <b>Studiensemester</b><br>3   | <b>Credits</b><br>11 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |   |   |                      |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>  | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>            | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Synthesewissenschaftliches Grundpraktikum in der Organischen Chemie | P   | 9                    | 10  | 150 h              | 120 h               |
| 2   |   | S   | 2                    | 2   | 30 h               | 30 h                |
| <b>Summe</b>                                |   |   | 11                   | 12  | 180 h              | 150 h               |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                |   | Prof. Dr. M. Hiersemann   |                      |   |                    |                     |
| <b>Dozentinnen und Dozenten</b>             |   | Dr. D. Tymann, Dr. L. Iovkova, Dr. A. Behler und Assistenten/innen aus dem Lehrbereich Organische Chemie  |                      |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |   | Deutsch   |                      |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |   | Erfolgreicher Abschluss von MTO, MACa, MAC1P und MOCa   |                      |   |                    |                     |
| <b>Empfehlungen</b>                         |   | Teilnahme am parallel stattfindenden Modul MOCb   |                      |   |                    |                     |
| <b>Verpflichtungen</b>                      |   | Teilnahme an der aktenkundigen Sicherheitsbelehrung.<br>Praktikumsplatzübernahme gemäß Praktikumsordnung.<br>Praktikumsplatzabgabe gemäß Praktikumsordnung.   |                      |   |                    |                     |
| <b>Prüfungsleistungen</b>                   |   | <p>Modulprüfung (unbenotet): Testierte Praktikumsleistung. Zum erfolgreichen Abschluss des Moduls ist erforderlich:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Erfolgreiche Teilnahme an einem schriftlichen Antestat zu jedem syntheseswissenschaftlichen Versuch.</li> <li>Erfolgreiche Durchführung syntheseswissenschaftlicher Versuche, bestehend aus Versuchsvorbereitung, Versuchsaufbau, Versuchsdurchführung, Produktisolierung, Produktcharakterisierung, Produktabgabe, Protokoll. Die syntheseswissenschaftlichen Versuche müssen unter Aufsicht und Anleitung während der Öffnungszeit im Praktikumsaal durchgeführt werden.</li> </ol> <p>Anmerkung: Die erfolgreiche Teilnahme am schriftlichen Antestat ist Voraussetzung für die Durchführung des assoziierten syntheseswissenschaftlichen Versuchs. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.</p> |                      |   |                    |                     |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Lernziele</b>                      | Aufbauend auf den Inhalten des Moduls MOCa erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse über Struktur-Reaktivitäts-Eigenschaftsbeziehungen organisch-chemischer Stoffklassen und über Aspekte der Reaktionsmechanistik. Die Modulteilnehmenden werden zudem umfangreiche handwerkliche Grundkenntnisse erlernen, um syntheseswissenschaftliche Experimente selbstständig planen, durchführen und dokumentieren zu können.   |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelle und Konzepte zur Reaktivitätsvorhersage organisch-chemischer Stoffklassen zu unterscheiden, abzuwägen und zu reflektieren.</li> <li>- funktionelle Gruppen und Stoffklassen zu erkennen und zu benennen sowie ihre Stabilität und Reaktivität vorherzusagen, zu erklären und zu bewerten.</li> <li>- syntheseswissenschaftliche Fragestellungen aus dem Blickwinkel der Reaktionsmechanistik, der Stereochemie und der physikalisch-organischen Chemie zu bearbeiten.</li> <li>- syntheseswissenschaftliche Versuch zu planen, durchzuführen und nachvollziehbar zu dokumentieren, auch unter Berücksichtigung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis der TU Dortmund.</li> <li>- organisch-chemische Sachverhalte fachsprachlich korrekt in Wort und Bild darzustellen und zu vermitteln.</li> <li>- mit Chemikalien im Sinne der Gefahrstoffverordnung umzugehen.</li> <li>- Geräte und Installationen sicher und sachgemäß zu betreiben.</li> <li>- den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einzuschätzen und entsprechend zu planen.</li> <li>- laborgemeinschaftlich zu arbeiten.</li> </ul> |
| <b>Inhalt</b>                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundoperationen</li> <li>2. Wasserstoffatoms substitution in Benzylposition: Radikalische Halogenierung</li> <li>3. Nukleophile Substitution am <math>sp^3</math>-Kohlenstoffatom</li> <li>4. Additionen an C/C-Doppelbindungen</li> <li>5. Eliminierungen zu C/C-Mehrfachbindungen</li> <li>6. Substitution am Aromaten</li> <li>7. Reduktion von Carbonylverbindungen</li> <li>8. Oxidation zu Carbonylverbindungen</li> <li>9. nukleophile Substitution am Acylcarbonylkohlenstoffatom: Ester und Amide</li> <li>10. Kondensationen mit Ketonen: Ketale, Enamine, Ketoxime</li> <li>11. Enole: Mannich-Reaktion</li> <li>12. Enolate: Aldol-Reaktion</li> </ol>   |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | 13. Knoevenagel- und Knoevenagel–Doebner-Kondensation<br>14. Enolatalkylierung<br>15. Magnesiumorganyle: Grignard-Reaktion |
| <b>Medienformen</b> | Tafel  |
| <b>Literatur</b>    | Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung  |

|   |                            |  |                     |   |                    |                     |
|---|----------------------------|--|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                       |                            | <b>Organische Chemie 3:</b><br>Methoden und Mechanismen  |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                                 |                            | MOCC   |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                     | <b>Dauer</b><br>1 Semester | <b>Studiensemester</b><br>5  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chem. Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                          |                            |  |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                    | <b>Lehrveranstaltung</b>   | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Methoden und Mechanismen   | V  | 3                   | 2   | 30 h               | 60 h                |
| 2   |                            | Ü  | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                  |                            |  | 4                   | 3   | 45 h               | 75 h                |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                  |                            | JProf. Dr. M. M. Hansmann/Prof. Dr. N. Krause  |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent</b>                                 |                            | JProf. Dr. M. M. Hansmann/Prof. Dr. N. Krause  |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                                |                            | Deutsch  |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>   |                            | Keine  |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>             |                            | Erfolgreicher Abschluss von MOCa, MOCb und MOC1P   |                     |   |                    |                     |
| <b>Studienleistungen und Prüfungsleistung</b> |                            | Modulprüfung: Klausur<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                              |                            | Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Methoden der organischen Synthesechemie, insbesondere über Struktur-Reaktivitäts-Eigenschaften wichtiger funktioneller Gruppen anhand Zielmolekül-orientierter Synthesen.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>         |                            | Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- synthesechemische Fragestellungen unter Berücksichtigung reaktionsmechanistischer und stereochemischer Aspekte selbstständig zu bearbeiten.</li> <li>- organisch-chemische Sachverhalte fachsprachlich korrekt darzustellen und zu vermitteln</li> <li>- Synthesen und Retrosynthesen selbstständig zu planen.</li> </ul> |                     |   |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Inhalt</b>       | <p>Anhand von Fallbeispielen (z.B. Naturstoffe, Wirkstoffe, Materialien, ungewöhnliche Moleküle) werden klassische und moderne Synthesemethoden für die organische Synthese erläutert. Hierzu zählen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stereoselektive Synthese: Aldolreaktionen (Zimmermann-Traxler, Bor-Enolate, relative und absolute Konfiguration), chirale Auxiliare (z.B. Evans Auxiliare, Enders SAMP/RAMP, Taddole)</li> <li>2. Organokatalyse (Enamin/Iminium-Katalyse)</li> <li>3. Organometallreagenzien (Addition von Allylmetallverbindungen, 1,4-Additionen)</li> <li>4. E/Z selektive Olefinierungsmethoden (Wittig, HWE, Peterson, Tebbe etc.)</li> <li>5. Asymmetrische Katalyse (Sharpless-Epoxidierung, Sharpless-Dihydroxylierung, Kinetische Racematspaltung)</li> <li>6. Schutzgruppenstrategien</li> <li>7. Radikalische Transformationen (Baldwin-Regeln, Barton-McCombie-Desoxygenierung)</li> <li>8. Umlagerungsreaktionen</li> <li>9. Carbene als transiente und stabile Intermediate</li> <li>10. Einführung in die Syntheseplanung, Synthone, Retrosynthese</li> <li>11. Einführung in Übergangsmetall-katalysierte Reaktionen (Alkenmetathese, asymmetrische Hydrierungen etc.)</li> <li>12. Organische Redoxsysteme</li> </ol> <p>Die Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.</p> |
| <b>Medienformen</b> | Tafel und/oder Powerpoint-Präsentation  |
| <b>Literatur</b>    | Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung   |

|   |                                   |   |                     |   |                    |                     |
|---|-----------------------------------|---|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                   | <b>Physikalische Chemie 1 und 2</b>   |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                   | MPCa  |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>2 Semester        | <b>Studiensemester</b><br>2 und 3   | <b>Credits</b><br>9 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                   |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>          | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Physikalische Chemie 1            | V   | 3                   | 2   | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übungen zu Physikalische Chemie 1 | Ü   | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| 3   | Physikalische Chemie 2            | V   | 4                   | 3   | 45 h               | 75 h                |
| 4   | Übungen zu Physikalische Chemie 2 | Ü   | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                   |   | <b>9</b>            | <b>7</b>  | <b>105 h</b>       | <b>165 h</b>        |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                   | Prof. Dr. C. Czeslik  |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                   | N.N., Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, Prof. Dr. M. Kasanmascheff   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                   | Deutsch   |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                   | Keine   |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                   | Ausreichende Mathematikkenntnisse, wie sie z. B. im Modul MMa (Mathematik für Chemiestudierende 1) vermittelt werden, sind für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Ähnliche Voraussetzungen gelten für die physikalischen Grundlagen, die z. B. im Modul MPa (Physik für Chemiestudierende 1) behandelt werden.          |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                   | Studienleistung: Fachstudienberatung.<br>Modulabschlussprüfung: Klausur<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                   | Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der chemischen Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie und sind in der Lage, einfache Aufgaben und Problemstellungen aus diesen Gebieten selbständig zu analysieren und zu lösen. Die Studierenden lernen in dem Modul außerdem moderne Verfahren und Apparaturen |                     |   |                    |                     |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | kennen, welche ihnen ermöglichen, chemische Prozesse quantitativ zu beschreiben.  |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Am Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ihre Kenntnisse der Grundlagen der physikalisch-chemischen Denk- und Arbeitsweise sicher in Theorie und Praxis einzusetzen.</li> <li>- vermittelte theoretische Werkzeuge bei der Planung, Steuerung, Durchführung und Auswertung von chemischen Reaktionen in Forschung, Entwicklung und Produktion sicher anzuwenden.</li> <li>- erworbenes theoretische Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen.</li> <li>- grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen.</li> <li>- eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>                         | <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Thermodynamik:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ideale und reale Gase</li> <li>- kinetische Gastheorie</li> <li>- Flüssigkeiten und Festkörper</li> <li>- Hauptsätze der Thermodynamik</li> <li>- Mischungen und kolligative Eigenschaften</li> <li>- chemische Gleichgewichte</li> <li>- Phasendiagramme</li> <li>- Grenzflächenerscheinungen</li> </ul> </li> <li><b>2. Chemische Kinetik:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formale Reaktionskinetik</li> <li>- Geschwindigkeitsgesetze</li> <li>- Theorien der Elementarreaktionen</li> <li>- Reaktionen in Lösung</li> </ul> </li> <li><b>3. Transportphänomene:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diffusion</li> <li>- Viskosität</li> </ul> </li> <li><b>4. Elektrochemie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ionentransport in Elektrolytlösungen</li> <li>- Aktivitätskoeffizienten</li> <li>- elektrochemische Thermodynamik</li> <li>- elektrochemische Zellen</li> </ul> </li> </ol> |
| <b>Medienformen</b>                   | Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Videofilme.<br>Vorlesungsunterlagen als PDF.  |
| <b>Literatur</b>                      | C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, Vieweg+Teubner, 4. Auflage, 2010.  |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>P. W. Atkins, J. de Paula, J. J. Keeler, Physikalische Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2021.</p> <p>G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012.</p> |
|--|---|

|   |                                   |  |                     |   |                          |                           |
|---|-----------------------------------|--|---------------------|---|--------------------------|---------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                   | <b>Physikalische Chemie 3</b>  |                     |   |                          |                           |
| <b>Kürzel</b>                               |                                   | MPCb   |                     |   |                          |                           |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester        | <b>Studiensemester</b><br>4  | <b>Credits</b><br>5 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie |                          |                           |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                   |  |                     |   |                          |                           |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>          | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenz-<br/>Zeit</b> | <b>Eigen-<br/>studium</b> |
| 1   | Physikalische Chemie 3            | V  | 4                   | 3   | 45 h                     | 75 h                      |
| 2   | Übungen zu Physikalische Chemie 3 | Ü  | 1                   | 1   | 15 h                     | 15 h                      |
| <b>Summe</b>                                |                                   |  | <b>5</b>            | <b>4</b>  | <b>60</b>                | <b>90</b>                 |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                   | Prof. Dr. C. Czeslik   |                     |   |                          |                           |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                   | N.N., Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, Prof. Dr. M. Kasanmascheff  |                     |   |                          |                           |
| <b>Sprache</b>                              |                                   | Deutsch  |                     |   |                          |                           |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                   | Keine  |                     |   |                          |                           |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                   | Ausreichende Mathematikkenntnisse, wie sie z. B. in den Modulen MMA und MMb (Mathematik für Chemiestudierende 1 und 2) vermittelt werden, sind für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Ähnliche Anforderungen gelten für die physikalischen Grundlagen, die z. B. im Modul MPa (Physik für Chemiestudierende 1) behandelt werden. |                     |   |                          |                           |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                   | Modulprüfung: Klausur<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.   |                     |   |                          |                           |
| <b>Lernziele</b>                            |                                   | Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der der Quantentheorie, des Atom- und Molekülaufbaus sowie der Molekülspektroskopie und sind in der Lage, einfache Aufgaben und Problemstellungen aus diesen Gebieten selbständig zu analysieren und zu lösen.  |                     |   |                          |                           |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                   | Am Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- erworbene Kenntnisse auf dem Gebiet der Quantentheorie, des Atom- und Molekülaufbaus sowie der Molekülspektroskopie sowohl theoretisch als auch hinsichtlich ihrer praktischen Anwendung sicher zu beherrschen.</li> </ul>                 |                     |   |                          |                           |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- vermittelte theoretische Werkzeuge bei der Synthese und Analyse molekularer Verbindungen in Forschung, Entwicklung und Produktion sicher anzuwenden.</li> <li>- erworbenes theoretische Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen.</li> <li>- grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen.</li> <li>- eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>       | <p><b>1. Quantentheorie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilchen-Welle-Dualismus,</li> <li>- Experimente zur Quantentheorie,</li> <li>- Heisenberg'sche Unschärferelation,</li> <li>- Schrödinger-Gleichung,</li> <li>- Teilchen im Kasten,</li> <li>- starrer Rotator,</li> <li>- harmonischer Oszillator.</li> </ul> <p><b>2. Atom- und Molekülaufbau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wasserstoffatom,</li> <li>- Elektronenspin,</li> <li>- Mehrelektronenatome,</li> <li>- HF-SCF-Methode,</li> <li>- Aufbau des Periodensystems,</li> <li>- Termsymbole</li> <li>- Wasserstoffmolekül-Ion,</li> <li>- kleine Moleküle,</li> <li>- LCAO-Methode,</li> <li>- lokalisierte Molekülorbitale und Hybridorbitale,</li> <li>- Hückel-MO-Methode</li> <li>- Computersimulationsmethoden.</li> </ul> <p><b>3. Spektroskopie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrische Eigenschaften der Materie,</li> <li>- theoretische Behandlung der Wechselwirkung von Licht mit Molekülen,</li> <li>- Rotations- und Schwingungsspektroskopie</li> <li>- Elektronenschwingungsspektroskopie</li> <li>- NMR- und ESR-Spektroskopie</li> </ul> |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Videofilme, Vorlesungsunterlagen als PDF.  |
| <b>Literatur</b>    | <p>C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, Vieweg+Teubner, 4. Auflage, 2010.</p> <p>P. W. Atkins, J. de Paula, J. J. Keeler, Physikalische Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2021.</p> <p>G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012.</p>  |

|   |                                   |  |                     |  |                    |                     |
|---|-----------------------------------|--|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                   | <b>Physikalisch-Chemisches Praktikum</b>   |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                   | MPC1PB   |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester        | <b>Studiensemester</b><br>4  | <b>Credits</b><br>7 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chem. Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                   |  |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>          | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Physikalisch-chemisches Praktikum | P  | 5                   | 6  | 90 h               | 60 h                |
| 2   | Seminar zum Praktikum             | S  | 2                   | 1  | 15 h               | 45 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                   |  | <b>7</b>            | <b>7</b>   | <b>105 h</b>       | <b>105 h</b>        |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                   | Prof. Dr. C. Czeslik   |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                   | N.N., Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, Prof. Dr. M. Kasanmascheff  |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                   | Deutsch  |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                   | Erfolgreicher Abschluss der Moduls MTO und MAC1P.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                   | Ausreichende Mathematikkenntnisse, wie sie z. B. in den Modulen MMA und MMb (Mathematik für Chemiestudierende 1 und 2) vermittelt werden, sind für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Ähnliche Anforderungen gelten für die physikalischen Grundlagen, die z. B. im Modul MPa (Physik für Chemiestudierende 1) behandelt werden.   |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                   | Modulprüfung (unbenotet): Mündliche und schriftliche Antestate sowie Testate über Praktikumsversuche und Protokolle, unbenotet.<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.<br>Für das Praktikum besteht Anwesenheitspflicht, da das Lernziel nur durch das Arbeiten an den dort vorhandenen Apparaturen und experimentellen Einrichtungen erreicht werden kann. Im Fall begründeter Fehlzeiten, z.B. aufgrund einer durch ärztliches Attest nachgewiesenen Krankheit, können maximal 2 Versuche wiederholt werden. Bei längeren Fehlzeiten muss das gesamte Praktikum wiederholt werden. |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                   | Im Praktikum MPC1PB erwerben die Studierenden grundlegende physikalisch-chemische Arbeitstechniken und können den Stoff der Vorlesungen Physikalische Chemie 1 bis 3 in der experimentellen Praxis erfolgreich   |                     |  |                    |                     |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | umsetzen. Die Studierenden lernen außerdem moderne Verfahren und Apparaturen kennen, die zur quantitativen Beschreibung chemischer Prozesse dienen.   |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Am Ende dieses Moduls MPC1PB können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die vermittelten Grundlagen der physikalisch-chemischen Denk- und Arbeitsweise, welche bei der Synthese und Analyse molekularer Verbindungen in Forschung, Entwicklung und Produktion benötigt werden, sicher praktisch anwenden.</li> <li>- theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen nutzen.</li> <li>- Problemstellungen in experimentelle Apparaturen umsetzen.</li> <li>- grundlegender physikalisch-chemischer Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen.</li> <li>- den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einschätzen und Versuchsdurchführungen entsprechend planen.</li> <li>- die eigenen Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.</li> </ul> <p>Durch die Zusammenarbeit im Labor haben die Studierenden die Fähigkeit erworben, sich im Team abzustimmen, voneinander zu lernen und Erfahrungen auszutauschen. Sie haben zudem gelernt, ihre eigenen Fähigkeiten einzuschätzen und weiterzuentwickeln.</p> |
| <b>Inhalt</b>                         | <p><b>Physikalisch-Chemisches Praktikum:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Thermodynamik:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kalorimetrie</li> <li>- Dampfdruck von Flüssigkeiten</li> <li>- Wärmekapazitäten von Gasen und Feststoffen</li> <li>- Zustandfunktionen</li> </ul> </li> <li><b>2. Grenzflächen und Kolloide:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adsorptionsisothermen</li> <li>- Grenzflächenspannung</li> <li>- Mizellbildung</li> <li>- Polymermassen</li> </ul> </li> <li><b>3. Elektrochemie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überführungszahlen</li> <li>- EMK</li> </ul> </li> <li><b>4. Chemische Kinetik:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kinetik 2. Ordnung</li> <li>- Arrhenius-Gesetz</li> <li>- Integrationsmethode</li> </ul> </li> </ol>   |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <p><b>5. Struktur der Materie</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Elektronen-Schwingungsspektroskopie</li><li>- Molekulare Potenzialfunktionen</li></ul> <p><b>Seminar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Sicherheitsbelehrung</li><li>- Verhalten im Labor</li><li>- grundlegende Auswertemethoden</li><li>- Fehlerrechnung</li><li>- Praktikumsversuche</li></ul>   |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Videofilme.   |
| <b>Literatur</b>    | <p>C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, Vieweg+Teubner, 4. Auflage, 2010.</p> <p>P. W. Atkins, J. de Paula, J. J. Keeler, Physikalische Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2021.</p> <p>G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012.</p> <p>W. Gottwald, W. Puff, A. Stieglitz, Physikalisch-chemisches Praktikum, 3. Auflage, Wiley-VCH, 1997.</p> <p>Praktikumsskripte</p> |

|   |  |   |                     |   |                    |                     |
|---|--|---|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |  | <b>Methoden der Strukturaufklärung im Festkörper (AC) und in Lösung (OC)</b>  |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |  | MMAO  |                     |   |                    |                     |
| <b>Modulniveau</b>                          |  | Vertiefungsveranstaltung  |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im SoSe           | <b>Dauer</b><br>1 Semester   | <b>Studiensemester</b><br>4   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chem. Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |  |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>   | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Methoden der Strukturaufklärung im Festkörper (AC) und in Lösung (OC)          | V   | 2                   | 2   | 30 h               | 30 h                |
| 2   | Übung zu Methoden der Strukturaufklärung im Festkörper (AC) und in Lösung (OC) | Ü   | 2                   | 2   | 30 h               | 30 h                |
| <b>Summe</b>                                |  |   | <b>4</b>            | <b>4</b>  | <b>60 h</b>        | <b>60 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |  | PD Dr. U. Zachwieja   |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |  | PD Dr. U. Zachwieja (AC), Dr. Hiller (OC)   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |  | Deutsch   |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |  | Keine   |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |  | Erfolgreiche Teilnahme an den Vorlesungen der Mathematik und Physik sowie solide Grundkenntnisse in Anorganischer und Organischer Chemie.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |  | Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |  | <p>Im ersten Teil des Moduls erwerben Studierende grundlegende Kenntnisse über den Aufbau und die Symmetrie von Festkörpern und grundlegendes Verständnis der Strukturbestimmung und den Eigenschaften von Festkörpern.</p> <p>Im zweiten Teil des Moduls MMAO erhalten die Studierenden grundlegende Kenntnisse über die Strukturaufklärung in Lösung mittels moderner NMR-spektroskopischer Methoden unter Zuhilfenahme weiterer Analysemethoden (IR-, UV-Spektroskopie, Massenspektrometrie und Flüssigchromatographie).</p> |                     |   |                    |                     |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b></p> | <p>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den grundlegenden apparativen Aufbau der Analysengeräte zu beschreiben und die Bedeutung messtechnischer Schlüsselemente zu erläutern.</li> <li>- die Methodik der Verarbeitung von gewonnen Rohdaten anzuwenden.</li> <li>- die erhaltenen Analysenergebnisse im Festkörper und in Lösung für eine Substanz zu kombinieren und Rückschlüsse auf strukturelle Eigenarten zu ziehen.</li> </ul> <p>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden bezüglich <u>der Strukturaufklärung im Festkörper</u> in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Röntgen- und Neutronenpulverdiagramme zu indizieren.</li> <li>- Zellparameter kristalliner Festkörper aus Beugungsdiagrammen zu ermitteln.</li> <li>- Symmetrie von Kristallen aus Beugungsbildern zu erkennen.</li> <li>- Bindungsabstände in Kristallen und die Intensitäten für Röntgen- und Neutronenbeugungsdiagramme zu berechnen.</li> </ul> <p>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden bezüglich <u>der Strukturaufklärung in Lösung</u> in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kenntnis über die grundlegenden Parameter der NMR-Spektroskopie (chem. Verschiebung, Intensitäten, Kopplungskonstanten, Relaxationszeiten) zu haben und ihre Bedeutung bezüglich der strukturellen Eigenschaften der untersuchten Substanz zu erläutern.</li> <li>- aus gegebenen NMR-Spektren – ggf. unter Kombination weiterer Methoden (IR, UV, MS) – sinnvolle Strukturvorschläge für die untersuchte Substanz zu machen.</li> <li>- aus einer gegebenen Strukturformel die entsprechenden NMR-Spektren abzuleiten.</li> <li>- fortgeschrittene Methoden der modernen NMR-Analytik zu kennen und gemäß der Problemstellung auswählen zu können.</li> </ul> <p>Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ihr erworbenes theoretisches Wissen zur selbstständigen Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen verwenden.</li> <li>- verantwortungsbewusst unter Berücksichtigung der gesetzlichen Bestimmungen beim Umgang mit Röntgen- und Neutronenstrahlung handeln.</li> <li>- analytischen Methoden für die Lösung chemischer Fragestellungen, die auf Grundlagen von Physik und Mathematik basieren, nutzen.</li> </ul> |
| <p><b>Inhalt:</b></p>                        | <p><b>Strukturaufklärung im Festkörper:</b></p>  |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>Grundlagen der Röntgenbeugung an Pulvern und Einkristallen</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Erzeugung und Eigenschaften von Röntgenstrahlen<ul style="list-style-type: none"><li>- Aufbau einer Röntgenröhre</li><li>- Filterung von Röntgenstrahlung durch Absorption</li><li>- Monochromatisierung von Röntgenstrahlung durch Beugung an Monochromatoren</li></ul></li><br/><li>2. Kristallographische Grundbegriffe<ul style="list-style-type: none"><li>- Translative Symmetrieeigenschaften kristalliner Festkörper und Unterschiede zwischen amorphen Stoffen / Gläsern und Kristallen</li><li>- Die Elementarzelle, Zellparameter, allgemeine und spezielle Punktgruppen</li><li>- Die sieben Kristallsysteme</li><li>- Mögliche Punktsymmetrieelemente kristalliner Festkörper: Die 32 Kristallklassen</li><li>- Translative Symmetrieelemente kristalliner Festkörper: Die 14 Bravaisgitter</li><li>- Kristallographische Symmetrieelemente mit Translations- und Punktsymmetrie: Gleitspiegelebenen und Schraubenachsen</li><li>- Alle Kombinationen aus Translationssymmetrie und erlaubter Punktsymmetrie: Die 230 kristallographischen Raumgruppen</li><li>- Richtungsindizes und Flächenindizes (Millersche Indizes)</li></ul></li><br/><li>3. Beugungsbilder von Einkristallen und kristallinen Pulvern: Struktur- bzw. symmetrieabhängige Modulationen durch konstruktive bzw. destruktive Interferenz, Symmetrieinformationen<ul style="list-style-type: none"><li>- Die Lage (Beugungswinkel) der Reflexe: Die Bragg-Gleichung</li><li>- Indizierung von Pulveraufnahmen und Berechnung von Zellparametern</li><li>- Intensitäten der Reflexe, Strukturamplituden und Streufaktoren</li></ul></li><br/><li>4. Übungen mit dem Programm Poudrix</li><br/><li>5. Optimierung (Entwicklung) der Diffraktionstechnik (Auflösung und Intensität)<ul style="list-style-type: none"><li>- Einkristall- und Pulverdiffraktometer</li><li>- Möglichkeiten zur Verbesserung der Primärstrahlintensität</li><li>- Detektion von Röntgenstrahlung</li></ul></li><br/><li>6. Gang einer Einkristallstrukturanalyse (Berechnungen mit dem Programm Shelx)</li></ol> |
|--|--|

### Grundlagen der Neutronenstreuung

1. Erzeugung von Neutronen
  - Durch Kernzerfall (Reaktor)
  - Durch Spallation
2. Eigenschaften des Neutrons
  - Neutronen-Streufaktoren
  - Elastische und inelastische Streuung von Neutronen
3. Berechnungen mit dem Programm Poudrix (Intensitäten und Formen der Reflexe)
4. Anwendungsbeispiele der Neutronenbeugung
  - Untersuchung von Dynamik und Wasserstoffbrückenbindungen im Festkörper
  - Untersuchung von Magnetstrukturen

### Strukturaufklärung in Lösung

1. Allgemein
  - Grundlagen der NMR-Spektroskopie
  - $^1\text{H}$ - und  $^{13}\text{C}$ -NMR, ein- und zweidimensionale NMR-Verfahren
  - chemische Verschiebung
  - Integration, Kernspinkopplung
  - NMR und Strukturaufklärung
  - Infrarotspektroskopie und Struktur
  - Grundlagen der Massenspektroskopie, HPLC
2. NMR-Spektroskopie
  - Grundlagen der NMR (stationäres Magnetfeld, hochfrequentes Magnetfeld, Kernspin, Dipolmoment, Energie, Resonanzbedingung, Signal der freien Induktion)
  - Vektormodell, Operatormodell
  - Chemische Verschiebung
  - Signalintensität
  - Direkte und indirekte Kopplung
3.  $^1\text{H}$ -NMR:
  - allgemeine Klassifizierung der chem. Verschiebungen
  - Lösungsmittel
  - Alkane, Alkene, Alkine, Aromate Aldehyde, Amine, Säuren
  - Berechnung von chem. Verschiebungen mittels Additivitätsregeln (Alkane, Alkene, Aromaten)
  - Skalare Kopplungskonstanten für Alkane, Alkene, Aromaten und deren Derivate

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einflüsse auf chemische Verschiebungen und Kopplungskonstanten</li> <li>- Doppelresonanzverfahren: Kernoverhauserereffekt (NOE), Homo- und Heteronukleare Kopplungen zu Protonen</li> </ul> <p>4. <sup>13</sup>C-NMR:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- allgemeine Klassifizierung der chem. Verschiebungen</li> <li>- Lösungsmittel</li> <li>- Alkane, Alkene, Alkine, Aromaten, Aldehyde, Amine, Säuren</li> <li>- Berechnung von chem. Verschiebungen mittels Additivitätsregeln (Alkane, Alkene, Aromaten)</li> <li>- Skalare Kopplungskonstanten für Alkane, Alkene, Aromaten und deren Derivate</li> <li>- Einflüsse auf chemische Verschiebungen und Kopplungskonstanten</li> <li>- Qualitative und quantitative <sup>13</sup>C-Messungen</li> <li>- APT, DEPT, INEPT zur Identifizierung von Kohlenstoff-Multiplizitäten</li> <li>- INADEQUATE zur Identifizierung von Kohlenstoffgerüsten</li> <li>- Zweidimensionale NMR: Grundlagen (Absolutwert- und phasenempfindliche Verfahren, homonukleare und heteronukleare Techniken)</li> <li>- COSY, J-Resolved, HMQC, HSQC, HMBC zur umfangreichen und uneindeutigen Strukturzuordnung</li> <li>- Selektive Anregung als Vergleich zur zweidimensionalen NMR</li> </ul> <p><b>Sonstige Methoden:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. grundlegende Zusammenhänge von Infrarotspektroskopie und Struktur,</li> <li>2. Grundlagen der Massenspektrometrie,</li> <li>3. UV-VIS-Spektroskopie und HPLC</li> </ol> |
| <b>Medienformen</b> | Powerpoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien, Anschauungsmaterial: Röntgenfilme, Röntgenkameras, Röntgenröhren, Goniometerköpfe, Kristalle. Führung durch das NMR-Labor.  |
| <b>Literatur</b>    | <p>Strukturbestimmung im Festkörper:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Harald Krishna, Einführung in die Röntgenfeinstrukturanalyse, Vieweg 1990</li> <li>- International Tables for Crystallography Volume A1, Springer Netherlands 2004.</li> </ul> <p>Strukturbestimmung in Lösung:</p>   |

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Horst Friebolin, Ein- und Zweidimensionale NMR-Spektroskopie, Wiley-VCH, 1998</li><li>- T.Claridge, High-Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry, Pergamon, 1999</li><li>- S.Berger, S.Braun, 200 and more NMR Experiments, Wiley-VCH, 2004,</li><li>- Adolf Zschunke, Kernmagnetische Resonanzspektroskopie in der organ. Chemie, Akademie-Verlag, 1971</li><li>- H.Budzikiewicz, M.Schäfer, Massenspektrometrie, Wiley-VCH, 2005,</li><li>- W.Lehmann, Massenspektrometrie in der Biochemie, Spektrum Akademischer Verlag, 1996</li><li>- K.Kaltenböck, Chromatographie für Einsteiger, Wiley-VCH, 2008</li><li>- S.Lindsay, Einführung in die HPLC, Vieweg, 1996,</li><li>- G.Eppert, Flüssigchromatographie, Vieweg, 1996</li><li>- Buddrus, Grundlagen der Organ. Chemie, de Gruyter, 2003</li></ul> |
|--|--|

|   |                                |  |                     |   |                    |                     |
|---|--------------------------------|--|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                | <b>Statistische Methoden</b>   |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                | MSM  |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>Jährlich im<br>WiSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester     | <b>Studiensemester</b><br>5  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chem. Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                |  |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>       | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Statistische Methoden          | V  | 3                   | 2   | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übung zu Statistische Methoden | Ü  | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                |  | <b>4</b>            | <b>3</b>  | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                | N.N.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                | N.N.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                | Deutsch  |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                | Keine  |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                | Mathematikvorlesungen MMA und MMb, Biochemie und Molekularbiologie (MBCa)  |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                | Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung<br>Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben.<br>Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                | Die Studierenden erwerben Kenntnisse der statistischen Grundlagen und Zusammenhänge aus dem aufstrebenden Feld „Data Science“. Sie erlernen analytisches Denken und stringentes Vorgehen bei der Analyse von Daten aus dem Bereich der Chemie und Chemischen Biologie.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                | Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage,<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- eigenständig chemische Daten zu prozessieren, zu analysieren und zu interpretieren.</li> <li>- wesentliche Konzepte der grafischen Darstellung von Daten zu erklären und anwenden zu können.</li> <li>- angemessene Kennzahlen und Verfahren zur Charakterisierung von empirischen Daten auszuwählen und berechnen zu können.</li> </ul> |                     |   |                    |                     |

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Inhalt</b>       | <p>In der Chemie und Chemischen Biologie werden immer mehr Daten erhoben und stehen zur Verfügung. Zu einer Beurteilung dieser Daten braucht es solide Kenntnisse in Statistik. Hierzu werden in der Vorlesung die statistischen Grundlagen vermittelt. In der Übung werden diese statistischen Grundlagen auf Fragestellungen aus der Chemie und Chemischen Biologie angewendet.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundbegriffe der Statistik und Stochastik <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zufall</li> <li>- Merkmale</li> <li>- Häufigkeit</li> <li>- Wahrscheinlichkeit</li> </ul> </li> <li>2. Grafische und algebraische Methoden zur Beschreibung eines Merkmals wie <ul style="list-style-type: none"> <li>- Histogramm</li> <li>- empirische Verteilungsfunktion</li> <li>- Lage- und Streuungsmaße</li> <li>- Box-Plots</li> <li>- Zeitreihendarstellung</li> </ul> </li> <li>3. Verfahren zur Analyse von zwei Merkmalen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontingenztafeln</li> <li>- Streudiagramme</li> </ul> </li> <li>4. Zusammenhangsmaße <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontingenz- und Korrelationskoeffizienten</li> </ul> </li> <li>5. einfache lineare Regression</li> </ol> |
| <b>Medienformen</b> | <p>Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend), „Jupyter Notebooks“</p> <p>Ein eigener Laptop wird für die Übung empfohlen. Wenn möglich, können sich Studierende einen Laptop teilen.</p>   |
| <b>Literatur</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://ipython.readthedocs.io">https://ipython.readthedocs.io</a></li> <li>2. <a href="https://jupyterlab.readthedocs.io/">https://jupyterlab.readthedocs.io/</a></li> <li>3. <a href="http://www.rdkit.org/docs/index.html">http://www.rdkit.org/docs/index.html</a></li> <li>4. Heddrich, Sachs, Angewandte Statistik, 17. Auflage, Springer (als e-Book im TUDO VPN verfügbar)</li> </ol>   |

|   |  |  |                     |   |                    |                      |
|---|--|--|---------------------|---|--------------------|----------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |  | <b>Biochemie und Molekularbiologie</b>   |                     |   |                    |                      |
| <b>Kürzel</b>                               |  | MBCa   |                     |   |                    |                      |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>WiSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester               | <b>Studiensemester</b><br>5  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                      |
| <b>Modulstruktur</b>                        |  |  |                     |   |                    |                      |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                 | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigen-Studium</b> |
| 1   | Biochemie und Molekularbiologie          | V  | 3                   | 2   | 30 h               | 60 h                 |
| 2   | Übung zu Biochemie und Molekularbiologie | Ü  | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                 |
| <b>Summe</b>                                |  |  | <b>4</b>            | <b>3</b>  | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>          |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |  | Prof. Dr. D. Rauh  |                     |   |                    |                      |
| <b>Dozent(in)</b>                           |  | Hochschullehrende der Chemischen Biologie (für das jeweilige Semester siehe Aushang der Chemischen Biologie)   |                     |   |                    |                      |
| <b>Sprache</b>                              |  | Deutsch  |                     |   |                    |                      |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |  | Keine  |                     |   |                    |                      |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |  | Solide Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie und der Organischen Chemie  |                     |   |                    |                      |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |  | Modulprüfung: Klausur gegen Ende der vorlesungsfreien Zeit im Wintersemester mit Wiederholungsmöglichkeit gegen Anfang der vorlesungsfreien Zeit im Sommersemester.  |                     |   |                    |                      |
| <b>Lernziele</b>                            |  | Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der allgemeinen Prinzipien und Methoden der Biochemie und Molekularbiologie sowie die sichere Anwendung dieser Kenntnisse auf neue Problemstellungen.  |                     |   |                    |                      |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |  | <p>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bedeutung und Eigenschaften der biochemischen Stoffklassen für lebende Systeme einordnen und erklären.</li> <li>- Zusammenhänge biochemischer Reaktionen erkennen und deren Gemeinsamkeiten und Unterschiede analysieren.</li> </ul> |                     |   |                    |                      |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- vermitteltes theoretisches Wissen verallgemeinern und Lösungsstrategien für praktische Problemstellungen entwickeln.</li> <li>- erworbenes Wissen über biochemische/molekularbiologische Methoden eigenständig auf neue Fragen anwenden.</li> <li>- Bedeutung der Biochemie und Molekularbiologie bzgl. der Themenfelder Biotechnologie und Biomedizin selbstständig bewerten.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biomoleküle <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wasser, Aminosäuren, Peptide, Proteine</li> <li>- Faltung von Proteinen, dreidimensionale Struktur, Hämoglobin</li> <li>- Zucker und Polysaccharide, Lipide und Lipidmembranen</li> <li>- Nukleinsäuren (DNA, RNA)</li> </ul> </li> <li>2. Mechanismus der Enzymwirkung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enzyme</li> <li>- Enzymatische Katalyse</li> </ul> </li> <li>3. Fluss der genetischen Information <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Replikation</li> <li>- Transkription, Translation</li> <li>- Proteintransport und posttranslationale Modifikationen</li> <li>- Klonierung</li> <li>- Heterologe Proteinexpression</li> <li>- Viren und Phagen</li> </ul> </li> <li>4. Arbeitsmethoden <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufreinigung von Nukleinsäuren und Proteinen;</li> <li>- Spektroskopie von Biomolekülen</li> <li>- Chromatographie und Elektrophorese</li> <li>- Nukleinsäure- und Proteinanalytik</li> <li>- Gentechnische Methoden</li> <li>- Sequenzierungstechniken</li> <li>- Antikörpervielfalt und monoklonale Antikörper</li> </ul> </li> </ol> |
| <b>Medienformen</b> | Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)<br>Tafelbilder, Folien   |
| <b>Literatur</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- B. Alberts et al. (2003) Molekularbiologie der Zelle, Wiley-VCH.</li> <li>- J. M. Berg, L. Stryer, J. L. Tomyczko (2007) Biochemie, Spektrum Akademischer Verlag.</li> </ul>  |

|   |                                      |   |                      |  |                    |                     |
|---|--------------------------------------|---|----------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                      | Biochemie-Praktikum   |                      |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                      | MBC1P   |                      |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>Jährlich                   | <b>Dauer</b><br>2 Semester           | <b>Studiensemester</b><br>3 und 4   | <b>Credits</b><br>11 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chem. Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                      |   |                      |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>             | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>            | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Biochemie-Praktikum, Teil 1          | P   | 4                    | 5  | 75 h               | 45 h                |
| 2   | Seminar zum Biochemie-Prakt., Teil 1 | S   | 2                    | 2  | 30 h               | 30 h                |
| 3   | Biochemie Praktikum, Teil 2          | P   | 4                    | 5  | 75 h               | 45 h                |
| 4   | Seminar zum Biochemie-Prakt., Teil 2 | S   | 1                    | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                      |   | 11                   | 13   | <b>195 h</b>       | <b>135 h</b>        |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                      | Prof. Dr. Daniel Rauh, Prof. Dr. Susanne Brakmann   |                      |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                      | Wissenschaftl. Mitarbeiter/innen  |                      |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                      | Deutsch   |                      |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                      | Erfolgreich abgeschlossene Module MTO, MAC1P und MBCa   |                      |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                      | Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie, der Organischen Chemie und der Mikrobiologie   |                      |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                      | <p><u>Teilleistung „Vortrag“</u>: Benoteter Vortrag im Seminar zum Praktikum, Versuchsdurchführung und benotete Protokolle (50 %)</p> <p><u>Teilleistung „Prüfung“</u>: Benotete mündliche Abschlussprüfung (50 %).</p> <p>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.</p> <p>Für Seminar und Praktikum besteht Anwesenheitspflicht:</p> <p>(a) Begründung Seminar:</p> <p>1. Jede(r) Studierende hält einen Vortrag mit anschließender Diskussion; diese Einheit wird benotet. Da die Themen</p> |                      |  |                    |                     |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | <p>direkt aufeinander aufbauen, führen Fehlzeiten unmittelbar zu Kenntnisdefiziten und einer damit uneinheitlichen und verschlechterten Diskussionsgrundlage.</p> <p>2. Ein Lernziel des Seminars ist das Halten von Vorträgen vor Publikum. Wenn die Größe des Publikums nicht konstant und schlecht kalkulierbar ist, sind die Rahmenbedingungen nicht für alle Studierenden gleich.</p> <p>3. Im Seminar werden sicherheitsrelevante Themen zum Praktikum vermittelt (gemäß Gentechnik- Sicherheitsverordnung, GenTSV).</p> <p>(b) Begründung Praktikum: Die Durchführung der Versuche erfordert</p> <p>1. ein nach der Gentechnik-Sicherheitsverordnung (GenTSV) zugelassenes Labor der Sicherheitsstufe S1, das der zuständigen Aufsichtsbehörde durch Anmeldung bekannt ist und von dieser Behörde regelmäßig kontrolliert wird,</p> <p>2. die Nutzung spezieller Geräte für die Bioanalytik, deren Bedienung in diesem Praktikum erlernt werden soll.</p> <p>Maximal tolerierbare Fehlzeiten: 2 Arbeitstage, ausschließlich mit Attest. Da die in diesem Praktikum vorgesehenen Versuche zu 100 % durchgeführt werden müssen, kann nur in diesem begrenzten Rahmen Gelegenheit zur Nachbearbeitung gegeben werden.</p> |
| <b>Lernziele</b>                      | Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der allgemeinen Prinzipien und Methoden der Biochemie sowie der molekularbiologischen Grundlagen und der sicheren Anwendung dieser Kenntnisse.  |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bedeutung der Biochemie und Molekularbiologie bzgl. der Themenfelder Biotechnologie und Biomedizin beschreiben zu können.</li> <li>- wesentliche theoretische Kenntnisse biochemischer/molekularbiologischer Reaktionen und Methoden zu erläutern.</li> <li>- in einem Labor mit anderen konstruktiv und verantwortungsbewusst, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), zusammenzuarbeiten.</li> </ul>  |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- erworbene Kenntnisse bei der Problemlösung sicher anzuwenden und nachvollziehbar schriftlich zu dokumentieren.</li> <li>- den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einzuschätzen und Versuchsdurchführungen entsprechend zu planen.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>       | <p>Teil 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biochemische Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chromatographische Verfahren</li> <li>- Gel-Elektrophorese</li> <li>- Zentrifugation</li> <li>- Western Blot</li> </ul> </li> <li>2. Absorptions- und Fluoreszenzspektroskopie</li> <li>3. Isolierung und Analyse von Biomolekülen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteinreinigung</li> </ul> </li> </ol> <p>Teil 2:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Funktionelle Charakterisierung von Enzymen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enzymkatalyse</li> <li>- Aktivitätstest</li> <li>- Auswertung von enzymatischen Reaktionen</li> <li>- Michaelis-Menten-Kinetik</li> <li>- Inhibitionstests</li> </ul> </li> <li>5. Heterologe Proteinexpression: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anzucht</li> <li>- Induktion</li> <li>- Kultivierung bakterieller Produktionsstämme</li> <li>- Aufreinigung eines 6xHistidin-markierten Proteins</li> <li>- Solubilisierungs- bzw. Rückfaltungsversuche</li> <li>- Absorptionsspektrum</li> </ul> </li> <li>6. Genomanalyse/PCR: <ul style="list-style-type: none"> <li>- DNA-Analyse aus Mundschleimhaut</li> <li>- Primerdesign</li> <li>- PCR</li> <li>- Agarose-Gelelektrophorese</li> </ul> </li> </ol> |
| <b>Medienformen</b> | Praktikums-Skript, Powerpoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien   |
| <b>Literatur</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Alberts et al., Molekularbiologie der Zelle, Wiley-VCH.</li> <li>• J. M. Berg, L. Stryer, J. L. Tomyczko, Biochemie, Spektrum Akademischer Verlag.</li> </ul>   |

|   |                                 |  |                     |  |                    |                     |
|---|---------------------------------|--|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                 | <b>Biochemie Stoffwechsel</b>  |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                 | MBCb   |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>SoSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester      | <b>Studiensemester</b><br>4  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                 |  |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>        | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Biochemie Stoffwechsel          | V  | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übung zu Biochemie Stoffwechsel | Ü  | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                 |  | <b>4</b>            | <b>3</b>   | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                 | Prof. Dr. D. Rauh  |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                 | Hochschullehrende der Chemischen Biologie (Für das jeweilige Semester siehe Aushang der Chemischen Biologie)   |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                 | Deutsch  |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                 | Keine  |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                 | Solide Grundlagenkenntnisse der Allgemeinen und Anorganischen Chemie, der Organischen Chemie, der Mikrobiologie und der Biochemie/Molekularbiologie  |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                 | Modulprüfung: Klausur gegen Ende der vorlesungsfreien Zeit im Sommersemester mit Wiederholungsmöglichkeit gegen Anfang der vorlesungsfreien Zeit im Wintersemester.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                 | Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse der allgemeinen Prinzipien und Methoden des Stoffwechsels in einer Zelle und können diese sicher anwenden.   |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                 | <p>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende Stoffwechselwege zum Abbau von Nahrungsbestandteilen und zum Wiederaufbau körpereigener Substanzen erklären.</li> <li>- Wege zur Gewinnung und Zwischenspeicherung von Energie und zur Steuerung des Stoffwechsels durch Enzyme und Hormone beschreiben.</li> </ul> |                     |  |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- wesentliche biochemische Methoden zur Untersuchung des Stoffwechsels erläutern und problemorientiert auswählen.</li> <li>- die Stoffwechsel-Biochemie in ihrer Bedeutung zu den Themenfeldern Biotechnologie und Biomedizin richtig einordnen.</li> <li>- vermitteltes theoretisches Wissen verallgemeinern und Lösungsstrategien für praktische Problemstellungen entwickeln.</li> <li>- erworbenes Wissen über biochemische Methoden eigenständig auf neue Fragen anwenden.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Glykolyse</li> <li>2. Zitronensäurezyklus</li> <li>3. Gluconeogenese und Glykogenstoffwechsel</li> <li>4. Elektronentransport und oxidative Phosphorylierung</li> <li>5. Fettsäuremetabolismus</li> <li>6. Biosynthese von Lipiden</li> <li>7. Photosynthese</li> <li>8. Calvinzyklus und Pentosephosphatweg</li> <li>9. Aminosäuresynthese und -abbau</li> <li>10. Biosynthese und Metabolismus von Nukleotiden</li> <li>11. Biosynthese der Makromoleküle: vertiefende Darstellung von Replikation, Transkription, Translation</li> <li>12. Proteintransport</li> </ol> |
| <b>Medienformen</b> | Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)<br>Tafelbilder, Folien  |
| <b>Literatur</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. B. Alberts et al. (2003) Molekularbiologie der Zelle, Wiley-VCH.</li> <li>2. J. M. Berg, L. Stryer, J. L. Tomyczko (2007) Biochemie, Spektrum Akademischer Verlag.</li> </ol>   |

|   |                                 |  |                     |  |                    |                     |
|---|---------------------------------|--|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                 | <b>Synthetische Biologie 1</b>   |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                 | MSB  |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>SoSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester      | <b>Studiensemester</b><br>4  | <b>Credits</b><br>8 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                 |  |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>        | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Synthetische Biologie I         | V  | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Synthetische Biologie I Übung   | Ü  | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| 3   | Praktikum Synthetische Biologie | P  | 4                   | 6  | 90 h               | 30 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                 |  | <b>8</b>            | <b>9</b>   | <b>135 h</b>       | <b>105 h</b>        |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                 | Prof. Dr. H. Mutschler, Prof. Dr. Markus Nett (1. Teil<br>Praktikum)   |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                 | Prof. Dr. H. Mutschler, Prof. Dr. Markus Nett  |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                 | Deutsch  |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                 | Voraussetzung für das Praktikum: Erfolgreicher Abschluss der Module MTO und MAC1P  |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                 | <u>Vorlesung:</u> Biochemie und Molekularbiologie<br><u>Praktikum:</u> Beherrschung des Stoffes der Vorlesung Synthetische Biologie 1  |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                 | Teilleistung 1 (50%): Klausur zur Vorlesung<br>Teilleistung 2 (50%): Versuchsprotokolle;<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.<br>Im Seminar werden zu Beginn sicherheitsrelevante Themen zum Praktikum vermittelt (gemäß Gentechnik-Sicherheitsverordnung, GenTSV), da die Durchführung in einem nach der Gentechnik-Sicherheitsverordnung (GenTSV) zugelassenes Labor der Sicherheitsstufe S1 erfolgt, dass der zuständigen Aufsichtsbehörde durch Anmeldung bekannt ist und von dieser Behörde regelmäßig kontrolliert wird. |                     |  |                    |                     |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Studienziele</b>                   | <p><u>Vorlesung:</u></p> <p>Die Studierenden erwerben solide Grundkenntnisse in die Methoden und Anwendungsgebiete der Synthetischen Biologie und relevanter Aspekte der Mikrobiologie, sowie der Biologie prokaryotischer Zellen und ihrer Verwendung in der Synthetischen Biologie.</p> <p><u>Praktikum:</u></p> <p>Die Studierenden erlangen solide praktische Grundkenntnisse mikrobiologischen Arbeitens und der mikrobiologischen Molekularbiologie, z. B. der DNA-Assemblierung und des Genome Editing und können die erworbenen Kenntnisse selbstständig praktisch anwenden.</p>   |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <p><u>Vorlesung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragestellungen, Methoden und Anwendungen der Synthetischen Biologie zu erläutern.</li> <li>- mikrobiologische Grundlagen zu beschreiben und die Verwendung mikrobiologischer Systeme im Kontext der Synthetischen Biologie darlegen zu können.</li> <li>- wesentliche Methoden zur Genom-Editierung und DNA-Assemblierung zu erklären und die damit verbundenen Möglichkeiten einordnen zu können.</li> <li>- Herangehensweisen beim Design und der Erzeugung artifizieller Biosysteme zu beschreiben und ihr Potential beispielsweise in der molekularen Diagnostik erkennen zu können.</li> </ul> <p><u>Praktikum:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den grundlegenden Aufbau und Stoffwechsel von Mikroorganismen zu beschreiben.</li> <li>- grundlegenden Methoden des sterilen Arbeitens zu beherrschen.</li> <li>- mit bakteriellen Laborstämmen und Phagen sicher umzugehen und sie zu vermehren / quantifizieren.</li> <li>- biochemische Erzeugung und Vervielfältigung von DNA und RNA zu erläutern.</li> <li>- eine restriktionsenzymfreie Erzeugung maßgeschneiderter DNA-Konstrukte durchzuführen und die generelle Architektur rekombinanter Konstrukte erklären zu können.</li> <li>- grundlegende Funktionsweise von Genetic Editing anhand einfacher bakterieller Modellexperimente darlegen zu können.</li> <li>- erworbenes theoretisches Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen der synthetischen</li> </ul> |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <p>Biologie anzuwenden und nachvollziehbar schriftlich dokumentieren zu können.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in einem Labor mit anderen konstruktiv und verantwortungsbewusst, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), zusammenzuarbeiten.</li> <li>- den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einschätzen und Versuchsdurchführungen entsprechend planen.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>       | <p><u>Vorlesung:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in die Fragestellungen und Anwendungen der Synthetischen Biologie;</li> <li>2. Elementare und molekulare Zusammensetzung von Zellen (Fokus Bakterien), <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zellaufbau</li> <li>- zentrale Stoffwechselwege</li> <li>- Wachstum und Vermehrung</li> <li>- Genetik</li> <li>- Phagen</li> </ul> </li> <li>3. Klassische und moderne Methoden der DNA-Assemblierung</li> <li>4. Genome Editing</li> <li>5. Kultivierung und Produktion von Zielstoffen durch Mikroben, <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reporter- und Genexpressionssysteme</li> <li>- Standardisierung von biologischen Teilen</li> <li>- Design maßgeschneiderter Stoffwechselwege</li> </ul> </li> <li>6. Einführung zellfreie Systeme</li> <li>7. Artifiziieller Zellen / Kompartimente</li> <li>8. Phagentherapie</li> </ol> <p><u>Praktikum</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Steriles Arbeiten</li> <li>2. Grundlegende Kultivierung von Mikroorganismen, Selektionsmarker, Quantifizierung</li> <li>3. Erzeugung kompetenter Bakterien</li> <li>4. Transformation von DNA-Konstrukten</li> <li>5. Isolation und Quantifizierung von Plasmid-DNA, genspezifische Amplifikation, analytischer Restriktionsverdau</li> <li>6. Methoden der DNA-Assemblierung / des Gen. Editing</li> <li>7. In-vitro-Transkription und Aufreinigung von RNA.</li> <li>8. Zellfreie Proteinsynthese</li> <li>9. Erzeugung von zellähnlichen Kompartimenten</li> </ol> |
| <b>Medienformen</b> | Powerpoint-Präsentationen, Online-Skript für Synthetische Biologie.   |
| <b>Literatur</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fuchs, G. (2007) Allgemeine Mikrobiologie. 8. Auflage. Thieme-Verlag</li> <li>2. Schmid RD, (2016) Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik, Wiley</li> <li>3. A Puehler, B Müller-Röber (2011) Synthetische Biologie. Springer Verlag</li> </ol>   |

|  |  |
|--|--|
|  | <ol style="list-style-type: none"><li>4. Fuchs, G. (2007) Allgemeine Mikrobiologie. 8. Auflage. Thieme-Verlag</li><li>5. Steinbüchel A., Oppermann-Sanio F.B. (2003) Mikrobiologisches Praktikum. Springer Verlag.</li><li>6. Mülhart C., Der Experimentator Molekularbiologie / Genomics (2013). Springer Verlag</li><li>7. Reinard T., Molekularbiologische Methoden 2.0 (2021) Ulmer Verlag</li></ol> |
|--|--|

|   |                                    |  |                     |  |                    |                      |
|---|------------------------------------|--|---------------------|--|--------------------|----------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                    | <b>Molekulare Zellbiologie</b>   |                     |  |                    |                      |
| <b>Kürzel</b>                               |                                    | MZB  |                     |  |                    |                      |
| <b>Modulniveau</b>                          |                                    | Grundlagenveranstaltung  |                     |  |                    |                      |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>WiSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester         | <b>Studiensemester</b><br>5  | <b>Credits</b><br>8 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                      |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                    |  |                     |  |                    |                      |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>           | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigen-Studium</b> |
| 1   | Molekulare Zellbiologie            | V  | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                 |
| 2   | Übung zur Molekularen Zellbiologie | Ü  | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                 |
| 3   | Zellbiologisches Praktikum         | P  | 3                   | 4  | 60 h               | 30 h                 |
| 4   | Seminar zum Zellbiol. Praktikum    | S  | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                 |
| <b>Summe</b>                                |                                    |  | <b>8</b>            | <b>8</b>   | <b>120 h</b>       | <b>120 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                    | Prof. Dr. P. Bastiaens   |                     |  |                    |                      |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                    | Prof. Dr. P. Bastiaens, Dr. P. Bieling, Dr. L. Dehmelt, Dr. M. Schmick, Dr. C. Schröter  |                     |  |                    |                      |
| <b>Sprache</b>                              |                                    | Deutsch  |                     |  |                    |                      |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                    | Praktikum: vorherige erfolgreiche Teilnahme an den Modulen MTO, MAC1P, MBC1P.<br>Zulassungsvoraussetzung zur schriftlichen Modulabschlussprüfung MZB: erfolgreiche Teilnahme am zugehörigen Praktikum.   |                     |  |                    |                      |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                    | Für das Praktikum:<br>Besuch der Vorlesung und Übungen Molekulare Zellbiologie   |                     |  |                    |                      |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                    | Studienleistung: Eine erfolgreiche Teilnahme am Zellbiologischen Praktikum ist die Eingangsvoraussetzung für die Abschlussklausur zum Ende des Moduls.<br>Modulprüfung: Klausur, mit Fragen hauptsächlich aus der Vorlesung, zum Teil auch aus dem Praktikum Molekulare Zellbiologie.<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. |                     |  |                    |                      |
| <b>Lernziele</b>                            |                                    | Die Studierenden entwickeln ein grundlegendes Verständnis von Aufbau, Dynamik und Funktionsweise von (tierischen)  |                     |  |                    |                      |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>Zellen. Essenziell ist hierbei die Verbindung von Protein-Dynamik und -Interaktion bei Zellmotilität, Zellteilung, Signalprozessen und der Ausbildung von multizellulären Strukturen. Hierbei wird motiviert, wie Mutationen und aberrante Signalprozesse zur Entstehung von Krebs führen. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Durchführung und Interpretation grundlegender zellbiologischer Versuche.</p>   |
| <p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b></p> | <p>Durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- multi-disziplinären Ansätze der modernen Zellbiologie zu erläutern und die komplexen Vorgänge in lebenden Systemen zu verstehen.</li> <li>- den Aufbau und in die Funktionsweise von eukaryotischen Zellen, sowie aktuellen Techniken der Zellbiologie zu erklären und selbstständig praktisch anzuwenden.</li> <li>- zellbiologischen Techniken wie Mikroskopie, Molekularbiologie, Biochemie, Biophysik im Hinblick auf deren Möglichkeiten und Limitierungen kritisch zu bewerten.</li> <li>- erworbenes theoretisches Wissen zum selbstständigen Entwickeln geeigneter Strategien zur Lösung zellbiologischer Aufgabenstellungen anzuwenden.</li> <li>- im Modul vermitteltes Wissen verantwortungsbewusst unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz, Umweltschutz) im Labor zu verwenden und die Ergebnisse schriftlich nachvollziehbar zu dokumentieren.</li> <li>- bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul> |
| <p><b>Inhalt</b></p>                         | <p><u>Vorlesung und Übung:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kompartimente in eukaryotischen Zellen, ihre Dynamik und Identität</li> <li>2. Das Zytoskelett, Zell-Morphogenese und -Motilität</li> <li>3. Mechanismen und Regulation der Zellteilung</li> <li>4. Signaltransduktion und ihre Störung in Tumoren</li> <li>5. Zellen in Geweben und Organen, Differenzierung und Stammzellbiologie</li> </ol> <p><u>Praktikum und Seminar:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen der Mikroskopie Bildbearbeitung von Mikroskopie-Daten und Fluoreszenz; Erstellen von Dauerpräparaten, Fluoreszenz-Mikroskopie von Zellkompartimenten</li> <li>2. Stimulierung und Pharmakologische Manipulation von lebenden chimären Säugerzellen (GMO) zur Untersuchung von:       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Dynamik des Zytoskeletts</li> <li>b. Quantitative Analyse des Zellzyklus</li> </ol> </li> </ol>   |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"><li>c. Vesikulärer Transport zwischen Zellkompartimenten und Aktivität des EGF-Rezeptors</li><li>d. Zell-Zell-Interaktionen und Zellverbände</li></ul> |
| <b>Medienformen</b> | Powerpoint-Präsentation; über Moodle: Skripte, Übungszettel, Protokolle und begleitende Literatur als pdf  |
| <b>Literatur</b>    | Alberts et al: Molekularbiologie der Zelle, ausgewiesene Originalliteratur   |

|   |                                 |   |                      |  |                    |                     |
|---|---------------------------------|---|----------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                 | <b>Bioorganische Chemie 1</b>   |                      |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                 | MBOC  |                      |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>WiSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester      | <b>Studiensemester</b><br>5   | <b>Credits</b><br>12 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                 |   |                      |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>        | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>            | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Bioorganische Chemie 1          | V   | 4                    | 3  | 45 h               | 75 h                |
| 2   | Übung zu Bioorganische Chemie 1 | Ü   | 1                    | 1  | 15 h               | 15 h                |
| 3   | Bioorganisches Praktikum 1      | P   | 7                    | 10   | 150 h              | 60 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                 |   | <b>12</b>            | <b>14</b>  | <b>210 h</b>       | <b>150 h</b>        |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                 | Dr. M. Gersch   |                      |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                 | Hochschullehrende der Chemischen Biologie (Für das jeweilige Semester siehe Aushang der Chemischen Biologie), Praktikum: Dr. M. Bührmann  |                      |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                 | Deutsch mit englischen Anteilen   |                      |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                 | Praktikum: Vorherige erfolgreiche Teilnahme an MTO, MAC1P, MOC1P und MBC1P.<br>Zulassungsvoraussetzung zur schriftlichen Modulabschlussprüfung MBOC: Erfolgreiche Teilnahme am zugehörigen Praktikum.   |                      |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                 | Solide Grundlagen der Organischen Chemie  |                      |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                 | Studienleistung: Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum inkl. aller Protokolle ist die Teilnahmevoraussetzung für die Klausur über das gesamte Modul;<br>Modulprüfung: Benotete Klausur. Die Gesamtnote setzt sich zu 70 % aus Fragen zur Vorlesung und zu 30 % aus Fragen zum Praktikum zusammen. Zum erfolgreichen Abschluss des Moduls müssen beide Klausurteile einzeln bestanden sein, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.<br>Anwesenheitspflicht, weil die Notwendigkeit besteht, die Versuche an den zur Verfügung gestellten Geräten durchzuführen. Diese Anwesenheitspflicht bezieht sich auf die Vorbesprechung, die die Sicherheitseinweisung beinhaltet und auf die praktische Durchführung der Versuche. In beiden Praktika sind jeweils vier Versuche, die |                      |  |                    |                     |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
|                                       | <p>jeweils 1 Woche dauern, zu absolvieren.<br/>Anwesenheitspflicht ist dabei so zu definieren, dass alle vier Versuche erfolgreich durchgeführt werden müssen. Fehlen Studierende an einzelnen Tagen, ist dieses nur mit ärztlichem Attest entschuldigt. Konnte der Versuch dennoch erfolgreich absolviert werden, wird die erfolgreiche Durchführung des praktischen Teils anerkannt. Kann ein Versuch nicht erfolgreich absolviert werden, muss dieser (ebenfalls nach Abgabe eines ärztlichen Attestes) bei nächster Gelegenheit nachgeholt werden. Können mehrere Versuche nicht durchgeführt werden, muss das gesamte Praktikum zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden.</p>  |
| <b>Lernziele</b>                      | Die Studierenden erlangen Grundlegende Kenntnisse der allgemeinen Prinzipien und Methoden der bioorganischen Chemie und können dieses Wissen in Theorie und Praxis anwenden.   |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wesentliche theoretische Erkenntnisse über Reaktionen und Methoden in der bioorganischen Chemie zu erläutern.</li> <li>- die Bedeutung der bioorganischen Chemie bzgl. der Themenfelder chemische Biologie und organische Synthese zu verstehen und dieses Verständnis für Lösung interdisziplinärer biologisch-chemischer Fragestellungen zu nutzen.</li> <li>- Einfache bioorganische Synthesen zu planen.</li> <li>- das erworbene theoretische Wissen zum selbstständigen entwickeln geeigneter Strategien zu Lösung biologisch-chemischer Aufgabenstellungen anzuwenden.</li> <li>- das im Modul vermittelte Wissen verantwortungsbewusst unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz, Umweltschutz) im Labor zu verwenden und die Ergebnisse schriftlich nachvollziehbar zu dokumentieren.</li> <li>- bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul> |
| <b>Inhalt</b>                         | <p>Vorlesung:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chemie der Peptide und Proteine <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synthese</li> <li>- Eigenschaften</li> <li>- biologische Bedeutung</li> </ul> </li> <li>2. Chemie der Oligonukleotide und Nukleinsäuren <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synthese</li> <li>- Eigenschaften</li> <li>- biologische Bedeutung</li> </ul> </li> </ol>  |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <p>Praktikum:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Verknüpfung von chemischen und biologischen Arbeitstechniken, Fragestellungen und Ideen</li><li>2. Nutzung der Expertise der Chemie zur Beantwortung biologischer Fragen</li><li>3. Peptidsynthese – Nachweis biologischer Wirkung des Peptids</li><li>4. DNA-Isolierung – biochemische Charakterisierung</li><li>5. Synthese eines biologisch aktiven kleinen Moleküls – Nachweis der biologischen Aktivität</li><li>6. Isolation eines Enzyms – Einsatz dieses Enzyms als Biokatalysator</li></ol> |
| <b>Medienformen</b> | online-Skript (vorlesungsbegleitend), Tafelbilder, Folien, Übungszettel, Praktikumsskript, PowerPoint-Präsentation  |
| <b>Literatur</b>    | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Waldmann, Janning, „Chemical Biology – A Practical Course“, Wiley-VCH</li><li>2. Allgemeine Lehrbücher der organischen Chemie (z.B.: Vollhardt, „Organische Chemie“, Wiley-VCH) und der Biochemie (z.B.: Voet, Voet, „Biochemie“, Wiley-VCH oder Stryer, „Biochemistry“, Macmillan)</li></ol>  |

|   |                                      |  |                     |  |                    |                     |
|---|--------------------------------------|--|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                      | <b>Biophysikalische Methoden</b>   |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                      | MBPC   |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>WiSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester           | <b>Studiensemester</b><br>5  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                      |  |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>             | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Biophysikalische Methoden            | V  | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übungen zu Biophysikalische Methoden | Ü  | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                      |  | <b>4</b>            | <b>3</b>   | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                      | Prof. Dr. C. Czeslik   |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                      | N.N., Prof. Dr. C. Czeslik   |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                      | Deutsch  |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                      | Keine  |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                      | Erfolgreicher Abschluss der Module MPCa und MPCb   |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                      | Modulprüfung: Klausur<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.   |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                      | Die Studierenden erlangen Kenntnisse über Grundlagen der biophysikalischen Chemie, sowohl theoretisch als auch bezüglich praktischer Anwendungen, und können sie sicher zur Problemlösung einsetzen.   |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                      | Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende biophysikalisch-chemische Konzepte und übliche Methoden der Biophysik zu erklären.</li> <li>- erworbenes theoretisches Wissen bei der Anwendung spektroskopischer Analyseverfahren zu nutzen.</li> <li>- mit den vermittelten Grundlagen der Biophysik Lösungsstrategien zur Bearbeitung neuer praktischer Problemstellungen zu entwickeln und die Ergebnisse angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.</li> </ul> |                     |  |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- biophysikalisch-chemischer Phänomene logisch zu analysieren.</li> <li>- bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Allgemeine Strukturprinzipien biologischer Makromoleküle <ul style="list-style-type: none"> <li>- intermolekulare Wechselwirkungskräfte</li> <li>- Selbstorganisation amphiphiler Moleküle</li> <li>- Struktur und Konformation biologischer Makromoleküle</li> </ul> </li> <li>2. Thermisch-kalorische Messverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>- Differenzscanningkalorimetrie</li> <li>- isotherme Titrationskalorimetrie</li> </ul> </li> <li>3. Kolligative und hydrodynamische Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Osmometrie</li> <li>- Viskosimetrie</li> <li>- Ultra-Zentrifugation</li> </ul> </li> <li>4. Strukturuntersuchungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- mikroskopische Verfahren</li> <li>- Lichtstreuung</li> <li>- Röntgen- und Neutronenstreuung</li> </ul> </li> <li>5. Spektroskopische Methoden <ul style="list-style-type: none"> <li>- UV/VIS-Spektroskopie</li> <li>- CD-Spektroskopie</li> <li>- Fluoreszenzspektroskopie</li> <li>- IR-Spektroskopie</li> <li>- NMR-Spektroskopie</li> <li>- ESR-Spektroskopie</li> </ul> </li> </ol> |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, Beamer (Power Point-Präsentation), Vorlesungsunterlagen als PDF  |
| <b>Literatur</b>    | <p>R. Winter, F. Noll, C. Czeslik, Methoden der Biophysikalischen Chemie, 2. Aufl., Vieweg+Teubner, 2011</p> <p>C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, 4. Aufl., Vieweg+Teubner, 2010.</p>  |

|   |                                 |   |                     |  |                    |                     |
|---|---------------------------------|---|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                 | <b>Bioanorganische Chemie</b>   |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                 | MBAC  |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>SoSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester      | <b>Studiensemester</b><br>6   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chem. Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>M.Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                 |   |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>        | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Bioanorganische Chemie          | V   | 3                   | 2  | 30                 | 60                  |
| 2   | Übung zu Bioanorganische Chemie | Ü   | 1                   | 1  | 15                 | 15                  |
| <b>Summe</b>                                |                                 |   | <b>4</b>            | <b>3</b>   | <b>45</b>          | <b>75</b>           |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                 | Prof. Dr. Guido Clever  |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                 | Prof. Dr. Guido Clever und Mitarbeitende  |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                 | Deutsch   |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                 | Keine   |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                 | Solide Grundlagen der anorganischen Chemie und der Koordinationschemie sowie Grundkenntnisse in Biochemie   |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                 | Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                 | Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Rolle von Metallen in biologisch relevanten Prozessen und medizinischen Applikationen sowie die sichere Anwendung dieser Kenntnisse bei der Lösung von Aufgabenstellungen aus dem Grenzgebiet von Anorganischer Chemie und Biochemie. |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                 | Durch die erfolgreiche Beendigung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br><br>- die Bedeutung und Funktion von Metallen in biologisch relevanten Prozessen zu erklären und diese aus dem anorganisch-chemischen Blickwinkel zu bewerten.   |                     |  |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Funktion von Metallen in biologischen Prozessen im Hinblick auf mechanistische Aspekte beschreiben zu können.</li> <li>- die erworbenen Grundkenntnisse medizinischen/biologisch-diagnostischen Anwendung anorganischer Verbindungen sicher anzuwenden und nachvollziehbar schriftlich dokumentieren zu können.</li> <li>- das vermittelte theoretische Wissen für den Entwurf von Lösungsstrategien zur Bearbeitung praktischer Problemstellungen selbstständig zu nutzen.</li> </ul> |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Essentielle Elemente</li> <li>2. Biomoleküle als Liganden von Metallionen</li> <li>3. Metalloproteine (Transport, Regulierung, Lagerung von Metallionen)</li> <li>4. Elektronentransferproteine</li> <li>5. Sauerstofftransport und Sauerstoffaktivierung</li> <li>6. Stickstoff-Aktivierung</li> <li>7. Hydrolasen</li> <li>8. Toxizität von Metallen</li> <li>9. medizinische und diagnostische Anwendungen</li> <li>10. Bio-Nanotechnologie</li> </ol>                                 |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, Powerpointpräsentation   |
| <b>Literatur</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. W. Kaim, B. Schwederski „Bioanorganische Chemie“, Vieweg + Teubner: Stuttgart (5. Auflage 2012, ISBN: 9783834806345)</li> <li>2. H.-B. Kraatz, N. Metzler-Nolte „Concepts and Models in Bioinorganic Chemistry“, Wiley-VCH: Weinheim (1. Auflage 2006, ISBN: 9783527313051)</li> </ol>  |

|   |   |   |                     |   |                    |                     |
|---|---|---|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |   | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Metallorganische Chemie und Reaktionsmechanismen</b>   |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |   | MWV   |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester                                | <b>Studiensemester</b><br>B.Sc.: 5 oder 6<br>M.Sc.: 1 bis 4   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie,<br>M. Sc. Chemie<br>Fach: AC<br>Schwerpunkt: M. M.<br>M. Sc. Chemische Biologie<br>Fach: SoC |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |   |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                                  | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Metallorganische Chemie und Reaktionsmechanismen          | V   | 3                   | 2   | 30                 | 60                  |
| 2   | Übung zu Metallorganische Chemie und Reaktionsmechanismen | Ü   | 1                   | 1   | 15                 | 15                  |
| <b>Summe</b>                                |   |   | <b>4</b>            | <b>3</b>  | <b>45</b>          | <b>75</b>           |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |   | Prof. Dr. Andreas Steffen   |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |   | Prof. Dr. Andreas Steffen und Mitarbeiter/innen   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |   | Englisch  |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |   | Keine   |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |   | Grundlagen der anorganischen und Koordinationschemie, Grundkenntnisse in organischer und physikalischer Chemie  |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |   | Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |   | Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Reaktionsmechanismen von Übergangsmetallorganischen Verbindungen sowie über deren Anwendung in stöchiometrischen und homogenkatalytischen Synthesepfaden. |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |   | Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,  |                     |   |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende vermittelte Prinzipien zu elektronischen und sterischen Eigenschaften wichtiger Ligandenklassen, wichtiger Reaktionsmechanismen koordinierter Liganden sowie zu bedeutenden metallvermittelten Reaktionsmechanismen zu erläutern.</li> <li>- stöchiometrische metallorganische Reaktionen und homogenkatalytische Reaktionszyklen unter Beachtung kinetischer und thermodynamischer Aspekte zu analysieren, vorherzusagen und zur eigenen Syntheseplanung zu nutzen.</li> <li>- Synthesen metallorganischer und organischer Produkte mit Hilfe von Übergangsmetallkomplexen als stöchiometrische Reagenzien oder als homogene Katalysatoren, bei gezielter sterischer und elektronischer Kontrolle durch angemessene Auswahl der eingesetzten Liganden und Metallzentren, zu planen.</li> <li>- kinetischen und thermodynamischen Aspekte der anvisierten Transformationen zu analysieren und für erfolgreiche Prozessführungen z.B. in der Grundlagenforschung sowie der industriellen (technischen) Chemie anzuwenden.</li> </ul> |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiederholung wichtiger Aspekte der Koordinationschemie</li> <li>2. Bindungsmodi und -stärken sowie Reaktionen wichtiger dativer und kovalenter Liganden (CO, Phosphane, H<sub>2</sub>, sigma-Komplexe, Hydride, Alkyle, pi-Liganden, Carbene)</li> <li>3. Reaktionsmechanismen: Kinetik und Thermodynamik von Substitutionsreaktionen, oxidativer Addition/reduktive Eliminierung, alpha-/beta-/gamma-Eliminierungen, migratorischer Insertion, sigma-Bindungsmetathese, nukleophiler und elektrophiler Addition/Abstraktion an Liganden</li> <li>4. Grundlagen der metallorganischen Katalyse: Energetik, Kinetik, Reaktionsprofile, Übergangszustände, Resting States, Selektivitäten, Curtin-Hammett-Prinzip</li> <li>5. Beispielhafte Anwendungen: H<sub>2</sub>-/C-H-Aktivierung, Olefinpolymerisation, Hydrofunktionalisierungen z. B. Hydroformylierung, Hydrogenierung, Metathese, Kreuzkupplungen</li> </ol>   |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, Powerpointpräsentation   |
| <b>Literatur</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. R. H. Crabtree, „The organometallic chemistry of the transition metals“, Wiley VCH, Weinheim, 6. Auflage 2014 (ISBN: 978-1118138076)</li> <li>2. J. F. Hartwig, „Organotransition metal chemistry – From bonding to catalysis“, University Science Books, Mill Valley, California, 2010 (ISBN: 978-1891389535)</li> </ol>   |

|   |  |  |                     |  |                    |                     |
|---|--|--|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |  | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Molecular Photophysics and Photochemistry</b>   |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |  | MWV  |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester                         | <b>Studiensemester</b><br>B.Sc.: 5 oder 6<br>M.Sc.: 1 bis 4  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>Fach: AC<br>Schwerpunkt: M. M.<br>M. Sc. Chemische Biologie<br>Fach: SoC |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |  |  |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                           | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Molecular Photophysics and Photochemistry          | V  | 3                   | 2  | 30                 | 60                  |
| 2   | Übung zu Molecular Photophysics and Photochemistry | Ü  | 1                   | 1  | 15                 | 15                  |
| <b>Summe</b>                                |  |  | <b>4</b>            | <b>3</b>   | <b>45</b>          | <b>75</b>           |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |  | Prof. Dr. Andreas Steffen  |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |  | Prof. Dr. Andreas Steffen und Mitarbeiter/innen  |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |  | Englisch   |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |  | Keine  |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |  | Grundlagen der anorganischen und Koordinationschemie, Grundkenntnisse in organischer und physikalischer Chemie   |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |  | Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |  | Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Wechselwirkung von Licht und Materie sowie deren Anwendung im Design molekularer Emittler für OLEDs, für Imaging und dem Bereich photochemischer Reaktionen basierend auf Energie- oder Elektronentransfer. Nach Abschluss des Moduls können sie ihr Wissen zur Erarbeitung neuer Ideen in dem Bereich anwenden. |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |  | Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können die Studierenden  |                     |  |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Natur und Eigenschaften elektronisch angeregter Zustände, grundlegende Device-Prozesse, photophysikalische Prozesse in Molekülen, Energie- und Elektronentransfers sowie grundlegende spektroskopische Methoden erklären, analysieren und zum Emitterdesign bzw. zur photochemischen Syntheseplanung nutzen.</li> <li>- angeregten Zustände von organischen und metallorganischen Verbindungen analysieren und für die gezielte Modifikation von Lumineszenzeigenschaften verwenden.</li> <li>- geeignete Emitterkandidaten für technische Anwendungen auswählen.</li> <li>- Syntheseplanung organischer Produkte mit Hilfe von Elektronen- oder Energietransferreaktionen, primär initiiert von Übergangsmetallkomplexen, erfolgreich durchführen.</li> <li>- kinetische und thermodynamischen Aspekte der anvisierten Transformationen analysieren und erfolgreich für die Prozessführung z.B. in der Grundlagenforschung sowie der industriellen (technischen) Chemie einsetzen.</li> </ul> |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiederholung wichtiger Aspekte der physikalischen Chemie und Spektroskopie</li> <li>2. Natur und Eigenschaften elektronisch angeregter Zustände</li> <li>3. Natur des Lichts</li> <li>4. Potentialflächen</li> <li>5. Lichtabsorption, Lambert-Beer-Gesetz, Auswahlregeln</li> <li>6. Franck-Condon-Prinzip</li> <li>7. Intersystem-Crossing, Spin-Bahn-Kopplung (El-Sayed)</li> <li>8. Fluoreszenz, Phosphoreszenz, TADF, zirkular polarisierte Lumineszenz</li> <li>9. Strahlungslose Desaktivierung, Energielücken-Gesetz</li> <li>10. Energietransfer, Elektronentransfer, Marcus-Hush-Theorie, konische Durchschneidungen, Photoredox-Prozesse</li> <li>11. Aufbau und Funktionsweise von LEDs und Solarzellen</li> <li>12. Exzitonen, Plasmonenresonanz</li> <li>13. Triplett-Triplett-Annihilierung, Singlet-Fission</li> <li>14. Photokatalyse</li> <li>15. photodynamische Therapie</li> </ol>   |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, Powerpoint-Präsentation  |
| <b>Literatur</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>8. N.J. Turro, V. Ramamurthy, J.C. Scaiano, "Modern Molecular Photochemistry of Organic Molecules", University Science Books, U.S., 2010 (ISBN: 978-1891389252) – oder gleichwertige Ausgaben.</li> </ol>  |

|  |  |
|--|--|
|  | <ol style="list-style-type: none"><li>9. J.-P. Launay, M. Verdaguer, "Electrons in Molecules: From Basic Principles to Molecular Electronics", Oxford University Press, 2014 (ISBN: 978-0199297788)</li><li>10. J.R. Lakowicz, "Principles of fluorescence spectroscopy", Springer, 5. Auflage, 2010 (ISBN: 978-0387312781)</li><li>11. P.W. Atkins, "Physikalische Chemie", Wiley-VCH, Weinheim, 5. Auflage, 2013 (ISBN: 978-3-527-33247-2) – oder gleichwertige Ausgaben.</li><li>12. Ausgewählte aktuelle Literatur (Bekanntgabe während der Vorlesung)</li></ol> |
|--|--|

|   |                                    |  |                     |  |                    |                     |
|---|------------------------------------|--|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                    | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Anorganische Chemie 3</b>   |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                    | MWV  |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>Jährlich im<br>SoSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester         | <b>Studiensemester</b><br>4  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                    |  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lf.Nr.</b>                               | <b>Lehrveranstaltung</b>           | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Anorganische Chemie 3              | V  | 4                   | 3  | 45 h               | 80 h                |
| 2   | Übung zu Allg. und Anorg. Chemie 3 | Ü  | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                    |  | <b>5</b>            | <b>4</b>   | <b>60 h</b>        | <b>95 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                    | Prof. Dr. Guido Clever   |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                    | Hochschullehrende der Anorganischen Chemie   |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                    | Deutsch  |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                    | Keine  |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                    | Physik für Chemiestudierende 1 und 2 (MPa und MPb),<br>Mathematik für Chemiestudierende 1 und 2 (MMa und MMb),<br>Physikalische Chemie 1 und 2 (MPCa),<br>Organische Chemie 1 und 2, Allgemeine und Anorganische Chemie 1 und Anorganische Chemie 2 (MACa und MACb),<br>Anorganisch-Chemische Praktika 1 und 2 (MAC1P und MAC2P)   |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                    | Modulprüfung: Klausur,<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                    | Die Studierenden erwerben erweiterte Kenntnisse zur anorganischen Stoffchemie der Elemente sowie von Verbindungen der Haupt- und Nebengruppen. Sie bekommen Einblicke auf fortgeschrittenem Niveau zu Substanzklassen, Anwendungen und Analysemethoden. Die Studierenden können das erworbene Wissen zur eigenständigen Planung von Synthesen und analytischer Charakterisierung von Haupt- und Nebengruppenverbindungen anwenden. |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                    | Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden  |                     |  |                    |                     |

|                      |   |
|----------------------|---|
|                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- fortgeschrittene Konzepte und Wissen zu Struktur, Bindungsverhältnissen, physikalischen Eigenschaften (z.B. Magnetismus) und Reaktivität von Verbindungen der Haupt- und Nebengruppen wiedergeben.</li> <li>- vermittelte Konzepte verallgemeinern, bei neuen Problemstellungen nutzen und die erhaltenen Ergebnisse mit experimentellen Beobachtungen kritisch vergleichen. Die Studierenden haben ein erweitertes Wissen zu Eigenschaften, Anwendungen und Analyse anorganischen Verbindungen, sowie spezieller Verbindungsklassen und physikalischer Phänomene.</li> <li>- eigenständig Synthesen und analytischer Charakterisierungen von Haupt- und Nebengruppenverbindungen planen.</li> <li>- Eigenschaften, Strukturen und Reaktivität von Haupt- und Nebengruppen-verbindungen vergleichend diskutieren.</li> </ul>   |
| <p><b>Inhalt</b></p> | <p>Die Veranstaltung ist wie folgt gegliedert:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Semesterhälfte: Hauptgruppen       <ul style="list-style-type: none"> <li>2 SWS Vorlesung Fortgeschrittene Stoffchemie + Übung</li> <li>1 SWS Vorlesung Spezielle Verbindungen und Eigenschaften</li> </ul> </li> <li>2. Semesterhälfte: Nebengruppen       <ul style="list-style-type: none"> <li>2 SWS Vorlesung Fortgeschrittene Stoffchemie + Übung</li> <li>1 SWS Vorlesung Spezielle Verbindungen und Eigenschaften</li> </ul> </li> </ol> <p>Gliederung:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiederholung: Klassifizierung Haupt- und Nebengruppenchemie, Trends im Periodensystem</li> <li>2. Fortgeschrittene Bindungskonzepte</li> <li>3. Weitere Konzepte (Relativistik, Isolobalkonzept, Hypervalenz u. a.)</li> <li>4. Synthesen und Reaktivitäten wichtiger Verbindungen</li> <li>5. Spezielle Verbindungsklassen und Beispiele (Cluster, Borane, Zintl Phasen u. a.)</li> <li>6. Wiederholung: Bindungskonzepte in der Nebengruppenchemie</li> <li>7. Erweiterte Bindungsmodelle</li> <li>8. Fortgeschrittene Systeme der Koordinationschemie (mehrkernige Komplexe, einfache metallorganische Verbindungen, Metall-Metallbindungen u. a.)</li> <li>9. Weitere Konzepte (Chiralität, makrozyklischer Effekt, photophysikalische Eigenschaften u. a.)</li> </ol> |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | 10. Seltenerd-Verbindungen<br>11. Magnetismus<br>12. Einblick in die Supramolekulare Chemie und Bioanorganische Chemie   |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, PowerPoint-Präsentation, digitale Lernformen  |
| <b>Literatur</b>    | <ol style="list-style-type: none"><li>1. E. Riedel, C. Janiak, „Anorganische Chemie“, DeGruyter</li><li>2. A. F. Hollemann, E. Wiberg, „Lehrbuch der Anorganischen Chemie“, DeGruyter</li><li>3. R. Steudel, „Chemie der Nichtmetalle“, DeGruyter</li><li>4. R. L. DeKock, H. B. Gray, „Chemical Structure and Bonding“, University Science Books</li><li>5. M. Binnewies, „Allgemeine und Anorganische Chemie“, Springer Spektrum</li><li>6. J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, „Anorganische Chemie – Prinzipien von Struktur und Reaktivität“, DeGruyter</li><li>7. C. Mortimer, U. Müller, „Chemie: Das Basiswissen der Chemie“, Thieme</li><li>8. Lutz H. Gade „Koordinationschemie“, Wiley VCH</li></ol> |

|   |                               |   |                     |   |                      |                   |
|---|-------------------------------|---|---------------------|---|----------------------|-------------------|
| <b>Module name</b>  |                               | Compulsory elective lecture<br><b>f-Elements</b>  |                     |   |                      |                   |
| <b>Abbreviation</b>   |                               | MWV   |                     |   |                      |                   |
| <b>Interval of offer</b><br>annual                          | <b>Duration</b><br>1 semester | <b>Semester of study</b><br>B. Sc. 5 or 6<br>M. Sc. 1 to 4  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Curriculum assignment</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie<br>M. Sc. Chemistry<br>Subject: AC<br>Major Subject: M.M.<br>M. Sc. Chemical Biology<br>Subject: SoC |                      |                   |
| <b>Module structure</b>                                     |                               |   |                     |   |                      |                   |
| <b>No.</b>  | <b>Course</b>                 | <b>Type</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Presence-time</b> | <b>Self-study</b> |
| 1   | f-Elements                    | V   | 3                   | 2   | 30 h                 | 60 h              |
| 2   | Exercise on f-Elements        | Ü   | 1                   | 1   | 15 h                 | 15 h              |
| <b>Total</b>  |                               |   | 4                   | 3   | 45 h                 | 75 h              |
| <b>Person responsible for the module</b>                    |                               | Dr. Elisabeth Kreidt  |                     |   |                      |                   |
| <b>Lecturer(s)</b>  |                               | Dr. Elisabeth Kreidt  |                     |   |                      |                   |
| <b>Language</b>   |                               | English   |                     |   |                      |                   |
| <b>Requirements according to examination regulations</b>    |                               | None  |                     |   |                      |                   |
| <b>Recommended requirements</b>                             |                               | Fundamental knowledge in inorganic chemistry and coordination chemistry, knowledge of most important concepts of organic and physical chemistry.  |                     |   |                      |                   |
| <b>Coursework / module examination / partial assessment</b> |                               | Module examination: Written or oral exam. Repeatability and interval of offer according to examination regulations. The type of examination will be announced two weeks after start of the course at the latest.  |                     |   |                      |                   |
| <b>Learning objectives</b>                                  |                               | The students acquire knowledge of the special chemical and physical properties of lanthanoids and actinoids. After successful completion, the students will be able to explain and predict these properties based in the electronic structure of the f-elements and will be able to comprehend, analyze and apply |                     |   |                      |                   |

|   |  |
|---|--|
|   | the strategies applied in current research on f-element coordination compounds.  |
| <b>Learning outcomes and competencies</b> | By successfully completing this module, students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain and discuss the special properties of f-elements in contrast to transition metals</li> <li>- make informed predictions concerning the properties of an f-element coordination compound based on a structural formula and to develop design suggestions for the realization of coordination compounds with desired properties.</li> <li>- plan the characterization of f-element coordination compounds</li> <li>- explain the fundamental working principles of bioimaging techniques such as MRI and PET and to explain the importance of f-elements for these techniques</li> <li>- explain the basic principles of more complex phenomena such as upconversion and circularly polarized luminescence</li> <li>- comprehend the general aims in modern research on f-elements.</li> </ul>  |
| <b>Content</b>                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. History of the f-elements, sourcing</li> <li>2. Electronic structure of the f-elements (properties of f-electrons, Russel-Saunders-coupling, energetic relation between spin-orbit coupling and ligand field effects, differences between lanthanoids and actinoids)</li> <li>3. Coordination chemistry (preferred coordination numbers and ligand arrangements, kinetic lability, established coordination scaffolds, dynamic behavior in solution)</li> <li>4. Photophysical properties (f-f-transitions, antenna effect, peculiarities of emission spectra, luminescence lifetimes, nonradiative deactivation processes)</li> <li>5. Magnetic properties (magnetic moments and anisotropies, peculiarities in NMR spectra (paramagnetic NMR), differences to transition metals)</li> <li>6. Radioactivity (types of ionizing radiation, decay chains, implications for the practical work with radioactive elements)</li> <li>7. Application in (bio-)medicine (MRI, PET, (time-gated) bioimaging, multiplexing, theranostics, NIR-radiation, special requirements to be considered in ligand design)</li> <li>8. Research towards the realization of single molecule magnets (SMMs)</li> <li>9. More complex photophysical phenomena such as upconversion and circularly polarized luminescence</li> </ol> |
| <b>Media forms</b>                        | Blackboard, PowerPoint presentations, original publications.   |
| <b>Literature</b>                         | <i>The Rare Earth Elements: Fundamentals and Applications</i> , Editor: D. A. Atwood, John Wiley & Sons, 2013. Particularly chapters: "The Electronic structure of the Lanthanides" (A. de Bettencourt-Dias), "Lanthanides: Coordination Chemistry" (S. A. Cotton and J. M. Harrowfield), "Lanthanides: Comparison to 3d   |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>Metals” (S. A. Cotton), “Luminescence” (J. Andres und A.-S. Chauvin) and “Magnetism” (B.-W. Wang und S. Gao).</p> <p><i>Lanthanide and Actinide Chemistry</i>, Editor: S. Cotton, John Wiley &amp; Sons, 2006. Particularly chapters: “The Lanthanides - Principles and Energetics”, “Coordination Chemistry of the Lanthanides”, “Electronic and Magnetic Properties of the Lanthanides”, “Introduction to the Actinides” and “Coordination Chemistry of the Actinides”.</p> |
|--|--|

|   |                            |  |                     |  |                     |                      |
|---|----------------------------|--|---------------------|--|---------------------|----------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                            | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Nichtmetallchemie</b>   |                     |  |                     |                      |
| <b>Kürzel</b>                               |                            | MWV  |                     |  |                     |                      |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester | <b>Studiensemester</b><br>B. Sc. 5 oder 6<br>M. Sc. 1 bis 4  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>Fach: AC<br>Schwerpunkt: M. M.<br>M. Sc. Chemische Biologie<br>Fach: SoC |                     |                      |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                            |  |                     |  |                     |                      |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>   | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenz-Zeit</b> | <b>Eigen-studium</b> |
| 1   | Nichtmetallchemie          | V  | 3                   | 2  | 30                  | 60                   |
| 2   | Übung zu Nichtmetallchemie | Ü  | 1                   | 1  | 15                  | 15                   |
| <b>Summe</b>                                |                            |  | <b>4</b>            | <b>3</b>   | <b>45</b>           | <b>75</b>            |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                |                            | Prof. Dr. C. Strohmann   |                     |  |                     |                      |
| <b>Dozent</b>                               |                            | Prof. Dr. C. Strohmann   |                     |  |                     |                      |
| <b>Sprache</b>                              |                            | Deutsch  |                     |  |                     |                      |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                            | Keine  |                     |  |                     |                      |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                            | Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie   |                     |  |                     |                      |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                            | Teilleistung 1 (Prüfung): Klausur oder mündliche Prüfung (50% der Gesamtmodulnote), Teilleistung 2 (Vortrag): benoteter Vortrag (50% der Gesamtmodulnote), Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.   |                     |  |                     |                      |
| <b>Lernziele</b>                            |                            | Die Studierenden erlernen moderne Aspekte der Nichtmetallchemie unter Hinzuziehung aktueller Forschungsergebnisse. Nach Abschluss des Modules können sie verstehen elementübergreifende Prinzipien der Nichtmetallchemie, verstehen und auf die Lösung von für sie neue Aufgabenstellungen aus der Chemie der Nichtmetalle übertragen. |                     |  |                     |                      |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende Entwicklungen („Meilensteine“) auf dem Gebiet der Nichtmetallchemie im gesamt-historischen Kontext der Chemiegeschichte einordnen zu können und neuerliche Entwicklungen auf diesem Gebiet unter Zuhilfenahme dieses Hintergrundwissens bezüglich ihrer Wichtigkeit differenziert zu würdigen.</li> <li>- Vorkommen, Gewinnung von Nichtmetallen und deren wichtigsten Verbindungen zu erläutern sowie Beispiele für die Anwendungen von Nichtmetallen und deren Verbindungen in Naturwissenschaft und Technik geben zu können.</li> <li>- Kenntnis der Modellvorstellungen und grundlegender Konzepte (Bindungskonzepte, Reaktionsmechanismen) der Nichtmetallchemie einzusetzen, um diese gegeneinander abzuwägen und zu reflektieren.</li> <li>- Stoffeigenschaften von Nichtmetallverbindungen bezüglich ihrer Reaktivität und Struktur zu erklären, einzuschätzen und Vorhersagen für neue Verbindungen auf Grundlage ihres Wissens über Konzepte und periodische Trends im PSE zu machen.</li> <li>- auf Basis ihres Wissens zur Synthese von Nichtmetallverbindungen und zu Stoffeigenschaften speziellen Arbeitstechniken für die Darstellung von Verbindungen vorzuschlagen, zu begründen und umzusetzen</li> <li>- analytische Methoden für die Untersuchung von Nichtmetallen und deren Verbindungen, für neue Problemlösungen auszuarbeiten, einzusetzen und die Ergebnisse zu interpretieren.</li> <li>- spezielle Aspekte der Nichtmetallchemie selbstständig zu erarbeiten und die Ergebnisse den Kommilitonen/innen in einem Vortrag anschaulich zu vermitteln.</li> <li>- sich selbstorganisiert spezielle Aspekte der Nichtmetallchemie aus Originalliteratur (Fachartikel in englischer Sprache) anzueignen und die Kenntnisse zur Lösung für neue Problemstellungen einzusetzen.</li> <li>- selbständig erarbeitetes Wissen in einem Vortrag mittels moderner Präsentationstechniken anschaulich und gut verständlich aufzubereiten und wiederzugeben.</li> </ul> |
| <b>Inhalt</b>                         | <b>Vorlesung</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trends der Nichtmetalle im PSE</li> <li>2. Konzepte zur Beschreibung und Analyse der Bindung und Struktur von Nichtmetallverbindungen (u. a. VSEPR-Modell, VB-Theorie, MO-Theorie, „Computational Chemistry“).</li> </ol>  |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Spezielle Arbeitstechniken im Bereich der Nichtmetallchemie (u. a. Matrixisolationstechnik)</li> <li>4. Besprechung der Chemie ausgewählter Elemente und deren Verbindungen aus dem Bereich der Nichtmetalle.</li> <li>5. Besprechung ausgewählter Thematiken aus der Nichtmetallchemie (u.a. Hypervalenz, Ozonproblematik, Sauerstoff und Stickstoff in Organismen und Pflanzen, toxische Phosphor-Verbindungen)</li> </ol> <p><b>Übung</b><br/>Vorträge der Studierenden zu Themengebieten aus der Vorlesung.</p>   |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, PowerPoint-Präsentationen, Originalpublikationen   |
| <b>Literatur</b>    | <p><b>R. Steudel:</b> <i>Chemie der Nichtmetalle. Von Struktur und Bindung zu Anwendung</i>, W. de Gruyter, 3. Aufl. 2008, 520 Seiten.</p> <p><b>J. E. Huheey:</b> <i>Anorganische Chemie. Prinzipien von Struktur und Reaktivität</i>, W. de Gruyter, 4. Aufl. 2012, 1284 Seiten.</p> <p><b>C. E. Housecroft, A. G. Sharpe:</b> <i>Anorganische Chemie (Gebundene Ausgabe)</i>, Pearson, 2. Aufl. 2008, 1040 Seiten.</p> <p><b>C. E. Housecroft, A. G. Sharpe:</b> <i>Inorganic Chemistry (Broschiert)</i>, Pearson, 4. Aufl. 2012, 1256 Seiten.</p> <p><b>C. Elschenbroich:</b> <i>Organometallchemie</i>, Teubner Studienbücher Chemie, 6. Aufl. 2008.</p> <p>Originalpublikationen zu o. g. Themengebieten.</p> |

|   |   |  |                     |  |                    |                     |
|---|---|--|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |   | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Functional Coordination Networks</b>  |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |   | MWV  |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester                | <b>Studiensemester</b><br>B. Sc. 5 oder 6<br>M. Sc.1 bis 4   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B.Sc. Chemie<br>B.Sc. Chemische Biologie<br>M.Sc. Chemie<br>Fach: AC<br>Schwerpunkt: M. M.<br>M.Sc. Chemische Biologie<br>Fach: SoC |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |   |  |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                  | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Functional Coordination Networks          | V  | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übung zu Functional Coordination Networks | Ü  | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |   |  | 4                   | 3  | 45 h               | 75 h                |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |   | Prof. Dr. Sebastian Henke  |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |   | Prof. Dr. Sebastian Henke und Mitarbeiter/innen  |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |   | Englisch   |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |   | keine  |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |   | Grundkenntnisse in anorganischer, organischer und physikalischer Chemie  |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |   | Teilleistung Vortrag (25 %): Vortrag mit Diskussion<br>Teilleistung Prüfung (75 %): Klausur oder mündliche Prüfung<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |   | Die Studierenden erweitern ihre Kenntnisse im Bereich der Festkörper- und Materialchemie bezüglich Strukturprinzipien, Struktur-Eigenschafts-Konzepten, Funktionalisierung und relevanter analytischer Methoden zur Charakterisierung von porösen anorganisch-organischen Festkörpermateriale. Der besondere Fokus liegt hierbei auf Koordinationsnetzwerken und Koordinationspolymeren. Die Studierenden können ihre Kenntnisse anwenden und zur Erarbeitung neuer Ideen einsetzen. |                     |  |                    |                     |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende und erweiterte Prinzipien zur Materialklasse der Koordinationsnetzwerke zu erklären.</li> <li>- Gesetzmäßigkeiten der Festkörper- und Materialchemie bezüglich Strukturprinzipien, Struktur-Eigenschafts-Konzepten und Funktionalisierung zu erläutern und auf neue Problemstellungen eigenständig anzuwenden.</li> <li>- erlangte Kenntnisse über analytische Methoden zur Charakterisierung von porösen Festkörpermaterialien zur kritischen Bewertung experimenteller Daten zu nutzen und eigene Experimente zu entwerfen.</li> <li>- das im Modul erlangte theoretische Wissen über Netzwerktopologie, Funktionalisierung, Porosität, Wirt-Gast-Interaktion, Phasenumwandlungen, Charakterisierungsmethoden mit anderen chemischen, physikalischen und materialwissenschaftlichen Konzepten zu verknüpfen und zur interdisziplinären Lösung neuer wissenschaftlicher Fragen zu verwenden.</li> </ul> |
| <b>Inhalt</b>                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Koordinationschemie (Übergangs- und Hauptgruppenmetalle und Lanthanoide)</li> <li>2. Topologische Beschreibung von Netzwerkstrukturen</li> <li>3. Koordinationsnetzwerke und -polymere</li> <li>4. Gasadsorption und spezifische Oberfläche</li> <li>5. Flexibilität, Dynamik und Phasenumwandlungen</li> <li>6. Struktur-Eigenschafts-Prinzipien</li> <li>7. Prinzipien der Gasspeicherung und -separation</li> <li>8. Morphologie und Mikrostruktur</li> <li>9. Physikalische Untersuchungsmethoden</li> <li>10. Retikuläre Synthese</li> <li>11. Wirt-Gast-Chemie</li> </ol>  |
| <b>Medienformen</b>                   | Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte/Veröffentlichungen, Tafelbilder   |
| <b>Literatur</b>                      | <p><i>Solid State Chemistry: An Introduction</i>, L. E. Smart, E. A. Moore, CRC Press, 2012, ISBN: 9781439847909.<br/> <i>Anorganische Strukturchemie</i>, U. Müller, Vieweg+Teubner Verlag, 2004, ISBN: 978-3-322-99855-2<br/> <i>The Chemistry of Metal-Organic Frameworks</i>, S. Kaskel, Wiley-VCH, 2016, ISBN: 978-3-527-33874-0.<br/>         "Hybrid porous solids: past, present, future", G. Férey, <i>Chem. Soc. Rev.</i> <b>2008</b>, 37, 191-214.<br/>         "Soft porous crystals", S. Horike, S. Shimomura, S. Kitagawa, <i>Nat. Chem.</i> <b>2009</b>, 1, 695-704.</p>  |

|  |  |
|--|--|
|  | “The chemistry and applications of metal-organic frameworks“, H. Furukawa, K. E. Cordova, M. O’Keeffe, O. M. Yaghi, <i>Science</i> <b>2013</b> , <i>341</i> , 1230444. |
|--|--|

|  |   |   |                     |  |                      |                   |  |
|--|---|---|---------------------|--|----------------------|-------------------|--|
| <b>Module name</b>   |   | Compulsory elective lecture<br><b>Introduction to Materials Chemistry</b>   |                     |  |                      |                   |  |
| <b>Abbreviation</b>  |   | MWV   |                     |  |                      |                   |  |
| <b>Interval of offer</b><br>annual                         | <b>Duration</b><br>1 semester                   | <b>Semester of study</b><br>B. Sc. 5 or 6<br>M. Sc.1 to 4   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Curriculum assignment</b><br>B.Sc. Chemie<br>B.Sc. Chemische Biologie<br>M.Sc. Chemistry<br>Subject: AC<br>Major subject: M. M.<br>M.Sc. Chemical Biology<br>Subject: SoC |                      |                   |  |
| <b>Module structure</b>                                    |   |   |                     |  |                      |                   |  |
| <b>No.</b>   | <b>Course</b>                                   | <b>Type</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Presence time</b> | <b>Self-study</b> |  |
| 1  | Introduction to Materials Chemistry             | V   | 3                   | 2  | 30 h                 | 60 h              |  |
| 2  | Exercise on Introduction to Materials Chemistry | Ü   | 1                   | 1  | 15 h                 | 15 h              |  |
| <b>Total</b>   |   |   | 4                   | 3  | 45 h                 | 75 h              |  |
| <b>Person responsible for the module</b>                   |   | Prof. Dr. Sebastian Henke   |                     |  |                      |                   |  |
| <b>Lecturer(s)</b>   |   | Prof. Dr. Sebastian Henke and coworkers   |                     |  |                      |                   |  |
| <b>Language</b>  |   | English   |                     |  |                      |                   |  |
| <b>Requirements according to examination regulations</b>   |   | none  |                     |  |                      |                   |  |
| <b>Recommended requirements</b>                            |   | Basic knowledge of inorganic, organic and physical chemistry  |                     |  |                      |                   |  |
| <b>Coursework / module examination /partial assessment</b> |   | Partial assessment 1: Student talk (1 CP): Scientific talk with discussion<br>Partial assessment 2: Examination (3 CP): Written or oral examination<br>Repeatability and interval of offer according to examination regulations. The type of examination will be announced two weeks after start of the course at the latest.                             |                     |  |                      |                   |  |
| <b>Learning objectives</b>                                 |   | The students expand their knowledge in the field of solid state and materials chemistry with regard to fundamental structural principles, structure-property concepts, and relevant analytical techniques for the characterization of inorganic and inorganic-organic solid-state materials. The focus is on ionics, semiconductors, metals, zeolites and |                     |  |                      |                   |  |

|  |  |
|--|--|
|  | nanomaterials. The students can apply their knowledge and use it to develop new ideas.   |
| <b>Learning outcomes and competences</b> | <p>Upon successful completion of this module, students will be able to,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain basic and advanced principles of solid state chemistry.</li> <li>- explain the laws of solid state and materials chemistry with regard to structural principles, structure-property concepts and apply them independently to new problems.</li> <li>- use acquired knowledge of analytical methods for the characterization of solid-state materials to critically evaluate experimental data and design their own experiments.</li> <li>- link the theoretical knowledge gained in the module on band structure theory, magnetism, doping, defects, phase transformations, characterization methods with other chemical, physical and material science concepts and use it to solve new scientific questions in an interdisciplinary way.</li> </ul> |
| <b>Content</b>                           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crystal structures of important inorganic solids</li> <li>2. Ionic compounds</li> <li>3. Metals</li> <li>4. Semiconductors</li> <li>5. The band structure model</li> <li>6. p-n-Junction</li> <li>7. Doping and defects</li> <li>8. Magnetism</li> <li>9. Dielectric properties</li> <li>10. Structure-property principles</li> <li>11. Characterization techniques in solid state chemistry</li> <li>12. Nanomaterials, particle size effects</li> <li>13. Morphology and microstructure</li> </ol>   |
| <b>Media forms</b>                       | Powerpoint presentations, electronic scripts/publications, blackboard pictures   |
| <b>Literature</b>                        | <p><i>Solid State Materials Chemistry</i>, P. M. Woodward, P. Karen, J. S. O. Evans, T. Vogt, Cambridge University Press, 2021, DOI: 10.1017/9781139025348</p> <p><i>Solid State Chemistry and its Applications</i>, A. R. West, Wiley, 2014, ISBN: 978-1-119-94294-8</p> <p><i>Solid State Chemistry: An Introduction</i>, L. E. Smart, E. A. Moore, CRC Press, 2012, ISBN: 9781439847909.</p> <p><i>Anorganische Strukturchemie</i>, U. Müller, Vieweg+Teubner Verlag, 2004, ISBN: 978-3-322-99855-2</p>   |

|   |                               |   |                     |  |                    |                     |
|---|-------------------------------|---|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                               | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Angewandte Analytische Chemie</b>  |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                               | MWV   |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im WS             | <b>Dauer</b><br>1 Semester    | <b>Studiensemester</b><br>5   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                               |   |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>      | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Angewandte Analytische Chemie | V   | 3                   | 2  | 30 h               | 45 h                |
| 2   | Angewandte Analytische Chemie | Ü   | 1                   | 1  | 15 h               | 30 h                |
| <b>Summe</b>                                |                               |   | 4                   | 3  | 45 h               | 75 h                |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                               | Dr. Sebastian Zühlke  |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                               | Dr. Sebastian Zühlke  |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                               | Deutsch   |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                               | Keine   |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                               | Solide Grundkenntnisse in anorganischer und organischer Chemie  |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                               | Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                               | Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse der gängigen analytischen und instrumentellen Methoden. Diese Methoden können grundlegend erläutert, die Funktionsweise der Geräte erklärt und Anwendungsbereiche dargestellt werden.   |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                               | Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls MAAC in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende Methoden der analytischen Chemie einzuordnen.</li> <li>- Wissen im Bereich verschiedenster instrumenteller analytischer Geräte und deren Einsatzbereich (je nach Problemstellung) anzuwenden.</li> <li>- theoretische Hintergründe der Bestimmungsmethoden detailliert zu erklären.</li> </ul> |                     |  |                    |                     |

|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- erworbenes theoretisches Wissen zur praxisorientierten Lösung von analytischen Problemstellungen zu verwenden.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b>         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen der analytischen Chemie</li> <li>2. Methodvalidierung</li> <li>3. Techniken zur Probenvorbereitung und Analytseparation (GC, LC, SFC, DC, IC)</li> <li>4. Detektoren für GC (FID, PND, ECD, MS) und HPLC (DAD, Fluoreszenz, RI, ELSD, MS)</li> <li>5. Analyse leichtflüchtiger Verbindungen (Headspace, PAT)</li> <li>6. Metallbestimmung (AAS, AES, ICP-MS),</li> <li>7. Probenahme</li> <li>8. Anreicherungstechniken (LLE, SPE, SPME, FFE),</li> <li>9. Planung sowie Durchführung und Auswertung qualitativer und quantitativer instrumenteller Bestimmungen</li> <li>10. statistische Betrachtungen</li> </ol> |
| <b>Medienformen</b>   | Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte, Tafelbilder, online-Tests, weitere Arbeitsmaterialien  |
| <b>Literatur</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Matthias Otto: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2019</li> <li>- Schwedt, Schmidt, Schmitz: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2017</li> <li>- Ulf Ritgen: Analytische Chemie I + II, Springer-Verlag, 2019</li> <li>- H.-J. Hübschmann: Handbook of GC/MS, Wiley-VCH, 2009</li> <li>- Georg Schwedt: Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH, 2007</li> <li>- Bracher, F. et al.: Arbeitsbuch instrumentelle Analytik, Govi-Verlag GmbH, Eschborn, 2008</li> </ul>   |
| <b>Aktualisierung</b> |  |

|   |  |   |                     |   |                    |                     |
|---|--|---|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |  | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Umweltchemie</b>                 |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |  | MWV   |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>Jährlich im<br>SoSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester   | <b>Studiensemester</b><br>B. Sc. 5 oder 6<br>M. Sc. 1 bis 4 | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>M. Sc. Chemie<br>Fach: AnC<br>Schwerpunkt: M. M.<br>(hier Fach: AC oder OC)<br>M. Sc. Chemische Biologie<br>Fach: SoC<br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie<br>„studium oecologicum“ |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |  |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>   | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Umweltchemie   | V   | 3                   | 2   | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Seminar zu Umweltchemie  | S   | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |  |   | 4                   | 3   | 45 h               | 75 h                |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              | Dr. Sebastian Zühlke   |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           | Dr. Sebastian Zühlke   |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              | Deutsch  |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> | keine  |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           | Grundkenntnisse in anorganischer und organischer Chemie  |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          | Seminarvortrag (unbenotete Studienleistung) sowie Klausur oder mündliche Prüfung am Ende des Moduls, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO  |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            | Die Studierenden erlangen einen Überblick über die grundlegenden Zusammenhänge in den Umweltkompartimenten Wasser, Luft und Boden. Sie sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls fähig, komplexe Prozesse in der Umwelt, im Besonderen die Wechselwirkungen der verschiedenen Umweltkompartimente und der darin enthaltenen Stoffe, sowie deren Auswirkung auf das gesamte Ökosystem einzuordnen. |   |                     |   |                    |                     |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende Zusammenhänge in den Umweltkompartimenten Wasser, Luft und Boden zu erklären.</li> <li>- komplexe Prozesse in der Umwelt einzuordnen.</li> <li>- Wechselwirkungen/Prozesse der verschiedenen Umweltkompartimente und der enthaltenen Stoffe zu beschreiben.</li> <li>- Auswirkungen einzelner Einflüsse auf das gesamte Ökosystem zu erkennen.</li> <li>- vermitteltes theoretisches Wissen anzuwenden, um komplexe umweltchemische Probleme zu erkennen und zu bewerten.</li> <li>- Umweltverhalten von Chemikalien zu verstehen, vorherzusagen und beim wissenschaftlichen Arbeiten zu berücksichtigen</li> <li>- vermitteltes Wissen sicher zu präsentieren und zu diskutieren.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b>                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atmosphärenchemie <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aerosole</li> <li>- Ozon</li> <li>- Photochemie</li> <li>- Luftverschmutzung</li> <li>- Treibhauseffekt</li> <li>- Feinstaub</li> <li>- Smog</li> <li>- Abgasreinigung</li> </ul> </li> <li>2. Wasserchemie <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoffhaushalt der Gewässer</li> <li>- chemische Verschmutzungsindikatoren</li> <li>- physikalische Verhältnisse im Gewässer</li> <li>- Trinkwasseraufbereitung</li> <li>- Abwasserbehandlung</li> <li>- Eintrag und Verhalten von Wasserschadstoffen</li> </ul> </li> <li>3. Bodenchemie <ul style="list-style-type: none"> <li>- physikalische und chemische Bodenstruktur</li> <li>- Schwermetalle</li> <li>- saurer Regen</li> <li>- Fracking</li> <li>- Sorption, Mobilität und Abbau von organischen Schadstoffen</li> </ul> </li> <li>4. Allgemeine Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammensetzung und Bedeutung von Wasser, Boden und Luft</li> <li>- Stoffkreisläufe</li> <li>- Verbleib von organischen Schadstoffen (Distribution, Akkumulation, Abbau)</li> <li>- spezielle Xenobiotika/Stoffklassen (z.B. Pestizide, Arzneimittelrückstände)</li> <li>- neuste Trends und aktuelle Problemverbindungen</li> </ul> </li> </ol> |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Medienformen</b>   | Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte, Tafelbilder, online-Tests, weitere Arbeitsmaterialien   |
| <b>Literatur</b>      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Claus Bliefert: Umweltchemie, Wiley-VCH Weinheim, 2010</li><li>- Jürgen Schwörbel, Heinz Brendelberger: Einführung in die Limnologie, 9.Auflage, Spektrum Verlag, 2005</li><li>- Georg Schwedt: Taschenatlas der Umweltchemie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1996</li><li>- Ulrich Gisi: Bodenökologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1996</li><li>- Karl Fent: Ökotoxikologie: Umweltchemie – Toxikologie – Ökologie, 4.Auflage, Thieme Verlag, 2013</li></ul> |
| <b>Aktualisierung</b> | 12.04.2022  |

|   |                                      |  |                     |   |                    |                     |
|---|--------------------------------------|--|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                      | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Makromolekulare Chemie I</b>  |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                      | MWV  |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>WiSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester           | <b>Studiensemester</b><br>5  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>M. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                      |  |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>             | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Vorlesung „Makromolekulare Chemie I“ | V  | 3                   | 2   | 30                 | 60                  |
| 2   | Übungen zur Vorlesung                | Ü  | 1                   | 1   | 15                 | 15                  |
| <b>Summe</b>                                |                                      |  | <b>4</b>            | <b>3</b>  | <b>45</b>          | <b>75</b>           |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                |                                      | Prof. Dr. R. Weberskirch   |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent</b>                               |                                      | Prof. Dr. R. Weberskirch   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                      | Deutsch  |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                      | Abschluss der Module MACa und MOCa.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                      | Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie   |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                      | Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                      | Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Makromolekularen Chemie, insbesondere der Methoden der Synthese und Analyse makromolekularer Verbindungen. Sie können die Bedeutung der Stoffklasse der makromolekularen Verbindungen in Technik, Biologie und Medizin erläutern und das Wissen zur Lösung von Aufgabenstellungen im Grenzbereich von Chemie, Technik und Biowissenschaften anwenden. |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                      | Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- die historische Entwicklung des Fachgebiets der Polymerchemie zu erläutern.</li> <li>- die Einteilung der Polymere nach ihrem Herstellungsmechanismus, den Rohstoffen und den Verarbeitungsmethoden zu beschreiben.</li> </ul>  |                     |   |                    |                     |

|               |   |
|---------------|---|
|               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende Begrifflichkeiten der Polymerchemie sicher zu beherrschen und auf Vertreter dieser Stoffklasse anzuwenden.</li> <li>- detaillierte Synthesemechanismen zu Polymerisationen oder Stufenreaktionen an Beispielen zu erklären.</li> <li>- die wichtigsten analytischen Methoden zur Charakterisierung von Polymeren zu erläutern und geeignete analytische Methoden problemorientiert auswählen zu können.</li> <li>- Zusammenhänge zwischen Polymerstruktur und thermischen bzw. mechanischen Eigenschaften der Polymere zu erkennen das Wissen bei der Vorhersage von Materialeigenschaften zu nutzen.</li> <li>- vermitteltes theoretisches Wissen für den Entwurf von Lösungsstrategien zur Bearbeitung praktischer Problemstellungen selbstständig zu nutzen.</li> <li>- sich neues Wissen durch die Sichtung von Originalliteratur (Fachartikel in englischer Sprache) selbstständig zu erarbeiten.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in die Polymerchemie <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oligomere und Polymere</li> <li>- Nomenklatur</li> <li>- historische Entwicklung</li> <li>- Aufbauprinzipien</li> <li>- Konstitution von Polymerketten</li> <li>- Mikrostruktur und Taktizität</li> <li>- Einteilung der Polymere nach Rohstoffen<br/>Herstellungsverfahren, Technologie bzw. mechanischen und thermischen Eigenschaften</li> <li>- Thermodynamik von Polymerisationen</li> </ul> </li> <li>2. Synthesemethoden von Polymeren - Ketten- und Stufenreaktionen (Mechanismus und Kinetik) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Freie radikalische Polymerisation und Copolymerisation</li> <li>- Kontrollierte radikalische Polymerisation (z. B. RAFT, ATRP, NMP)</li> <li>- Anionische und kationische Polymerisation</li> <li>- Ziegler-Natta Polymerisation</li> <li>- Polykondensation und –additionsreaktionen (u.a. Polyester, Polyamide, Polyurethane)</li> <li>- Neue Entwicklungen in der Polymerchemie: Enzymatische Synthesen,</li> <li>- Methoden der Polymersynthese: Lösungspolymerisation, Emulsionspolymerisation, Substanzpolymerisation</li> </ul> </li> <li>3. Methoden zur Charakterisierung von Polymeren <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellvorstellungen zur Größenabschätzung eines Polymerknäuels</li> <li>- Spektroskopie an Polymeren (NMR, IR und UV/vis)</li> </ul> </li> </ol> |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"><li>- Methoden zur Molmassenbestimmung (GPC, Viskosimetrie, Membranosmose, MALDI-TOF, Endgruppenanalyse, Absolut-, Relativ- und Äquivalentmethoden, u. a.)</li><li>- Thermische Charakterisierung: thermische Übergänge 1. und 2.Ordnung, Glasübergangstemperatur (<math>T_g</math>) von Polymeren; Teilkristallinität in polymeren Festkörpern und strukturelle Voraussetzungen.</li><li>- Methoden zur Bestimmung des thermischen Verhaltens (Differential Scanning Calorimetrie (DSC); Thermogravimetrie (TGA))</li><li>- Mechanische Untersuchung von Polymeren (Zug Dehnungsdiagramme, Dynamisch-mechanische Thermoanalyse, Verlust- und Speichermodul u. a.)</li></ul> |
| <b>Medienformen</b> | Tafel; Folien; PowerPoint-Präsentation, Arbeitsmaterialien online (Inhalt, ausgewählte Folien, Fragen)   |
| <b>Literatur</b>    | Vorlesungsfolien und aktuelle Literaturverweise  |

|   |   |   |                     |  |                    |                     |
|---|---|---|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |   | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Klassische und neuere Synthesemethoden</b>   |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |   | MWV   |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>Jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester                        | <b>Studiensemester</b><br>B. Sc.: 5 oder 6<br>M. Sc.: 1 bis 4   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>Fach: OC<br>Schwerpunkt: M. M.<br>M. Sc. Chemische Biologie<br>Fach: SoC |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |   |   |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                          | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Klassische und neuere Synthesemethoden            | V   | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übungen zu Klassische und neuere Synthesemethoden | Ü   | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |   |   | <b>4</b>            | <b>3</b>   | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |   | Prof. Dr. N. Krause   |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |   | Prof. Dr. N. Krause   |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |   | Deutsch   |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |   | Keine   |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |   | Erfolgreicher Abschluss der Module MOCa und MOCb, MOC1P, MOCc   |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-Prüfungsleistungen</b>           |   | Mündliche Prüfung oder Klausur am Ende des Moduls in der vorlesungsfreien Zeit. Wiederholungsklausur in der vorlesungsfreien Zeit.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |   | Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über leistungsfähige und teilweise weniger bekannte Synthesemethoden und können anschließend das erworbene Wissen bei der Syntheseplanung selbstständig anwenden. |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |   | Am erfolgreichem Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,  |                     |  |                    |                     |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"><li>- die im Modul vermittelten Synthesemethoden und ihren mechanistischen Verlauf zu erläutern und ihre Ergebnisse vorherzusagen.</li><li>- erworbenes Wissen über Synthesemethoden für die Planung von Synthesen selbstständig zu nutzen.</li><li>- bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien für synthetische Fragestellungen zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li></ul> |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Grob-Fragmentierung</li><li>2. Favorskii-Umlagerung</li><li>3. Morita-Baylis-Hillman-Reaktion</li><li>4. Stereoselektive Radikalreaktionen</li><li>5. Nazarov-Cyclisierung</li></ol>  |
| <b>Medienformen</b> | Tafel und/oder PowerPoint-Präsentation   |
| <b>Literatur</b>    | Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften)  |

|   |                                 |   |                     |  |                    |                     |
|---|---------------------------------|---|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                       |                                 | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Synthesewissenschaft I</b>   |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                                 |                                 | MWV   |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                     | <b>Dauer</b><br>1 Semester      | <b>Studiensemester</b><br>B. Sc.: 5 oder 6<br>M. Sc.: 1 bis 4   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chem. Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>Fach: OC<br>Schwerpunkt: M. M.<br>M. Sc. Chem. Biologie<br>Fach: SoC |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                          |                                 |   |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                    | <b>Lehrveranstaltung</b>        | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Synthesewissenschaft I          | V   | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übung zu Synthesewissenschaft I | Ü   | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                  |                                 |   | 4                   | 3  | 45 h               | 75 h                |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                  |                                 | Prof. Dr. M. Hiersemann   |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent</b>                                 |                                 | Prof. Dr. M. Hiersemann   |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                                |                                 | Deutsch   |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>   |                                 | Keine   |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>             |                                 | Erfolgreicher Abschluss von MOCb  |                     |  |                    |                     |
| <b>Studienleistungen und Prüfungsleistung</b> |                                 | Schriftliche Modulprüfung   |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                              |                                 | Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Methoden zur selektiven Molekülstrukturmanipulation (Synthesewissenschaft) und können dieses Wissen zur Planung von Synthesen anwenden.   |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>         |                                 | Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br><br>- Taktiken und Strategien zur selektiven Molekülstrukturmanipulation zu erörtern und deren Vor- und Nachteile für die Lösung syntheseswissenschaftlicher Fragestellungen zu benennen. |                     |  |                    |                     |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Möglichkeiten zur Asymmetrischen Synthese mit und ohne asymmetrische Induktion zu erläutern.</li> <li>- vermitteltes Wissen zur Lösung synthetischer und retrosynthetischer Fragestellungen aus den Forschungsgebieten Naturstoffchemie, Wirkstoffstoffchemie und Materialchemie (Chemie der Materialmoleküle) zu nutzen und Synthesen demgemäß zu planen.</li> <li>- organisch-chemische Sachverhalte, einschließlich stereochemischer Modellvorstellungen, korrekt in Wort und Bild darzustellen.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zyklisierungsreaktionen mit Kohlenstoffradikalen</li> <li>2. nukleophile Substitution am <math>sp^3</math>-Kohlenstoffatom</li> <li>3. Übergangsmetall-katalysierte Substitution am Aromaten</li> <li>4. Synthese von C/C-Mehrfachbindungen durch Kondensationsreaktionen</li> <li>5. Lithiumorganyle</li> <li>6. Aldoladditionen unter asymmetrischer Induktion</li> <li>7. Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Suzuki-Kreuzkupplung und allylische Alkylierung</li> <li>8. Metathese mit Rutheniumcarbenkomplexen</li> <li>9. Metathese mit Rutheniumcarbenkomplexen</li> <li>10. Kettenverlängerung, Ringexpansion und Ringkontraktion durch nukleophile [1,2]-Umlagerung</li> <li>11. Claisen-Umlagerungen</li> <li>12. intramolekulare Diels-Alder-Reaktion</li> <li>13. 1,2-Difunktionalisierung von C/C-Mehrfachbindungen</li> <li>14. Fotochemie</li> </ol> <p>(Themen im wöchentlichen Wechsel. Die Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.)</p> |
| <b>Medienformen</b> | Unterricht mit Tafel, digitalisierte Vorlesung, digitalisiertes Vorlesungsskript, digitalisierte Übungsaufgaben  |
| <b>Literatur</b>    | Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung  |

|   |                                  |   |                     |  |                    |                     |
|---|----------------------------------|---|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                       |                                  | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Synthesewissenschaft II</b>  |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                                 |                                  | MWV   |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                     | <b>Dauer</b><br>1 Semester       | <b>Studiensemester</b><br>B. Sc. 5 oder 6<br>M. Sc. 1 bis 4   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chem. Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>Fach: OC<br>Schwerpunkt: M. M.<br>M. Sc. Chem. Biologie<br>Fach: SoC |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                          |                                  |   |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                    | <b>Lehrveranstaltung</b>         | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Synthesewissenschaft II          | V   | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übung zu Synthesewissenschaft II | Ü   | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                  |                                  |   | 4                   | 3  | 45 h               | 75 h                |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                  |                                  | Prof. Dr. M. Hiersemann   |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent</b>                                 |                                  | Prof. Dr. M. Hiersemann   |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                                |                                  | Englisch  |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>   |                                  | keine   |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>             |                                  | erfolgreicher Abschluss des Moduls MOCb   |                     |  |                    |                     |
| <b>Studienleistungen und Prüfungsleistung</b> |                                  | schriftliche Modulprüfung   |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                              |                                  | Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Methoden zur selektiven Molekülstrukturmanipulation (Synthesewissenschaft) und können dieses Wissen zur Planung von Synthesen anwenden.   |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>         |                                  | Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br><br>- Taktiken und Strategien zur selektiven Molekülstrukturmanipulation zu erörtern und deren Vor- und Nachteile für die Lösung syntheseswissenschaftlicher Fragestellungen zu benennen. |                     |  |                    |                     |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Möglichkeiten zur Asymmetrischen Synthese mit und ohne asymmetrischer Induktion zu erläutern.</li> <li>- vermitteltes Wissen zur Lösung synthetischer und retrosynthetischer Fragestellungen aus den Forschungsgebieten Naturstoffchemie, Wirkstoffstoffchemie und Materialchemie (Chemie der Materialmoleküle) zu nutzen und Synthesen demgemäß zu planen.</li> <li>- organisch-chemische Sachverhalte, einschließlich stereochemischer Modellvorstellungen, korrekt in Wort und Bild darzustellen.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b>       | <p>15. Zyklisierungsreaktionen mit Kohlenstoffradikalen<br/> 16. Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Intramolekulare Heck-Reaktion und Kreuzkupplung mit Enolaten<br/> 17. Dreiringssynthese: Zylopropanierungen<br/> 18. Fünfringsynthese: Pauson–Khand-Reaktion<br/> 19. Fünfringsynthese: Nazarov-Zyklisierung<br/> 20. Fünf- und Sechsringsynthese: intramolekulare Aldol-Kondensation, Robinson-Anellierung und Hajos–Parrish-Reaktion<br/> 21. Siebenringsynthese: Cope-Umlagerung<br/> 22. Siebenringsynthese: Rhodium(I)-katalysierte intramolekulare (5+2)-Zykloaddition<br/> 23. 1,3-dipolare Zykloaddition mit Azomethinyliden<br/> 24. 1,3-dipolare Zykloaddition mit Nitronen<br/> 25. nukleophile 1,2-Umlagerung zum Stickstoffatom<br/> 26. Allyloxydation mit Selendioxyd</p> <p>(Themen im wöchentlichen Wechsel. Die Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.)</p> |
| <b>Medienformen</b> | Unterricht mit Tafel, digitalisierte Vorlesung, digitalisiertes Vorlesungsskript, digitalisierte Übungsaufgaben  |
| <b>Literatur</b>    | Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung  |

|   |  |   |                     |  |                    |                      |
|---|--|---|---------------------|--|--------------------|----------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                       |  | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Synthesewissenschaft III</b>     |                     |  |                    |                      |
| <b>Kürzel</b>                                 |  | MWV   |                     |  |                    |                      |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                     | <b>Dauer</b><br>1 Semester   | <b>Studiensemester</b><br>B. Sc. 5 oder 6<br>M. Sc. 1 bis 4 | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>Fach: OC<br>Schwerpunkt: M. M.<br>M. Sc. Chem. Biologie<br>Fach: SoC |                    |                      |
| <b>Modulstruktur</b>                          |  |   |                     |  |                    |                      |
| <b>Nr.</b>                                    | <b>Lehrveranstaltung</b>   | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigen-Studium</b> |
| 1   | Synthesewissenschaft III   | V   | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                 |
| 2   | Übung zu Synthesewissenschaft III  | Ü   | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                 |
| <b>Summe</b>                                  |  |   | 4                   | 3  | 45 h               | 75 h                 |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                  | Prof. Dr. M. Hiersemann  |   |                     |  |                    |                      |
| <b>Dozent</b>                                 | Prof. Dr. M. Hiersemann  |   |                     |  |                    |                      |
| <b>Sprache</b>                                | Englisch   |   |                     |  |                    |                      |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>   | Keine  |   |                     |  |                    |                      |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>             | erfolgreicher Abschluss des Moduls MOCb  |   |                     |  |                    |                      |
| <b>Studienleistungen und Prüfungsleistung</b> | schriftliche Modulprüfung  |   |                     |  |                    |                      |
| <b>Lernziele</b>                              | Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Methoden zur selektiven Molekülstrukturmanipulation (Synthesewissenschaft) und können dieses Wissen zur Planung von Synthesen anwenden.  |   |                     |  |                    |                      |
| <b>Vermittelte Schlüsselkompetenzen</b>       | Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br><br>- verschiedene Taktiken und Strategien selektiver Molekülstrukturmanipulation zu erörtern und deren Vor- und Nachteile für die Lösung syntheseswissenschaftlicher Fragestellungen zu benennen. |   |                     |  |                    |                      |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Möglichkeiten zur Asymmetrischen Synthese mit und ohne asymmetrische Induktion zu erläutern.</li> <li>- vermitteltes Wissen zur Lösung synthetischer und retrosynthetischer Fragestellungen aus den Forschungsgebieten Naturstoffchemie, Wirkstoffstoffchemie und Materialchemie (Chemie der Materialmoleküle) zu nutzen und Synthesen demgemäß zu planen.</li> <li>- organisch-chemische Sachverhalte, einschließlich stereochemischer Modellvorstellungen, korrekt in Wort und Bild darzustellen.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>       | <p>27. Zyklisierungsreaktionen mit Kohlenstoffradikalen<br/> 28. Tolane und Tolanoide<br/> 29. Achmatowicz-Reaktion<br/> 30. Fischer-Indolsynthese<br/> 31. Pictet–Spengler-Reaktion, Bischler–Napieralski-Reaktion<br/> 32. Pinakol- und Semipinakol-Umlagerungen<br/> 33. Knoevenagel-Kondensation, Dieckmann-Kondensation<br/> 34. Mannich-Reaktion<br/> 35. Nicholas-Reaktion<br/> 36. Bindungsbildung zwischen Kohlenstoffatomen durch C-H-Insertion<br/> 37. Zyklisierungskaskaden<br/> 38. Fotochemie: de Mayo-Reaktion</p> <p>(Themen im wöchentlichen Wechsel. Eine Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.)</p> |
| <b>Medienformen</b> | Unterricht mit Tafel, digitalisierte Vorlesung, digitalisiertes Vorlesungsskript, digitalisierte Übungsaufgaben  |
| <b>Literatur</b>    | Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung  |

|   |  |   |                     |  |                    |                     |
|---|--|---|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |  | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Homogene Katalyse in der Organischen Synthese</b><br><i>(Homogenous catalysis in organic synthesis)</i>  |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |  | MWV   |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester                               | <b>Studiensemester</b><br>B. Sc.: 5 oder 6<br>M. Sc.: 1 bis 4   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>Fach: OC<br>Schwerpunkt: M. M.<br>M. Sc. Chemische Biologie<br>Fach: SoC |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |  |   |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                                 | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Homogene Katalyse in der Organischen Synthese            | V   | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übungen zu Homogene Katalyse in der Organischen Synthese | Ü   | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |  |   | <b>4</b>            | <b>3</b>   | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |  | JProf. Dr. M. M. Hansmann   |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |  | JProf. Dr. M. M. Hansmann und wissenschaftliche Mitarbeiter/innen   |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |  | Englisch  |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |  | Keine   |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |  | Solide Grundkenntnisse in Organischer Synthese (erfolgreicher Abschluss der Module MOCa und MOCb)   |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |  | Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.   |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |  | Die Studierenden erwerben fortgeschrittene und aktuelle Kenntnisse auf dem Gebiet der homogenen Katalyse und können diese in der organischen Syntheseplanung anwenden.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |  | Am Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendungen der homogenen Katalyse (mit und ohne Übergangsmetall) in der präparativen organischen Chemie zu erläutern.</li> </ul> |                     |  |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedeutung moderner Katalyseverfahren, im Hinblick auf neue Bindungsschnitte, für die Synthese komplexer organischer Verbindungen zu beschreiben.</li> <li>- Syntheseplanungskonzepte logisch zu analysieren und selbst zu planen.</li> <li>- erarbeitetes Wissen in der Syntheseplanung komplexerer organischer Moleküle, beispielsweise für die Synthese von Feinchemikalien oder Naturstoffen, anwenden zu können.</li> <li>- klassische Synthesekonzepte mit katalytischen Methoden zu verknüpfen und interdisziplinäre Lösungskonzepte für die Syntheseplanung zu erarbeiten.</li> <li>- Lösungsstrategien zu erarbeiten, zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b>       | <p>Wesentliche Konzepte der Homogenkatalyse mit (erster Teil der Vorlesung) und ohne Übergangsmetall-Katalysator (zweiter Teil) werden vorgestellt. Hierbei wird ein Schwerpunkt auf die Anwendung in der organischen Syntheseplanung gelegt (Vertiefung in der entsprechenden Übungsgruppe).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Palladium-Katalyse (Kreuzkupplungen, Allylische Substitution auch mit Iridium, Heck-Reaktionen, C-N Kupplungen, Pd-TMM Chemie)</li> <li>2. Tandem Reaktionen</li> <li>3. Ruthenium-Katalyse (Metathese: Alken, Alkin, Enin)</li> <li>4. C-H Aktivierung</li> <li>5. Gold Katalyse</li> <li>6. Cobalt und Kupfer Katalyse (Klick-Chemie)</li> <li>7. Katalytische Oxygenierungsreaktionen</li> <li>8. Organokatalyse (Enamin, Broensted-Säure-Katalyse)</li> <li>9. Frustrierte Lewis-Paar-Katalyse</li> <li>10. Photoredoxkatalyse</li> <li>11. Hauptgruppenkatalyse und Autokatalyse</li> </ol> <p>Anwendungen der Katalysetypen werden an aktuellen Beispielen aus der Naturstoffsynthese diskutiert.</p> |
| <b>Medienformen</b> | Tafel und/oder Powerpoint-Präsentation.   |
| <b>Literatur</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L. Kürti, B. Czako, „Strategic applications of named reactions in organic synthesis“, Elsevier Press 2005 (ISBN: 978-0124297852)</li> <li>2. L. S. Hegedus, B. C. G. Söderberg, „Transition Metals in the Synthesis of Complex Organic Molecules“ University Science Books, 2009 (ISBN: 978-1891389597)</li> <li>3. Organic Synthesis Workbooks (I/II/III), Wiley-VCH</li> </ol>  |

|   |                               |  |                     |  |                    |                     |
|---|-------------------------------|--|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                               | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Heterozyklenchemie</b><br><i>(Heterocyclic Chemistry)</i>   |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                               | MWV  |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester    | <b>Studiensemester</b><br>B. Sc.: 5 oder 6<br>M. Sc.: 1 bis 4  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>Fach: OC<br>Schwerpunkt: M. M.<br>M. Sc. Chemische Biologie<br>Fach: SoC |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                               |  |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>      | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Heterozyklenchemie            | V  | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übungen zu Heterozyklenchemie | Ü  | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                               |  | <b>4</b>            | <b>3</b>   | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                               | JProf. Dr. M. M. Hansmann  |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                               | JProf. Dr. M. M. Hansmann und wissenschaftliche Mitarbeiter/innen  |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                               | Englisch   |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                               | Keine  |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                               | Solide Grundkenntnisse in Organischer Chemie (erfolgreicher Abschluss der Module MOCa und MOCb)  |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                               | Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                               | Die Studierenden erwerben grundlegende, sowie aktuelle Kenntnisse auf dem Gebiet der Synthese, Eigenschaften und Anwendung von Heterozyklen. Sie können dieses erlernte Wissen zur Planung von Synthesen heterozyklischer Verbindungen anwenden. |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                               | Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls Heterozyklenchemie sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen und allgemeine Konzepte der Heterozyklenchemie zu erläutern.</li> </ul>                        |                     |  |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- vermitteltes Wissen in der Syntheseplanung und zur Benennung komplexerer Heterozyklen anzuwenden.</li> <li>- typische Reaktivitäten und Eigenschaften von heterozyklischen Verbindungen einschätzen zu können und Vorhersagen auf Grundlage ihres Wissens zu machen.</li> <li>- Relevanz von Heterozyklen z. B. in der pharmazeutischen Chemie und chemischen Biologie zu beschreiben.</li> <li>- klassische Synthesekonzepte mit katalytischen Methoden zu verknüpfen und Lösungskonzepte für die Syntheseplanung zu erarbeiten.</li> <li>- Synthesekonzepte logisch zu analysieren.</li> <li>- Lösungsstrategien zu erarbeiten, zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b>       | <p>Es werden folgende Schwerpunkte gesetzt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wesentliche Konzepte der Synthese, Eigenschaften, Reaktivitäten und Anwendungen von Heterozyklen.</li> <li>2. Systematische Abhandlung von Heterozyklen sortiert nach Ringgrößen (Dreiringe, Vierringe etc. bis hin zu makrozyklischen Ringen). Dabei werden die Systeme mit steigender Anzahl an Heteroatomen (O, N, S etc.) sortiert.</li> <li>3. Systematische Nomenklatur von Heterozyklen u. a. nach der Austausch-Nomenklatur und der Hantzsch-Widmann-Patterson Nomenklatur</li> <li>4. Typische Synthesestrategien (Paar-Knorr, Hantzsch Synthese, Fischer-Indol, etc.)</li> <li>5. Daneben werden Exkurse thematisiert, wie z.B. gespannte Kohlenwasserstoffe, Carbene, Aromatizität, 1,3-Dipole, Phosphorheterozyklen, biologisch relevante Heterozyklen oder aktuelle Themen.</li> </ol> |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, Zoom-Session und/oder Powerpoint-Präsentation.   |
| <b>Literatur</b>    | <p>“Heterocyclic Chemistry” Joule, Mills, Wiley 2010<br/> “The Chemistry of Heterocycles” Speicher, Eicher, Hauptmann, Wiley, 2013</p>  |

|   |                                   |   |                     |   |                    |                     |
|---|-----------------------------------|---|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                   | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Physikalische Chemie 4</b>   |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                   | MWV   |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester        | <b>Studiensemester</b><br>B. Sc. 5 oder 6<br>M. Sc. 1 bis 4   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>Fach: PC<br>Schwerpunkt: E. T.<br>M. Sc. Chemische Biologie<br>Fach: SoC |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                   |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>          | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Physikalische Chemie 4            | V   | 3                   | 2   | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übungen zu Physikalische Chemie 1 | Ü   | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                   |   | <b>4</b>            | <b>3</b>  | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                   | Prof. Dr. C. Czeslik  |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                   | N.N., Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, Prof. Dr. Kasanmascheff  |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                   | Deutsch   |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                   | Keine   |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                   | Erfolgreicher Abschluss der Module MPCa und MPCb  |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                   | Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                   | Die Studierenden erwerben im Modul grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Quantenstatistik und statistischen Thermodynamik und sind in der Lage, einfache Aufgaben und Problemstellungen aus diesen Gebieten selbständig zu analysieren und zu lösen.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                   | Am Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- erworbene Kenntnisse auf dem Gebiet der Quantenstatistik und statistischen Thermodynamik sowohl theoretisch als auch hinsichtlich ihrer praktischen Anwendung sicher zu beherrschen.</li> </ul> |                     |   |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- vermittelte theoretische Kenntnisse bei der Anwendung spektroskopischer Analyseverfahren zu nutzen.</li> <li>- erworbenes theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu verwenden.</li> <li>- grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen.</li> <li>- eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>       | <p><b>Statistische Beschreibung der Materie - Grundlagen und Anwendungen in Chemie und Biowissenschaften:</b></p> <p><b>1. Grundlagen der statistischen Mechanik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensembletheorie,</li> <li>- Boltzmannverteilung,</li> <li>- Zustandssummen,</li> <li>- Zusammenhang mit thermodynamischen Größen,</li> <li>- Gleichverteilungssatz.</li> </ul> <p><b>2. Grundlagen der Quantenstatistik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Molekülzustandssumme,</li> <li>- Systeme aus ununterscheidbaren Teilchen,</li> <li>- Maxwell-Boltzmann-, Fermi-Dirac- und Bose-Einstein-Statistik.</li> </ul> <p><b>3. Anwendungen der statistischen Thermodynamik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnung chemischer Gleichgewichte,</li> <li>- Absolutberechnung von Reaktionsgeschwindigkeiten,</li> <li>- reale Gase,</li> <li>- Flüssigkeiten,</li> <li>- Wärmekapazität von Festkörpern,</li> <li>- Computersimulationsmethoden (Molekulardynamik- und Monte Carlo-Verfahren).</li> </ul> |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, Beamer (Power-Point-Präsentation), Vorlesungsunterlagen als PDF  |
| <b>Literatur</b>    | <p>C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, Vieweg+Teubner, 4. Auflage, 2010.</p> <p>P. W. Atkins, J. de Paula, J. J. Keeler, Physikalische Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2021.</p> <p>G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012.</p>   |

|   |   |   |                     |   |                    |                     |
|---|---|---|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |   | Wahlpflichtvorlesung<br><b>EPR-Spektroskopie</b>  |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |   | MWV   |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester                                  | <b>Studiensemester</b><br>5 oder 6 (B. Sc.)<br>1 bis 4 (M. Sc.)   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B.Sc. Chemie<br>B.Sc. Chemische Biologie<br>M. Sc. Chemie<br>M. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |   |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>                                    | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Grundlagen und Anwendungen der EPR-Spektroskopie            | V   | 3                   | 2   | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übungen zu Grundlagen und Anwendungen der EPR-Spektroskopie | Ü   | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |   |   | 4                   | 3   | 45 h               | 75 h                |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |   | Prof. Dr. Müge Kasanmascheff  |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |   | Prof. Dr. Müge Kasanmascheff  |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |   | Englisch  |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |   | B. Sc. in Chemie oder Chemischer Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)   |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |   | Ausreichende Chemie- und Physikkenntnisse, wie sie z.B. in den Modulen MPCb (Vorlesung Physikalische Chemie 3) und MPa (Vorlesung Physik für Chemiestudierende 1) vermittelt werden, werden für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Grundkenntnisse in Biochemie sind außerdem vorteilhaft, werden aber nicht vorausgesetzt. |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |   | Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben. Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |   | Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse der <i>electron paramagnetic resonance</i> (EPR)-Spektroskopie und sind anschließend fähig Anwendungen und Grenzen der EPR-Spektroskopie zur Lösung biologisch-chemischer Fragestellungen zu beurteilen.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |   | Durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,   |                     |   |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Grundlagen und Anwendungen der EPR-Spektroskopie zu erklären und die Vorteile und Grenzen der EPR-Spektroskopie logisch zu analysieren.</li> <li>- die Bedeutung von Radikalen und ihrer Chemie in essentiellen Enzymen und Biomolekülen sowie die die Charakterisierung von Metall-Cofaktoren mittels EPR-Spektroskopie zu erläutern.</li> <li>- die Nutzung von Spinmarkierungen für die Untersuchung von Struktur und Funktion von Biomolekülen erklären.</li> <li>- das erlernte Grundlagenwissen und die erarbeiteten Lösungsstrategien bei der Auswahl geeigneter EPR-Experimente zu nutzen und deren Ergebnisse kritisch zu analysieren.</li> <li>- bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paramagnetismus</li> <li>- Eigenschaften eines ungepaarten Elektrons (Elektronenspin)</li> <li>- Wechselwirkungen des Elektronenspins</li> </ul> </li> <li>2. Continuous-wave EPR <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relaxation und Sättigung</li> <li>- Multifrequenz-EPR</li> <li>- Hyperfeinkopplung in Lösung</li> <li>- Analyse von EPR-Spektren</li> </ul> </li> <li>3. Gepulste EPR <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anisotropie in festem Zustand</li> <li>- Hyperfeinkopplung in festem Zustand</li> <li>- Doppel-Resonanz-Methoden der EPR-Spektroskopie</li> </ul> </li> <li>4. EPR in der Biologie <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spinsonden – Spinmarkierung zur Untersuchung konformeller Änderungen von Proteinen</li> <li>- Aminosäurenradikale – Tyrosinradikale, essenziell für das Leben</li> <li>- Metall-Cofaktoren – Aufklärung des FeMo-Cofactors der Nitrogenase</li> </ul> </li> </ol> |
| <b>Medienformen</b> | Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Folien, Übungszettel  |
| <b>Literatur</b>    | M. Brustolon, E. Giamello, Electron Paramagnetic Resonance: A Practitioner's Toolkit, Wiley, 2009.<br>A. Lund, M. Shiotani, S. Shimada, Principles and Applications of ESR Spectroscopy, Springer, 2011.  |

|   |  |  |                     |  |                    |                     |
|---|--|--|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |  | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Funktionelle Membranmimetika</b>  |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |  | MWV  |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>Jährlich im<br>SoSe        | <b>Dauer</b><br>1 Semester             | <b>Studiensemester</b><br>6  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chem. Biologie<br>B. Sc. Chem. |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |  |  |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>               | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Vorlesung Funktionelle Membranmimetika | V  | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übung zu Funktionelle Membranmimetika  | Ü  | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |  |  | 4                   | 3  | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |  | Dr. Leonhard H. Urner  |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent</b>                               |  | Dr. Leonhard H. Urner  |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |  | Deutsch  |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |  | Keine  |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |  | Solide Grundlagen der physikalischen Chemie, strukturelle Repräsentation von Biomolekülen, Formeldarstellung von chemischen Strukturen   |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |  | Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO   |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |  | Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse zu Membranmimetika, analytischen Methoden für die Charakterisierung von Membranmimetika und die Anwendung dieser Kenntnisse auf wissenschaftliche Problemstellungen.   |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |  | Durch erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende Konzepte und analytische Methoden für die Charakterisierung von Membranmimetika beschreiben.</li> <li>- die vermittelten Konzepte und analytischen Methoden für die Charakterisierung von</li> </ul> |                     |  |                    |                     |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <p>Membranmimetika verallgemeinern und auf Problemstellungen anwenden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geeignete Konzepte und analytischen Methoden von Membranmimetika für die Bearbeitung individueller Problemstellungen identifizieren.</li> <li>- die Tauglichkeit eines Forschungsansatzes zur Lösung einer wissenschaftlichen Problemstellung bewerten.</li> </ul>   |
| <b>Inhalt</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definition und Bedeutung funktioneller Membranmimetika</li> <li>2. Aufbau und Eigenschaften funktioneller Membranmimetika: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seifen</li> <li>- Lipide</li> <li>- synthetische Polymere</li> <li>- Peptide</li> <li>- Bizellen</li> <li>- Nanodiscs</li> <li>- Liposomen</li> <li>- Modelmembranen</li> </ul> </li> <li>3. Methoden für die Analyse funktioneller Membranmimetika: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensiometrie</li> <li>- Dynamische Lichtstreuung</li> <li>- NMR Spektroskopie</li> <li>- Massenspektrometrie</li> <li>- optische Spektroskopie</li> <li>- Kalorimetrie</li> </ul> </li> <li>4. Anwendungsbeispiele von funktionellen Membranmimetika im Alltag, Grundlagenforschung und Medizin</li> </ol> |
| <b>Medienformen</b> | Powerpoint Folien (PDF), Übungsblätter (PDF), Kahoot!  |
| <b>Literatur</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buch: Advances in Biomembranes and Lipid Self-Assembly, Elsevier, 2019</li> <li>- Buch: Supramolecular Chemistry: Fundamentals and Applications, Oxford, 2022</li> </ul>  |

|   |                                 |  |                     |  |                    |                     |
|---|---------------------------------|--|---------------------|--|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                 | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Molekulare Onkologie</b>  |                     |  |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                 | MWV  |                     |  |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>Jährlich                   | <b>Dauer</b><br>1 Semester      | <b>Studiensemester</b><br>5  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                 |  |                     |  |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>        | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>   | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Molekulare Onkologie            | V  | 3                   | 2  | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übungen zu Molekulare Onkologie | Ü  | 1                   | 1  | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                 |  | <b>4</b>            | <b>3</b>   | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |                                 | Prof. Dr. J. Hengstler   |                     |  |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |                                 | Prof. Dr. J. Hengstler, Dr. C. Cadenas, Dr. R. Marchan   |                     |  |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                 | Deutsch, Englisch  |                     |  |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                 | keine  |                     |  |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                 | Kenntnisse der Molekularen Zellbiologie, der Biochemie und Molekularbiologie sowie der Biochemie des Stoffwechsels   |                     |  |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                 | Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                 | Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis der molekularen Grundlagen der Krebsentstehung.  |                     |  |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                 | Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lerninhalten aus verschiedenen Fächern (Stoffwechselbiochemie, Zellbiologie, Biochemie und Molekularbiologie, Immunologie) zu miteinander in Beziehung zu setzen, um z. B. komplexe Wechselwirkungen zwischen Krebszellen und ihrer Umgebung zu verstehen.</li> <li>– die molekularen Mechanismen der Krebsentstehung und -Progression im Detail zu erläutern.</li> <li>– die Angriffspunkte von Tumorzellen bzw. Tumorentitäten mit therapeutischer Nutzbarkeit sowie auch die Entwicklung von</li> </ul> |                     |  |                    |                     |

|               |   |
|---------------|---|
|               | <p>Überlebensmechanismen und Therapie-resistenz zu verstehen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>in-vitro</i>- und <i>in-vivo</i>-Modelle und Techniken, die zur Untersuchung von Krebs im Labor verwendet werden, zu beurteilen.</li> <li>- das erworbene Wissen zum verantwortungsbewussten Umgang mit Krebsrisikofaktoren und für die Krebsprävention zu nutzen.</li> <li>- mit Primärliteratur und experimentellen Daten kritisch umzugehen und sie auszuwerten.</li> <li>- vermitteltes Wissen sicher zu präsentieren und zu diskutieren.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung zu Krebs, Klassifikation und Eigenschaften von Tumoren</li> <li>2. Ursachen der Tumorentstehung:       <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mutagene und Karzinogene</li> <li>- genetische Prädisposition</li> <li>- "life style"</li> </ul> </li> <li>3. Mechanismen der Tumorentstehung:       <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onkogene und Tumorsuppressorgene</li> <li>- Stufenmodell der Karzinogenese</li> </ul> </li> <li>4. Die Tumorzelle:       <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zellzyklus</li> <li>- Reparatursysteme</li> <li>- Zelltod</li> <li>- Autophagie</li> <li>- Seneszenz</li> </ul> </li> <li>5. Maligne Progression       <ul style="list-style-type: none"> <li>- molekulare Grundlagen</li> <li>- Mechanismen und Stadien (Invasives Wachstum, epithelial-mesenchymale Transition (EMT), Metastasierung, Angiogenese)</li> </ul> </li> <li>6. Signalwege in Tumoren, z.B.:       <ul style="list-style-type: none"> <li>- MAPK,</li> <li>- PI3K/AKT</li> <li>- WNT</li> <li>- p53/Rb</li> <li>- TGFbeta/SMAD</li> <li>- JAK/STAT</li> <li>- NFkB</li> </ul> </li> <li>7. Tumorstoffwechsel:       <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glucose Stoffwechsel</li> <li>- Glutamine-Stoffwechsel</li> <li>- Lipid-Stoffwechsel</li> <li>- Tumor-Hypoxie</li> <li>- Heterogenität und Anpassungsfähigkeit</li> </ul> </li> <li>8. Tumor-Stroma Interaktionen</li> <li>9. Krebstherapie:       <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chemotherapie</li> <li>- Radiotherapie</li> <li>- Hormontherapie</li> <li>- Inhibition von Signalwege</li> </ul> </li> </ol> |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Immuntherapien</li> <li>- mRNA-basierte Immuntherapie</li> <li>- Entwicklung von Therapieresistenz</li> </ul> <p>10. Methoden und Modelle in der Tumorforschung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in vitro Modelle,</li> <li>- in vivo Mausmodelle, z.B. Xenograftmodelle</li> </ul> <p>11. Ggf. weitere aktuelle Themen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fettleibigkeit und Krebs</li> <li>- Circadianer Rhythmus und Chronotherapie</li> </ul> |
| <b>Medienformen</b> | Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend), Übungsfragen   |
| <b>Literatur</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– R. A. Weinberg, The Biology of Cancer, Garland Science, Taylor &amp; Francis Group, LLC, 2014</li> <li>– F. Pezzella, M. Tavassoli. Oxford Textbook of Cancer Biology, Oxford, 2019</li> <li>– C. Wagener, O. Müller, Molekulare Onkologie: Entstehung, Progression, klinische Aspekte, Thieme, 2022</li> <li>– Aktuelle Originalliteratur</li> </ul>  |

|   |                                    |  |                     |   |                    |                     |
|---|------------------------------------|--|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |                                    | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Chemikalienrecht und Arbeitsschutz</b>  |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |                                    | MWV  |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jährlich im<br>SoSe        | <b>Dauer</b><br>1                  | <b>Studiensemester</b><br>6  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chem. Biologie |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |                                    |  |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>           | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Chemikalienrecht und Arbeitsschutz | V  | 3                   | 2   | 30 h               | 60 h                |
| 2   | Übungen                            | Ü  | 1                   | 1   | 15 h               | 15 h                |
| <b>Summe</b>                                |                                    |  | <b>4</b>            | <b>3</b>  | <b>45 h</b>        | <b>75 h</b>         |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                |                                    | N. N.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozenten</b>                             |                                    | Dr. Vivien Lange   |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |                                    | Deutsch  |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |                                    | Keine  |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |                                    | -  |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |                                    | Studienleistung: Projektarbeit/Hausarbeit/Präsentation.<br>Modulprüfung: Klausur.<br>Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |                                    | Die Studierenden vertiefen durch das Modul ihre Grundkenntnisse der Toxikologie, welche sie im Modul Rechtskunde und Toxikologie für Chemiker (MTO) erworben haben. Sie erwerben Kenntnisse zu verschiedenen Aspekten des Chemikalienrechts, der Chemikaliensicherheit und des Arbeitsschutzes. Sie können durch den erfolgreichen Abschluss dieser Veranstaltung durch Bestehen der Klausur die <i>ingeschränkte Sachkunde</i> gemäß ChemVerbotsV auf die Sachkunde für das Inverkehrbringen giftiger und sehr giftiger Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel erweitern (Erwerb der <i>umfassenden Sachkunde</i> ). |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |                                    | Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage:  |                     |   |                    |                     |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundansätze der toxikologischen Stoffbewertung zu erläutern (im Rahmen des Erwerbs der erweiterten Sachkunde) und auf Fallbeispiele anzuwenden.</li> <li>- Prinzipien der Gefährdungsbeurteilung von Arbeitsplätzen zu erklären und diese problemorientiert anwenden zu können.</li> <li>- Bedeutung der Toxikologie bezüglich der Themenfelder Ökonomie und Ökologie zu diskutieren.</li> <li>- erworbenes Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen in Form von Fallbeispielen zu nutzen.</li> <li>- bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul> |
| <b>Inhalt</b>       | <p>Die Vorlesung soll die Inhalte der Veranstaltung „Rechtskunde und Toxikologie für Chemiker“ (Modul MTO, 1. Semester) vertiefen und erweitern:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vertiefung der Grundkenntnisse in der regulatorischen Toxikologie und Chemikalienrecht, insbesondere Biozid- und Pflanzenschutzmittelrecht.</li> <li>2. Vertiefung der Grundkenntnisse auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes bei Chemikalien.</li> </ol>  |
| <b>Medienformen</b> | PowerPoint-Präsentation, Tafelbilder  |
| <b>Literatur</b>    |   |

|   |   |   |                     |   |                    |                     |
|---|---|---|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |   | Wahlpflichtvorlesung<br><b>Berufsqualifizierende Veranstaltungen</b>  |                     |   |                    |                     |
| <b>Kürzel</b>                               |   | MWV   |                     |   |                    |                     |
| <b>Turnus</b><br>jedes Semester             | <b>Dauer</b><br>1 Semester  | <b>Studiensemester</b><br>5 oder 6 (B. Sc.)<br>1 bis 4 (M. Sc.)   | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemie<br>B. Sc. Chemische Biologie<br>M.Sc. Chemie<br>Fach: SoN<br>M.Sc. Chemische Biologie<br>Fach: SoN |                    |                     |
| <b>Modulstruktur</b>                        |   |   |                     |   |                    |                     |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>  | <b>Typ</b>  | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenzzeit</b> | <b>Eigenstudium</b> |
| 1   | Berufsqualifizierende Veranstaltung nach Vorgabe durch die Fakultät | V/Ü   | 4                   | 3   | 45 h               | 75 h                |
| <b>Summe</b>                                |   |   | 4                   | 3   | 45 h               | 75 h                |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |   | Dr. Markus Schürmann  |                     |   |                    |                     |
| <b>Dozent(in)</b>                           |   | Verschiedene Dozentinnen und Dozenten.<br>Die zugelassenen Lehrveranstaltungen und die entsprechenden Dozentinnen und Dozenten werden per Aushang jedes Semester veröffentlicht.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Sprache</b>                              |   | Deutsch, Englisch   |                     |   |                    |                     |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |   | Keine   |                     |   |                    |                     |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |   | Die Studierenden sollten in der Endphase des Bachelor-Studiums sein und einschätzen können, welche Kompetenzen für das spätere Berufsleben wichtig sind. Die Voraussetzungen für die Lehrveranstaltungen sind unterschiedlich. Bei fachlichen Veranstaltungen können Vorkenntnisse erforderlich sein. |                     |   |                    |                     |
| <b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>          |   | Modulprüfung: Prüfungsform nach Vorgabe in der Lehrveranstaltung bzw. wie per Aushang vorgegeben.   |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernziele</b>                            |   | Die Studierenden erlangen Kenntnissen und Kompetenzen, die für das spätere Berufsleben wichtig sind.  |                     |   |                    |                     |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b>       |   | Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,  |                     |   |                    |                     |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- sich mit den Fachkulturen anderer Fächer konstruktiv auseinanderzusetzen.</li> <li>- das erworbene theoretische Wissen in der beruflichen Praxis bei der Analyse und Lösung von Problemstellungen anzuwenden.</li> <li>- Ergebnisse fachsprachlich angemessen mündlich und schriftliche zu präsentieren.</li> <li>- durch die Kenntnis anderer Fachkulturen mit Mitarbeitern dieser Fächer interdisziplinär zusammenzuarbeiten.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>       | <p>Die Fakultät Chemie veröffentlicht jedes Semester eine Liste mit Lehrveranstaltungen, die als berufsqualifizierende Veranstaltungen denkbar sind. Es müssen mindestens 4 Credits erworben werden. Wenn für eine Veranstaltung weniger als 4 Leistungspunkten vergeben werden, sind zwei Veranstaltungen zu besuchen, wobei insgesamt nur 4 Credits angerechnet werden können.</p> <p>Die Inhalte der Lehrveranstaltungen können sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhalte der Lehrveranstaltungen können</li> <li>- statistische Methoden</li> <li>- Soft Skills</li> <li>- Managementmethoden</li> <li>- Arbeitswissenschaften</li> <li>- Privatrecht</li> <li>- Konflikt-Management</li> <li>- Qualitätsmanagement</li> <li>- Polymere</li> <li>- Toxikologie</li> <li>- Chemikalienrecht</li> <li>- Marketing</li> <li>- Wirtschaftswissenschaften</li> <li>- Präsentation</li> <li>- Themen aus dem Anwendungsbereich von chemischen Produkten aus dem Bereich des Bio- und Chemieingenieurwesens</li> <li>- etc.</li> </ul> <p>Nähere Informationen zu den Lehrveranstaltungen sind den entsprechenden Modulhandbüchern der jeweiligen Fakultäten zu entnehmen.</p> <p>Bei Lehrveranstaltungen, die nicht als Wahlmöglichkeit für die Berufsqualifizierenden Veranstaltungen veröffentlicht wurden, die aber auch zum Bereich der berufsqualifizierenden Veranstaltungen gezählt werden können, ist eine Anerkennung auf Antrag an den Prüfungsausschuss möglich.</p> |
| <b>Medienformen</b> | Tafelbild und/oder PowerPoint-Präsentation und andere (abhängig von Dozentin bzw. Dozent)  |

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Literatur</b> | Wird von der entsprechenden Dozentin bzw. dem Dozenten bekanntgegeben. |
|------------------|--|

|   |   |  |                     |   |                          |                           |
|---|---|--|---------------------|---|--------------------------|---------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>                         |   | <b>Vertiefung auf dem Gebiet der Bachelorarbeit</b>  |                     |   |                          |                           |
| <b>Kürzel</b>                                   |   | MVB  |                     |   |                          |                           |
| <b>Turnus</b><br>Permanent<br>möglich           | <b>Dauer</b><br>3 Wochen                        | <b>Studiensemester</b><br>6  | <b>Credits</b><br>4 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische<br>Biologie |                          |                           |
| <b>Modulstruktur</b>                            |   |  |                     |   |                          |                           |
| <b>Lf.Nr.</b>                                   | <b>Lehrveranstaltung</b>                        | <b>Typ</b>   | <b>CP</b>           | <b>SWS</b>  | <b>Präsenz-<br/>zeit</b> | <b>Eigen-<br/>studium</b> |
| 1   | Vertiefung auf dem Gebiet der<br>Bachelorarbeit | P  | 4                   | 6   | 90 h                     | 30 h                      |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>                  |   | Betreuer/in der Bachelorarbeit gemäß § 14 der<br>Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Chemische<br>Biologie.  |                     |   |                          |                           |
| <b>Dozent(in)</b>                               |   | Modulverantwortliche(r)  |                     |   |                          |                           |
| <b>Sprache</b>                                  |   | Deutsch  |                     |   |                          |                           |
| <b>Voraussetzungen nach<br/>Prüfungsordnung</b> |   | Voraussetzung für die Zulassung zum Vorbereitungs- und<br>Orientierungspraktikum ist neben dem Vorliegen der Zulassung<br>zur Bachelorprüfung (§ 9 PO) der erfolgreiche Abschluss aller<br>Studienmodule, die nach dem Studienplan bis zum Ende des<br>fünften Fachsemesters abgeschlossen werden. Dabei dürfen<br>zwei Leistungsnachweise, einer des 5. Semesters und einer<br>des 3. bis 5. Semesters, noch fehlen. Praktika, die nach dem<br>Studienplan im 1. bis 5. Semester stattfinden, müssen<br>abgeschlossen sein. |                     |   |                          |                           |
| <b>Empfohlene<br/>Voraussetzungen</b>           |   |  |                     |   |                          |                           |
| <b>Studien-<br/>/Prüfungsleistungen</b>         |   | Modulprüfung (unbenotet): Durchführung aller gestellten<br>Praktikumsaufgaben. Protokoll über das Praktikum und<br>Arbeitsplan für eine mögliche Bachelorarbeit; Bewertung durch<br>die Betreuerin bzw. den Betreuer der Bachelorarbeit.   |                     |   |                          |                           |
| <b>Lernziele</b>                                |   | Die Studierenden gewinnen Einblicke in die Forschung des<br>gewählten Arbeitskreises zur Orientierung und<br>Entscheidungsfindung bezüglich des Themas der<br>Bachelorarbeit. Das Modul dient der Vorbereitung der<br>Studierenden auf die Bachelorarbeit.   |                     |   |                          |                           |
| <b>Lernergebnisse und<br/>Kompetenzen</b>       |   | Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die<br>Studierende in der Lage,<br><br>- das erworbene theoretische Wissen zur Erarbeitung<br>von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer<br>Problemstellungen zu nutzen.   |                     |   |                          |                           |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | <ul style="list-style-type: none"><li>- ein kleines Projekt eigenständig zu planen, vorzubereiten und durchzuführen.</li><li>- einen Laborarbeitsplatz zu beziehen und ihn gemäß den Anforderungen an die gestellten Arbeiten zu präparieren.</li><li>- kommerziell erhältliche Chemikalien zu beschaffen bzw. Edukt-Chemikalien zu synthetisieren.</li><li>- Experimente unter Beachtung von Arbeits- und Umweltschutzregeln zu planen und vorzubereiten.</li><li>- Literatur zu einem gestellten Thema zu recherchieren und zu gliedern.</li><li>- gestellte Aufgaben eigenverantwortlich und fristgerecht zu erledigen.</li><li>- in einem Forschungslabor kollegial mit anderen zusammenzuarbeiten.</li></ul> |
| <b>Inhalt:</b>        | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Wissenschaftliche Experimente</li><li>2. Literaturrecherche</li><li>3. Strukturierung der geplanten Aufgaben</li><li>4. Planung und Aufbau von Apparaturen</li><li>5. Beschaffung von Chemikalien bzw. Synthese von Edukt-Chemikalien</li></ol>  |
| <b>Aktualisierung</b> | Geändert aufgrund eines Fakultätsratsbeschlusses vom 09.12.2015   |

|   |  |   |                      |  |
|---|--|---|----------------------|--|
| <b>Modulbezeichnung</b>                     |  | <b>Bachelorarbeit und Disputation</b>   |                      |  |
| <b>Kürzel</b>                               |  |   |                      |  |
| <b>Turnus</b>                               | <b>Dauer</b><br>10 Wochen reguläre Bearbeitungszeit der Bachelorarbeit | <b>Studien-semester</b><br>6  | <b>Credits</b><br>15 | <b>Zuordnung Curriculum</b><br>B. Sc. Chemische Biologie |
| <b>Modulstruktur</b>                        |  |   |                      |  |
| <b>Nr.</b>                                  | <b>Lehrveranstaltung</b>   |   |                      | <b>CP</b>  |
| 1   | Bachelorarbeit   |   |                      | 12   |
| 2   | Disputation  |   |                      | 3  |
| <b>Summe</b>                                |  |   |                      | <b>15</b>  |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>              |  | Studiendekan/in   |                      |  |
| <b>Dozent(in)</b>                           |  | Betreuer/in der Bachelorarbeit gemäß § 14 der Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Chemische Biologie.   |                      |  |
| <b>Sprache</b>                              |  | Deutsch   |                      |  |
| <b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b> |  | Voraussetzung für die Zulassung zur Bachelorarbeit ist neben dem Vorliegen der Zulassung zur Bachelorprüfung (§ 9 PO) der erfolgreiche Abschluss aller Studienmodule, die nach dem Studienplan bis zum Ende des fünften Fachsemesters abgeschlossen werden. Dabei dürfen zwei Leistungsnachweise, einer des 5. Semesters und einer des 3. bis 5. Semesters, noch fehlen. Praktika, die nach dem Studienplan im 1. bis 5. Semester stattfinden, müssen abgeschlossen sein. |                      |  |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>           |  | Keine   |                      |  |
| <b>Studien-/ Prüfungsleistungen</b>         |  | In dem Modul werden zwei benotete Teilleistungen absolviert:<br>Teilleistung 1: Abschlussarbeit von ca. 30 DIN-A4-Seiten<br>Teilleistung 2: Fakultätsöffentliche Disputation mit Vortrag und Diskussion.<br>Die Gewichtung der Noten erfolgt gemäß der oben angegebenen Anzahl an Credits.<br><br>Wiederholungsmöglichkeit gemäß PO.  |                      |  |
| <b>Lernziele</b>                            |  | Die Studierenden erlernen eine im Umfang angemessene experimentelle oder theoretische Aufgabe aus dem Gebiet der Chemischen Biologie innerhalb einer vorgegebenen Frist zu strukturieren und auf der Grundlage bekannter Verfahren unter  |                      |  |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | wissenschaftlichen Gesichtspunkten selbstständig fristgerecht zu bearbeiten und fachwissenschaftlich angemessen schriftlich darzustellen. Die Studierenden können im Rahmen einer Disputation zeigen, dass sie das selbst durchgeführte Projekt im Zusammenhang darstellen, die gewählte Vorgehensweise begründen und in einer Diskussion verteidigen können.   |
| <b>Lernergebnisse und Kompetenzen</b> | <p>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- das erworbene theoretische Wissen der Chemischen und ihrer Nachbardisziplinen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen.</li> <li>- Literatur zu einem gestellten Thema vollständig zu recherchieren und zu gliedern.</li> <li>- eine wissenschaftliche Arbeit unter Anleitung zu planen, durchzuführen und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren.</li> <li>- Experimente vorzubereiten und unter Beachtung von Arbeits- und Umweltschutzregeln verantwortungsbewusst durchzuführen. *)</li> <li>- aus Berechnungen bzw. analytischen Messungen anfallendes Datenmaterial zu prozessieren, die Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu hinterfragen.</li> <li>- die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Gesamtzusammenhang der bereits vorhandenen (publizierten) Erkenntnisse differenziert einzuordnen.</li> <li>- eine wissenschaftliche Arbeit nach vorgegebenem Umfang und vorgegebener Formatierung gemäß der in der Chemischen Biologie verwendeten Methodik schriftlich niederzulegen.</li> <li>- die Resultate der wissenschaftlichen Tätigkeit in einem Vortrag von zeitlich begrenztem Umfang zu präsentieren, die Vorgehensweise zu begründen und in einer Diskussion in einem erweiterten fachlichen Rahmen zu verteidigen.</li> <li>- gestellte Aufgaben eigenverantwortlich und fristgerecht zu erledigen.</li> <li>- in einem Forschungslabor kollegial und verantwortungsbewusst mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul> <p>*) entfällt bei rein theoretischen Arbeiten</p> |
| <b>Inhalt:</b>                        | Durchführung experimenteller oder theoretischer Arbeiten aus dem Gebiet der Chemischen Biologie mit z. B. mikrostrukturtechnischem, biochemischem, molekularbiologischem, bioorganisch-synthetischem, zellbiologischem, biophysikalischem, strukturbiologischem, mikrobiologischem und bioinformatischem Schwerpunkt.   |
| <b>Literatur</b>                      | Aktuelle wissenschaftliche Literatur aus den o. g. Bereichen  |