

MASTERSTUDIENGANG WIRK- und NATURSTOFFCHEMIE

Modulhandbuch

Naturwissenschaftliche Fakultät
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

STAND 15.04.2013

Inhaltsverzeichnis

Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie – Pflichtmodule	3
Wirkstoffmechanismen und -darstellung	4
Stereokontrolle und Biogenese von Naturstoffen	8
Praktikum Natur- und Wirkstoffchemie	12
Computational Chemistry	14
Wirk- und Naturstoffanalytik	16
Wirkstoffdarstellung 2	19
Naturstoffsynthese	22
Forschungsprojekt	25
Aktuelle Forschungsthemen in der Wirkstoffchemie	27
Aktuelle Forschungsthemen in der Naturstoffchemie	29
Master-Arbeit	31
Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie – Wahlmodule	33
Fortgeschrittene Naturstoffanalytik	34
Glycobiologie	38
Reaktionsmechanismen und reaktive Zwischenstufen	42
Prozessregelung, Stabilität und Simulation am Beispiel nichtisothermer Reaktoren	47
Katalyse	500
Röntgenmethoden	544
Anorganische Materialchemie	588
Physikalische Materialchemie	633
Grenzflächen, Kolloide und Nanoteilchen	700
Pharmakologie und Toxikologie	744
Heterozyklenchemie	777
Wirkstoffe in Lebensmitteln	800

Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie – Pflichtmodule

Wirkstoffmechanismen und -darstellung

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wirkstoffmechanismen und -darstellung	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Wirkstoffmechanismen und pharmazeutische Eigenschaften (2 SWS) Ü Wirkstoffmechanismen und pharmazeutische Eigenschaften (1 SWS) V Bioprozesstechnik (2 SWS) S Bioprozesstechnik (1 SWS)	
Semester	WS / 1. Semester	
Verantwortlicher	Kalesse	
Dozenten	Kalesse, Benz, Kirschning, Scheper, Bellgardt, Nickisch, Gaich	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Material- und Nanochemie M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	67,5 h Präsenzzeit 172,5 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzungen	Bachelor (B. Sc.) in Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine	
Studienleistungen	Keine	
Prüfungsleistungen	Klausur (3 h) über die Themengebiete des Moduls	
Medienformen	Skript, Tafelanschrieb, Overheadfolien, Power-Point Präsentation zum Skript	

Vorlesung Wirkstoffmechanismen und pharmazeutische Eigenschaften
<p>Qualifikationsziele</p> <p>1.) Fachkompetenzen Die Studierenden verfügen über Wissen der modernen Medizinischen Chemie. Außerdem kennen sie die Zusammenhänge zwischen der Chemie und den Strukturen von biologisch aktiven Verbindungen mit den korrespondierenden biologischen Targets. Darauf basierend beherrschen sie die zugrunde liegenden Wirkmechanismen sowie die Prinzipien des Wirkstoffdesigns. Die Studenten verfügen ergänzend dazu über ein Verständnis der biologisch-medizinischen Aktivität auf molekularer Grundlage.</p> <p>2.) Methodenkompetenzen Die Studierenden sind in der Lage den Zusammenhang zwischen kleinen molekularen durch Synthese erzeugten Liganden und eines makromolekularem Rezeptors zu erkennen und daraus mögliche Therapieansätze für die medizinische Forschung herzuleiten. Zudem können sie</p>

ausgehend von den bekannten Zusammenhängen moderne Aspekte der pharmakologischen Forschung ableiten und erlernen an ausgewählten Beispielen interdisziplinäre Methoden zum Bearbeiten von medizinischen Fragestellungen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden können den erlernten Vorlesungsstoff verbal und schriftlich wiedergeben und medizinisch relevante Fragestellungen mit den erlernten interdisziplinären Methoden lösen bzw. erarbeiten. Außerdem können sie durch die Veranschaulichung an ausgewählten Beispielen beurteilen wie eine Wirkstoffentwicklung erfolgen kann.

Inhalte

- Aufbau pharmakologisch relevanter Verbindungen
- biologisch-medizinische Aktivität auf molekularer Grundlage
- bedeutende biologische Targets
- wichtige Naturstoffklassen sowohl als Target als auch als biologisches Werkzeug
- aktuelle Aspekte der Wirkstoffforschung
- moderne Themen der bioorganischen Chemie vor dem Hintergrund der Diagnostik
- aktuelle Methoden der Biologischen Chemie wie
 - Chemical Genomics
 - Metabolomics
- gebräuchliche Hoch-Durchsatz-Methoden zum Verständnis der Wirkstoffchemie

Literatur

- [1] H. Dugas, Bioorganic Chemistry, Springer, 1999; H.-J. Böhm, G. Klebe, H. Kubinyi, Wirkstoffdesign, Spektrum Verlag, 1996
- [2] E. Mutschler, Arzneimittelwirkungen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 1991
- [3] W. Forth, D. Henschler, W. Rummel, K. Starke (Hrsg.), Pharmakologie und Toxikologie, Spektrum Verlag, 1998 [4] P.M. Dewick, Medicinal Natural Products, 3. Ausgabe, John Wiley & Sons, 2008

Übung Wirkstoffmechanismen und pharmazeutische Eigenschaften

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studenten verfügen durch die Übung über ein vertieftes Wissen des in der Vorlesung vermittelten Stoffes über Wirkstoffmechanismen und pharmazeutische Eigenschaften auf der Basis der Übungsaufgaben.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden beherrschen durch die Übungen ein selbständiges Arbeiten bei der Konzeptionierung von medizinisch-chemischen Projekten.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten können mit einer gewissen Sicherheit mit pharmakophoren Gruppen für die Wirkstoffentwicklung umgehen und deren richtige Nutzung beurteilen. Zudem sind sie in der Lage das erlernte Wissen zu ausgewählten Themen der Vorlesung zu diskutieren.

Inhalte

- selbstständige Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Einzelthemen

- vertiefte Diskussion zu ausgewählten Themen der Vorlesung

Literatur

- [1] H. Dugas, Bioorganic Chemistry, Springer, 1999; H.-J. Böhm, G. Klebe, H. Kubinyi, Wirkstoffdesign, Spektrum Verlag, 1996
 [2] E. Mutschler, Arzneimittelwirkungen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 1991
 [3] W. Forth, D. Henschler, W. Rummel, K. Starke (Hrsg.), Pharmakologie und Toxikologie, Spektrum Verlag, 1998 [4] P.M. Dewick, Medicinal Natural Products, 3. Ausgabe, John Wiley & Sons, 2008
 [5] Übersichten und Primärliteratur aus internationalen Journalen

Vorlesung Bioprozesstechnik

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studenten erlangen durch die Vorlesung „Bioprozesstechnik“ ein Verständnis für die Kopplung einzelner Systemkompartimente in Bioprocessen.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden können Zusammenhänge zwischen der Reaktionskinetik und dem Stofftransport erkennen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten können das erlernte Wissen verbal und schriftlich darstellen sowie vorliegende Fragestellungen bzw. Probleme der Bioprozesstechnik bearbeiten und lösen.

Inhalte

- Reaktionskinetik biotechnologischer Prozesse (Kopplung, Stofftransport und Reaktionskinetik)
- Stofftransportphänomene in biotechnologischen Prozessen
- Spezielle Reaktortechniken/-typen
- Metabolic Flux Analysis
- Prozessbeispiele
- Downstream-Processing
- Pflanzenbiotechnologie
- Marine Biotechnologie
- Tissue Engineering
- Zellkulturtechnik
- Industrielle Biotransformationen

Literatur

- [1] J. Bailey, D. Ollis, Biochemical Engineering Fundamentals, McGraw Hill, ISBN 0-07-003212-2
 [2] H. Land, D. Clark, Biochemical Engineering, Marcel Dekker, Inc., ISBN 0-8247-0099-6
 [3] H.-J. Rehm, Industrielle Mikrobiologie, Springer-Verlag, ISBN 3-540,09642-2
 [4] Liese, K. Seelbach, C. Wandray, Industrial Biotransformations, Wiley-VCH ISBN 3-527-30094-5
 [5] K. Buchholz, V. Kasche, Biokatalysatoren und Enzymtechnologie, VCH, ISBN 3-527-28238-6

Seminar Bioprozesstechnik

Inhalte Selbstständige Ausarbeitung von Vorträgen zu ausgewählten Themen der Biotechnologie in kleinen Gruppen

Literatur

Übersichten und Primärliteratur aus internationalen Journalen.

Stereokontrolle und Biogenese von Naturstoffen

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Stereokontrolle und Biogenese von Naturstoffen	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Stereokontrolle in der Organischen Chemie (2 SWS) Ü Stereokontrolle in der Organischen Chemie (1 SWS) V Biogenese von Naturstoffen (2 SWS) Ü Biogenese von Naturstoffen (1 SWS)	
Semester	WS / 1. Semester	
Verantwortlicher	Kirschning	
Dozenten	Kirschning, Kalesse, Boysen, Hahn, Cox	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Material- und Nanochemie M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	67,5 h Präsenzzeit 172,5 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzung	Bachelor (B. Sc.) der Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine	
Studienleistungen	Keine	
Prüfungsleistung	Klausur (3 h) über die Themengebiete des Moduls	
Medienformen	Skript, Tafelanschrieb, Overheadfolien, Power-Point Präsentation zum Skript	

Vorlesung Stereokontrolle in der Organischen Chemie
<p>Qualifikationsziele</p> <p>1.) Fachkompetenzen Die Studierenden verfügen über Kenntnisse moderner Synthesemethoden der stereoselektiven Synthese unter Einbeziehung der enzymatischen Katalyse.</p>
<p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Stereochemie <ul style="list-style-type: none"> ◦ nicht lineare Effekte • Methoden der stereoselektiven Synthese unter Einbeziehung der Katalyse in Form der organischen Katalyse und Organokatalyse <ul style="list-style-type: none"> ◦ Oxidationen ◦ C-C-Verknüpfungen ◦ Reduktionen

- Chirale Bausteine (ex chiral pool) für die Synthese
- Biotransformationen mit Enzymen und ganzen Zellen in der Synthese
- Gekoppelte asymmetrische Katalyse
- Einführung in die Retrosynthese

Literatur

- [1] R. Brückner, Reaktionsmechanismen (Organische Reaktionen, Stereochemie, moderne Synthesemethoden), Spektrum Akademischer Verlag, 2. Aufl., 2003
- [2] Clayden, Greeves, Warren & Wothers, Organic Chemistry, Oxford, 2001
- [3] K.C. Nicolaou, Classics in Total Synthesis I u. II, Wiley-VCH; Stereochemie
- [4] E. L. Eliel, S. H. Wilen, Stereochemistry of Organic Compounds, John Wiley & Sons 1994

Übung Stereokontrolle in der Organischen Chemie

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Anhand von Übungsaufgaben wird eine Vertiefung des in der Vorlesung „Stereokontrolle in der organischen Chemie“ vermittelten synthetischen Wissens erreicht.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden können das in der Vorlesung „Stereokontrolle in der organischen Chemie“ vermittelte synthetische Wissen auf Transferaufgaben übertragen bzw. anwenden und diese durch die Interpretation von analytischen Daten lösen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten sind in der Lage Übungsaufgaben aus dem Themengebiet der Stereochemie selbstständig zu bearbeiten und zu diskutieren.

Inhalte

- selbstständige Bearbeitung und anschließende Diskussion von Übungsaufgaben zur Vorlesung
- Die Übungsaufgaben behandeln Synthesesequenzen verbunden mit analytischen Fragestellungen (NMR-, MS, IR-Spektren, EA).
- mittels dem in der Vorlesung vermittelten synthetischen Wissen und die Interpretation der analytischen Daten werden die Übungsaufgaben gelöst.

Literatur

- [1] R. Brückner, Reaktionsmechanismen (Organische Reaktionen, Stereochemie, moderne Synthesemethoden), Spektrum Akademischer Verlag, 2. Aufl., 2003
- [2] Clayden, Greeves, Warren & Wothers, Organic Chemistry, Oxford, 2001
- [3] K.C. Nicolaou, Classics in Total Synthesis I u. II, Wiley-VCH
- [4] E. L. Eliel, S. H. Wilen, Stereochemistry of Organic Compounds, John Wiley & Sons 1994.

Vorlesung Biogenese von Naturstoffen

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden verfügen über einen umfassenden Überblick über die Naturstoffklassen (Terpene,

Alkaloide, Polyketide, nicht-ribosomale peptidische Naturstoffe, β -Lactam-Antibiotika) und die ihnen zu Grunde liegenden biosynthetischen Prinzipien. Zudem beherrschen sie die universellen, mechanistischen Konzepte der Chemie und der Biosynthese.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studenten besitzen nicht mehr das reine „Schubladendenken“, sondern sind in der Lage sich einen Überblick über die einzelnen Biosynthesewege und Transformationen mit Zusammenhängen zu verschaffen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden können die aus mechanistischer Sicht engen Beziehungen zwischen den Biotransformationen und chemischen Reaktionen herausarbeiten und Reaktionen, die durch Enzyme vermittelt werden, miteinander vergleichen.

Inhalte

- Universelle Biosynthesewege zu der strukturell unübersichtlich großen Zahl von Sekundärmetaboliten (Terpene, Alkaloide, Polyketide und nicht-ribosomale peptidische Naturstoffe)
- Auflösung des reinen „Schubladendenkens“ einzelner Biosynthesewege und Transformationen
- Universelle und vereinfachte Prinzipien, die sich auf mechanistische Aspekte zurückführen lassen
- Herausarbeitung der aus mechanistischen Sicht engen Beziehung zwischen Biotransformationen und chemischen Reaktionen
- Vergleich von durch Enzyme vermittelter Reaktionen (z. B. Metallkatalyse, Organokatalyse und Enzymkatalyse)

Literatur

- [1] R. Brückner, Reaktionsmechanismen (Organische Reaktionen, Stereochemie, moderne Synthesemethoden), Spektrum Akademischer Verlag, 2. Aufl., 2003
- [2] Clayden, Greeves, Warren & Wothers, Organic Chemistry, Oxford, 2001
- [3] Perkins, Radical Chemistry, Oxford Chemistry Primers, 2000
- [4] Moody, Whitham, Reactive Intermediates, Oxford Science Publications, 1992
- [5] Dewick, Medicinal Natural Products, 3. Ausgabe, John Wiley & Sons, 2008.

Übung Biogenese von Naturstoffen

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Anhand von Übungsaufgaben wird eine Vertiefung des in der Vorlesung „Biogenese von Naturstoffen“ vermittelten Wissens erreicht.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden können das in der Vorlesung „Biogenese von Naturstoffen“ vermittelte Wissen auf Transferaufgaben übertragen und anwenden.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten sind in der Lage Übungsaufgaben aus dem Themengebiet der Biogenese selbstständig zu bearbeiten und die Ergebnisse anschließend zu diskutieren.

Inhalte

- selbständige Bearbeitung und anschließende Diskussion von Übungsaufgaben zur Vorlesung
- der verbindende, mechanistische Charakter verschiedener Reaktionen in der Chemie und in der Zelle

Literatur

- [1] R. Brückner, Reaktionsmechanismen (Organische Reaktionen, Stereochemie, moderne Synthesemethoden), Spektrum Akademischer Verlag, 2. Aufl., 2003
- [2] Clayden, Greeves, Warren & Wothers, Organic Chemistry, Oxford, 2001
- [3] Perkins, Radical Chemistry, Oxford Chemistry Primers, 2000
- [4] Moody, Whitham, Reactive Intermediates, Oxford Science Publications, 1992
- [5] Dewick, Medicinal Natural Products, Wiley, 1998
- [6] Übersichten und Primärliteratur aus internationalen Journalen

Praktikum Natur- und Wirkstoffchemie

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Praktikum Natur- und Wirkstoffchemie	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	P Wirkstoffchemie (5 SWS) S Wirkstoffchemie (1 SWS) P Naturstoffchemie (5 SWS) S Naturstoffchemie (1 SWS)	
Semester	SS / 2. Semester	
Verantwortliche	Kirschning / Scheper	
Dozenten	Alle Dozenten des Studienganges	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	135 h Präsenzzeit 225 h Selbststudium	
Leistungspunkte	12 LP	
Voraussetzungen	Bachelor (B. Sc) in Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine	
Studienleistungen	Praktikumsleistungen, Protokolle zum Praktikum, Seminarteilnahme	
Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung (30 min) über die Themengebiete des Moduls	
Medienform	Power-Point Präsentation, Anleitungen zu den Laborexperimenten	

Praktika Naturstoffchemie und Wirkstoffchemie

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erlangen im Rahmen der Veranstaltung praktische Kenntnisse zur Synthese, zur strukturellen Charakterisierung und biologischen Bewertung potentieller Wirkstoffe sowie zur industriellen Synthese und Verfahrensentwicklungen von Wirkstoffen, zur stereoselektiven Synthese, inklusive der enzymvermittelten Reaktionen, und ebenfalls zur strukturellen Charakterisierung von komplexen Molekülen.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage Zusammenhänge zwischen den charakteristischen Eigenschaften und den möglichen Synthesewegen herzustellen und Natur- und Wirkstoffe in Hinsicht auf ihr stereoselektives und stereospezifisches Verhalten zu isolieren.

3.) Handlungskompetenzen

Sie können die Praktikumsversuche eigenständig in einem bestimmten Zeitraum unter Beachtung der Arbeitsschutzvorschriften und Einhaltung der Laborordnung sorgfältig und gefahrlos

durchführen. Ihre Ergebnisse können sie unter Berücksichtigung von wissenschaftlichen Kriterien in Protokollen zusammenführen, erläutern und verständlich darlegen.

Inhalte

Siehe Module „Wirkstoffmechanismen und –darstellung“ und „Stereokontrolle und Biogenese von Naturstoffen.“

Literatur

Übersichten und Primärliteratur aus internationalen Journalen.

Seminare Naturstoffchemie und Wirkstoffchemie

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Aufbauend auf ihrem fortgeschrittenen Wissensstand über industrielle und technische Synthesewege der funktionellen Verbindungen, beherrschen die Studenten essentielle Kenntnisse über die Eigenschaften von Natur- und Wirkstoffen zur Erklärung ihrer Funktions- und Wirkungsweisen.

2.) Methodenkompetenzen

Sie sind in der Lage prinzipielle Konzepte der Natur- und Wirkstoffchemie auf mögliche Synthesemethoden zu übertragen und strukturelle Konzepte beim Bearbeiten von Aufgabenstellungen zu berücksichtigen.

3.) Handlungskompetenzen

In kleinen Gruppen können sich die Studierenden gemeinsam Vorträge zu ausgewählten und aktuellen Themen der Prozessentwicklung von Wirkstoffen und ihren pharmazeutischen Eigenschaften bzw. der Naturstoffsynthese, –isolierung und Biosynthese ausarbeiten, präsentieren und kritisch bewerten.

Inhalte

Siehe Module „Wirkstoffmechanismen und –darstellung“ und „Stereokontrolle und Biogenese von Naturstoffen.“

Literatur

Übersichten und Primärliteratur aus internationalen Journalen.

Computational Chemistry

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Computational Chemistry	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Computational Chemistry (1 SWS) Ü Computational Chemistry (2 SWS)	
Semester	WS / 1. Semester	
Verantwortlicher	N.N., Schneider	
Dozenten	Schneider, Bremm. Dräger	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Material- und Nanochemie M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	34 h Präsenzzeit 86 h Selbststudium	
Leistungspunkte /	4 LP	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse in EDV Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie	
Studienleistungen	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben	
Prüfungsleistungen	Klausur (1 h) über die Themengebiete des Moduls	
Medienformen	Tafel, Overheadfolien, Powerpoint-Präsentation, Arbeitsblätter	

Vorlesung Computational Chemistry

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse im Umgang mit Programmen, die auf den Molecular-Graphics-, Energieminimierungs-, Geometrieoptimierungs-, Monte-Carlo- und Moleküldynamik-Methoden basierend operieren.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studenten sind in Lage, die erlernten Programme auf Probleme anzuwenden, die in den studiengangsspezifischen Modulen auftreten.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden können die erlernten Programme benutzen und die dadurch erhaltenen Ergebnisse im Hinblick auf die verwendeten Modellierungsmethoden der Programme beurteilen bzw. kritisch betrachten.

Inhalte

- Visualisierung von Strukturen organischer Moleküle und anorganischer Festkörperstrukturen
- Grundlagen der Modellierungsmethoden
 - Kraftfelder
 - Minimierungsalgorithmen
 - Monte-Carlo-Algorithmen
 - Moleküldynamik-Algorithmen
- Molecular-Modelling-Programme
- Prinzipien quantenchemischer Methoden
 - Semiempirik
 - *ab-initio-Verfahren*
 - DFT-Methoden

Literatur

Literatur wird in der LV bekannt gegeben

Wirk- und Naturstoffanalytik

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wirk- und Naturstoffanalytik	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Grundlagen der Wirk- und Naturstoff-analytik (2 SWS) Ü Grundlagen der Wirk- und Naturstoff-analytik (1 SWS) P Grundlagen der Wirk- und Naturstoff-analytik (4 SWS)	
Semester	WS / 1. Semester	
Verantwortlicher	Fohrer	
Dozenten	Scheper, Hitzmann, Fohrer, Dräger	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	79 h Präsenzzeit 101 h Selbststudium	
Leistungspunkte	6 LP	
Voraussetzungen	Bachelor (B. Sc.) in Chemie, Grundkenntnisse in Analytischer Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine	
Studienleistungen	Protokolle zum Praktikum	
Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung (30 min) über die Themengebiete des Moduls	
Medienform	Skripte zum Praktikum und zur Vorlesung	

Vorlesung Grundlagen der Wirk- und Naturstoffanalytik
<p>Qualifikationsziele</p> <p>1.) Fachkompetenzen Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Analysemethoden zur biologischen Wirksamkeit von Naturstoffen auf lebenden Zell-Systemen bezogen auf die Vitalität, die Proliferation und Genom/Proteomeffekte sowie vertiefte Kenntnisse der modernen NMR-Spektroskopie, der Immunchemie und den Anwendungsgebieten von Naturstoffen.</p> <p>2.) Methodenkompetenzen Die Studierenden sind in der Lage Zellkulturen selber anzulegen und Vitalitätstests zur Untersuchung der Anzahl vitaler Zellen in Abhängigkeit der Membrandurchlässigkeit und somit der Aufnahme bestimmter Verbindungen zum Nachweis, wie z.B. von Farbstoffen, durchzuführen, und diese zu differenzieren. Mit Hilfe der Durchflusszytometrie können sie die Eigenschaften der Zellen durch auftretende Effekte während der Messung, hervorgerufen durch deren charakteristische Form und Struktur, ableiten. Zur Strukturaufklärung von einfachen Naturstoffen können sie durch verschiedene NMR-Techniken, besonders die 1D und 2D NMR-Spektroskopie, Verbindungen identifizieren.</p>

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten sind in der Lage Messdaten auszuwerten, bei der Bearbeitung von Problemstellungen geeignete wissenschaftliche Literatur miteinzubeziehen, gemeinsame Diskussionen mit fachkompetenten Mitarbeitern in den Arbeitsgruppen zu führen sowie Sachverhalte in prägnanter Form schriftlich sowie verbal zu definieren.

Inhalte

- Kultivierung animaler Zelltestsysteme
- Proliferations/Vitalitätstests
- Verfahren zur Zelldifferenzierung und Genomtypisierung auf Genom-, Proteom- und Metabolomebene
- Theoretische Grundlagen in Immunchemie
- Durchflusszytometrie
- DNA-/Proteinchiptechnologie und der benötigten Chemometrie/Bioinformatik
- Verfahren der 1D und 2D NMR-Spektroskopie, Methoden der Strukturaufklärung von einfachen Naturstoffen mit verschiedenen NMR-Techniken

Literatur

Lottspeich, Zorbas, Bioanalytik; Friebolin, Ein- und zweidimensionale NMR-Spektroskopie; Duddeck, Dietrich, Tóth, Structure Elucidation by Modern NMR; aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen.

Übung Grundlagen der Wirk- und Naturstoffanalytik

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erhalten durch die Übung die Fertigkeiten zum Bearbeiten von Problemstellungen durch Anwenden ihrer erworbenen Kenntnisse aus der vorangegangenen Vorlesung in den Bereichen der Analyse der biologischen Wirksamkeit von Naturstoffen auf Zell-Systemen und eignen sich zudem grundlegendes Fachwissen zur Immunchemie und den Anwendungsmöglichkeiten von Naturstoffen an.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden können mathematische Formalismen auf chemisch-biologische Modelle übertragen und mit Hilfe von multivariaten Datenanalysen (aus der Chemometrie/Bioinformatik) Berechnungen zur Identifizierung und Charakterisierung von Naturstoffen unterschiedlicher Klassen durchführen und vorliegende Zellsystemen verschiedenen Untersuchungsmethoden (Proliferation, Zelldifferenzierung, Durchflusszytometrie, u.a.) unterziehen

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage Zellversuche unter Einbeziehung von Naturstoff-Spektren auszuwerten und ihre Ergebnisse unter Einbeziehung geeigneter Literatur zu interpretieren und zu erklären. Mit Hilfe der Übung sind sie in der Lage ihr Fachwissen zu festigen, zu vertiefen und zu erweitern.

Rechenübungen; Demonstration der NMR-Messtechnik am Spektrometer; Auswertung von Naturstoff-Spektren

Literatur

Lottspeich, Zorbas, Bioanalytik; Friebolin, Ein- und zweidimensionale NMR-Spektroskopie; Duddeck, Dietrich, Tóth, Structure Elucidation by Modern NMR; aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen.

Praktikum Grundlagen der Wirk- und Naturstoffanalytik

Inhalte

Die Studierenden bearbeiten komplexe analytische Fragestellungen (Naturstoffe, Naturstoffanaloga, Peptide etc.) an Massen- und NMR-Spektrometer. Hier werden außerdem Fragestellung der Testung an Zellsystemen (Proliferation, Differenzierung, Bestimmung von Zellinhaltsstoffen) bearbeitet. Praktische Arbeiten mit der NMR-Meßtechnik, der Laser-Durchflußcytometrie und der DNA-Chip-Technologie erfolgen. Die Arbeiten erfolgen in Kleingruppen und Einzelproblemstellungen werden gemeinsam erarbeitet.

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wirkstoffdarstellung 2	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Grundoperationen in der Wirkstoffdarstellung (2 SWS) Ü Grundoperationen in der Wirkstoffdarstellung (1 SWS) P Grundoperationen in der Wirkstoffdarstellung (3 SWS)	
Semester	SS / 2. Semester	
Verantwortlicher	Scheper	
Dozenten	Berger, Scheper, Kasper, Stahl	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	Wirk- und Naturstoffchemie (M. Sc.)	
Arbeitsaufwand	67,5 h Präsenzzeit 112,5 h Selbststudium	
Leistungspunkte	6 LP	
Voraussetzungen	Bachelor (B. Sc.) in Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Abgeschlossenes Modul „Wirkstoffmechanismen und Darstellung“	
Studienleistungen	Protokolle zum Praktikum	
Prüfungsleistungen	Klausur (2 h) oder mündliche Prüfung (30 min) über die Themengebiete des Moduls	
Medienform	Skript, Tafelanschrieb, Overheadfolien, Power-Point-Präsentation zum Skript	

Vorlesung Grundoperationen in der Wirkstoffdarstellung
<p>Qualifikationsziele</p> <p>1.) Fachkompetenzen Die Studierenden erwerben durch die Vorlesung weiterführende Kenntnisse in den theoretischen Grundlagen der Wirkstoffdarstellung unter Beachtung biologisch-chemischer Aspekte, und Grundlagen der Aufreinigung, der Struktur von Wirkstoffen und deren Zusammenspiel mit den Wirkungsmechanismen bestimmter Verbindungsklassen.</p> <p>2.) Methodenkompetenzen Sie können ihre Kenntnisse über mögliche Darstellungsmethoden von Wirkstoffen und funktionalisierten Verbindungen anwenden. Zudem können sie klassische, auf den Eigenschaften der Wirkstoffe basierende Reinigungs- und Trennverfahren, wie z.B. die Destillation, Chromatographie und Extraktion zur Isolierung, Identifizierung und Charakterisierung organischer Verbindungen heranziehen.</p>

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage geeignete Darstellungsverfahren für bestimmte Wirkstoffe nach ihren Struktur-Wirkungsbeziehungen zu wählen und nieder- und makromolekulare Verbindungen nach ihren Wechselwirkungen miteinander zu beurteilen und einzuschätzen. Dabei können sie durch Verwendung wissenschaftlicher Literatur die Lehrinhalte vertiefen und festigen.

Inhalte

- Klärung der Prozessgrundlagen zur Wirkstoffdarstellung (chemische und bio-chemische Darstellung)
- Trennmethode, Schwerpunktbereich
- Filtration, Chromatographie, Extraktion (inkl. wässriger Mehrphasensysteme), Destillation, Rektifikation, UNIFAC-Methode

Literatur

Winnacker-Küchler, Chemische Technik, VCH-Wiley; Rautenbach, Membranverfahren, Springer-Verlag; Gmehling, Brehm, Grundoperationen, VCH-Wiley

Übung Grundoperationen in der Wirkstoffdarstellung

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erlernen durch die Übung vertiefende Einblicke in Methoden der Wirkstoffdarstellung in Abhängigkeit ihrer Eigenschaften, wie die Chiralität, Polarität und die Größe sowie die Herkunft von Wirkstoffen sowie deren pharmazeutisch-chemischen Bedeutungen kennenzulernen.

2.) Methodenkompetenzen

Mit Hilfe der Übungen verstehen und verinnerlichen sie wichtige und grundlegende Wirkstoffsynthesen organischer Verbindungen und die anschließenden Trennungs- und Reinigungsverfahren von erhaltenen Stoffgemischen, um Inhaltsstoffe zur Identifizierung bereitzustellen. Sie können sich verschiedener Methoden bedienen, um gezielte Wirkstoffe zu isolieren und aufzureinigen, so zählen mitunter die Chromatographie, die Destillation sowie die erweiterte Methode der Rektifikation dazu.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage die Selbstständigkeit bei der Konzeptionierung und Bewertung von Prozessen zur Wirkstoffdarstellung zu erreichen. Durch die Auswertungen ihrer Versuchsdaten und der kritischen Betrachtung und Diskussion über ihre erhaltenen Ergebnisse zeigen sie die Beherrschung des transferfähigen wissenschaftlichen Inhaltes des Moduls.

Inhalte

Selbständige Bearbeitung von Problemstellungen zu den Einzelthemen. Auslegung von Prozessabschnitten. Rechenübungen.

Praktikum Grundoperationen in der Wirkstoffdarstellung**Qualifikationsziele****1.) Fachkompetenzen**

Die Studenten erlangen durch das Praktikum die Fertigkeit zur Bewältigung von Problemstellungen zu Einzelthemen der Wirkstoffdarstellung. Dazu kennen sie die notwendigen Definitionen und Terminologien zu wichtigen Verbindungsklassen und ausgewählten Trenn- und Reinigungsverfahren.

2.) Methodenkompetenzen

Sie sind in der Lage ihre erworbenen Kenntnisse aus der Vorlesung und Übung auf komplexe Aufgaben- und Problemstellungen in die Praxis umzusetzen und vorgegebene Endprodukte durch ausgewählte Synthesewege darzustellen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden erreichen durch die Übungen die Selbstständigkeit zur Konzeptionierung und Bewertung von Prozessen zur Wirkstoffdarstellung. Sie können ihre Ergebnisse beurteilen, nach wissenschaftlichen Kriterien darstellen und darüber problemorientierte Diskussionen führen. Die Versuche führen sie unter Beachtung der Arbeitsschutzvorschriften und Einhaltung der Laborordnung sorgfältig, sicher und gefahrlos in einem vorgegebenen Zeitraum durch.

Inhalte

- Selbständige Bearbeitung von Problemstellungen zu den Einzelthemen
- Auslegung von Prozessabschnitten
- Rechenübungen

Literatur

Winnacker-Küchler, Chemische Technik, VCH-Wiley; Rautenbach, Membranverfahren, Springer-Verlag; Gmehling, Brehm, Grundoperationen, VCH-Wiley

Naturstoffsynthese

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Naturstoffsynthese	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Naturstoffsynthese (2 SWS) Ü Naturstoffsynthese (1 SWS) P Naturstoffsynthese (3 SWS)	
Semester	SS / 2. Semester	
Verantwortlicher	Kalesse	
Dozenten	Kirschning, Kalesse, Gaich	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	67,5 h Präsenzzeit 112,5 h Selbststudium	
Leistungspunkte	6 LP	
Voraussetzungen	Vertiefte Kenntnisse in Organischer Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Abgeschlossenes Modul „Stereoontrolle und Biogenese von Naturstoffen“	
Studienleistungen	Protokolle zum Praktikum	
Prüfungsleistungen	Klausur (2 h) über die Themengebiete des Moduls	
Medienform	Skript, Tafelanschrieb, Overheadfolien, Power-Point-Präsentation zum Skript	

Vorlesung Naturstoffsynthese
<p>Qualifikationsziele</p> <p>1.) Fachkompetenzen Die Studierenden erlangen einen Überblick über die Struktur und die Wirkung von Naturstoffen sowie die Fertigkeit selbstständig komplexe Naturstoffsynthesen unter Einbeziehung aller Naturstoffklassen, wie z.B. den Terpenen, Alkaloiden und Polyketiden, und mögliche Reaktionsmechanismen zu entwickeln und auszuwerten. Zusätzlich erhalten sie chemoenzymatische Ansätze zur Darstellung von Naturstoffen unter Beachtung biologisch-chemischer Methoden.</p> <p>2.) Methodenkompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, Oxidations- und Reduktionsreaktionen, z.B. Decarboxylierungen und die Beckmann-Umlagerung, Epoxidierung, Dihydroxylierung und auch Hydrierungen, Radikalreaktionen, Pericyclische Reaktionen, wie Ringschlussreaktionen, sigmatrope Umlagerungen und Cycloadditionen, sowie Carbonylreaktionen und Übergangsmetall-katalysierte Reaktionen unter stereospezifischen, stereoselektiven und regioselektiven Betrachtungen zu erkennen und zur Synthese heranzuziehen sowie molekularbiologische Methoden, wie der Biosynthese und Mutasyntese u.a. zur Darstellung von Blockmutanten zu verstehen und einzusetzen.</p>

3.) Handlungskompetenzen

Sie sind in der Lage ihre Versuchsdaten auszuwerten und nach wissenschaftlichen Kriterien zu erklären sowie Sachverhalte schriftlich und verbal darzustellen. Sie können Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften und Strukturen zur Synthese erkennen und sich mit Hilfe wissenschaftlicher Literatur erschließen.

Inhalte

- ausgewählte, komplexe Naturstoffsynthesen unter Einbeziehung aller Naturstoffklassen (Terpene, Alkaloide, Polyketide, β -Lactame, Prostaglandine u.a.)
- chemoenzymatische Ansätze unter Berücksichtigung molekularbiologischer Methoden (z. B. Mutasynthese mit Blockmutanten, kombinatorische Biosynthese)

Literatur

[1] K.C. Nicolaou, Classics in Total Synthesis I u. II, Wiley VCH; P.M. Dewick, Medicinal Natural Products, A Biosynthetic Approach, 3. Ausgabe, John Wiley & Sons, 2008
Aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen.

Übung Naturstoffsynthese

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Im Rahmen dieser Veranstaltung erlangen die Studierenden ein vertieftes Fachwissen bezüglich der Methoden und Konzepte der Synthese von Naturstoffen unter biologisch-chemischen und enzymatischen Aspekten sowie einen Einblick in die aktuell eingesetzten Syntheseverfahren in der chemischen und pharmazeutischen Industrie.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden stellen durch die Seminarvorträge ausgewählte und eigenständig bearbeitete und entwickelte Synthesewege zu den verschiedenen Naturstoffklassen mit ihren Eigenschaften und den Struktur-Wirkungsbeziehungen dar.

3.) Handlungskompetenzen

Sie erlangen durch das Seminar die Selbständigkeit zur Entwicklung und Bewertung von komplexen Naturstoffsynthesen und können Synthesestrategien, die zum gleichen Ziel führen, evaluieren und bewerten. Durch Übungsaufgaben und im Rahmen von eigenständigen Seminarvorträgen sind sie in der Lage ihre Kenntnisse zu erweitern und zu festigen.

Literatur

K.C. Nicolaou, Classics in Total Synthesis I u. II, Wiley VCH; P.M. Dewick, Medicinal Natural Products, A Biosynthetic Approach, 3. Ausgabe, John Wiley & Sons, 2008; aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen.

Praktikum Naturstoffsynthese

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erhalten ein Verständnis für die Verzahnung zwischen Isolierung, analytischer Charakterisierung und den Synthesemethoden, welche eng mit aktuellen Forschungsprojekten verbunden sind.

2.) Methodenkompetenzen

Sie sind in der Lage Reaktionsmechanismen auf fortgeschrittenem Niveau zu verstehen und die sich daraus ergebenden Auswirkungen und Verwicklungen zum besseren Verständnis von anderen organischen Reaktionen anzuwenden und demzufolge analoge Reaktionsmechanismen abzuleiten.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten sind in der Lage komplexe Aufgaben der Naturstoffchemie im Laboratorium selbstständig in einem vorgegebenen Zeitraum unter Beachtung der Arbeitsschutzvorschriften sorgfältig zu bearbeiten, ihre Ergebnisse sachgemäß darzustellen sowie Möglichkeiten zur gemeinsamen problemorientierten Diskussion zu nutzen. Dazu besitzen sie fortgeschrittene Arbeitstechniken, vor allem in der Handhabung organischer, leicht flüchtiger und hygroskopischer Substanzen.

Inhalte

Die Studierenden bearbeiten im Labor die verschiedenen Aspekte der Naturstoffsynthese, -charakterisierung und -isolierung. Die Themen sind eng an aktuelle Forschungsprojekte geknüpft.

Literatur

Übersichten und Primärliteratur aus internationalen Journalen.

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Forschungsprojekt	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V/S Entwicklung eine Forschungsprojektes (1 SWS)	
Semester	Nicht festgelegt	
Verantwortlicher	Boysen	
Dozenten	Alle Dozenten des Studienganges	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	11 h Präsenzzeit 109 h Selbststudium	
Leistungspunkte	4 LP	
Voraussetzungen	Bachelor (B. Sc.) in Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Abgeschlossene Module: „Wirkstoffmechanismen und -darstellung“ und „Stereokontrolle und Biogenese von Naturstoffen“	
Studienleistung	Seminarvortrag	
Prüfungsleistung	Hausarbeit	
Medienformen	Tafelanschrieb, Powerpoint-Präsentation	

Vorlesung und Seminar Forschungsprojekt
<p>Qualifikationsziele</p> <p>1.) Fachkompetenzen Die Studierenden kennen die Vorgehensweise bei der Entwicklung und Abwicklung eines Forschungsprojektes. Bei der Bearbeitung des Projektes stehen der wissenschaftliche Aspekt, die Aktualität des Themas und der Aufbau eines Projektplans mit Kostenplänen, Meilensteinen und Alternativplänen im Vordergrund. Als Vorlage dienen (auch formal) DFG-Anträge auf Einzelförderung.</p> <p>2.) Methodenkompetenzen Die Studenten können sich im Rahmen einer Projektarbeit kritisch mit einer Projektidee auseinandersetzen und deren Relevanz bzw. Chancen auf Realisierung im Hinblick auf wissenschaftliche, rechtliche, ethische und ökonomische Kriterien beurteilen.</p> <p>3.) Handlungskompetenzen Die Studierenden können eine Projektidee vorstellen und gegenüber Vorgesetzten bzw. „Gutachtern“ verteidigen. Dies wird im Rahmen eines Seminarvortrags geübt.</p>
Inhalte

Die Themen der zu erarbeitenden Forschungsprojekte ergeben sich aus dem Umfeld der Themenstellungen, in denen die am Studiengang beteiligten Dozenten tätig sind.

Es werden Methoden zur Einschätzung der Patentlage (Recherche), der rechtlichen, ökologischen und ökonomischen Randbedingungen für eine Projektentwicklung vorgestellt.

Es werden Kostenpläne und Effizienz kalkulationen aufgestellt.

Literatur

Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.

Aktuelle Forschungsthemen in der Wirkstoffchemie

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Aktuelle Forschungsthemen in der Wirkstoffchemie	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Aktuelle Aspekte der Chemie I (1 SWS) S/P Aktuelle Forschungsthemen der Wirkstoffchemie (7 SWS)	
Semester	WS / 3. Semester	
Verantwortlicher	Kirschning	
Dozenten	alle Dozenten des Studienganges	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	90 h Präsenzzeit 210 h Selbststudium	
Leistungspunkte	10 LP	
Voraussetzungen	Fortgeschrittene Kenntnisse in Organischer Chemie und Wirkstoffchemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Abgeschlossene Module: „Wirkstoffmechanismen und -darstellung“, „Stereokontrolle und Biogenese von Naturstoffen“ und „Praktikum Natur- und Wirkstoffchemie“	
Studienleistungen	Praktikumsleistungen, Seminarvortrag	
Prüfungsleistung	Hausarbeit	
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Anleitungen zu den Laborexperimenten	

Praktikum und Seminar: Aktuelle Forschungsthemen in der Wirkstoffchemie

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studenten erlangen einen breiten aktuellen Kenntnisstand im Bereich der Wirkstoffchemie im Rahmen eines Projektes und begleitender wissenschaftlicher Vorträge.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden beherrschen die Vorgehensweise zur Bearbeitung aktueller Forschungsthemen. Außerdem sind sie in der Lage methodisch Literaturdaten zu recherchieren und eigenständig Vorschläge zur Präparation neuartiger Wirkstoffe zu unterbreiten. Zusätzlich können sie Forschungsergebnisse im Rahmen eines Seminarvortrages präsentieren und im wissenschaftlichen Zusammenhang diskutieren.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten können selbstständig notwendige Chemikalien und Geräte organisieren sowie neue Synthesen durchführen und unbekannte Proben auf ihre chemischen und biologischen

Eigenschaften untersuchen.

Inhalte

Die Inhalte ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen der in der Organischen- und Technischen Chemie sowie der Lebensmittelchemie tätigen Arbeitsgruppen. Die Aufgabenstellungen werden von einem Dozenten vorgestellt und es wird eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe entwickelt. Falls nötig, werden einzusetzende Methoden, die noch unbekannt sind, erläutert. Die Durchführung der Synthesen und notwendigen Charakterisierungen erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit einer Master-Absolventin/Doktorandin bzw. einem Master-Absolventen/Doktoranden aus dem Arbeitskreis des betreuenden Dozenten. Es sind begleitend wissenschaftliche Vorträge (GdCh-Kolloquien, Institutskolloquien) zu hören, um einen breiten aktuellen Kenntnisstand zu erlangen.

Literatur

Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Aufgaben heranzuführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt.

Vorlesung Aktuelle Aspekte der Chemie I

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden verfügen über Kenntnisse aktueller Forschungsthemen durch das Besuchen von vier Vorträgen, die im Rahmen der im Bereich der chemischen Institute angebotenen Kolloquien von auswärtigen Wissenschaftlern präsentiert werden.

Inhalte

Variierend

Literatur

Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.

Aktuelle Forschungsthemen in der Naturstoffchemie

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Aktuelle Forschungsthemen in der Naturstoffchemie	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Aktuelle Aspekte der Chemie II (1 SWS) S/P Aktuelle Forschungsthemen der Naturstoffchemie (7 SWS)	
Semester	WS / 3. Semester	
Verantwortlicher	Kalesse	
Dozenten	alle Dozenten des Studienganges	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	90 h Präsenzzeit 210 h Selbststudium	
Leistungspunkte	10 LP	
Voraussetzungen	Fortgeschrittene Kenntnisse in Organischer Chemie und Naturstoffchemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Abgeschlossene Module „Wirkstoffmechanismen und -darstellung“, „Stereokontrolle und Biogenese von Naturstoffen“ und „Praktikum Natur- und Wirkstoffchemie“	
Studienleistungen	Praktikumsleistungen, Seminarvortrag	
Prüfungsleistung	Hausarbeit	
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Anleitungen zu den Laborexperimenten	

Praktikum und Seminar Aktuelle Forschungsthemen in der Naturstoffchemie

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studenten erlangen aktuelles Wissen im Bereich der synthetischen Naturstoffchemie, der biosynthetischen Naturstoffchemie, der Naturstoffisolierung oder der Naturstoffanalytik im Rahmen eines Projektes und begleitender wissenschaftlicher Vorträge.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden beherrschen die Vorgehensweise zur Bearbeitung aktueller Forschungsthemen. Sie sind in der Lage methodisch Literaturdaten zu recherchieren, die strukturelle- und synthetisch-methodische Daten, Charakterisierungsmethoden und moderne Verfahren der Naturstoffchemie beinhalten. Außerdem können sie eigene Forschungsergebnisse im Rahmen eines Seminarvortrages präsentieren und im wissenschaftlichen Zusammenhang diskutieren.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten können sich je nach Typ des Projekts und der Hausarbeit die notwendigen

Chemikalien und Geräte selbstständig beschaffen, neue Teilsynthesen von Naturstoffen realisieren und unbekannte Proben auf ihre Naturstoffzusammensetzung oder ihre biologische Eigenschaften untersuchen.

Inhalte

- in Abhängigkeit der aktuellen Forschungsthemen der in der naturstofforientierten Chemie tätigen Arbeitsgruppen
- Vorstellung der Aufgabenstellungen von einem Dozenten
- Entwicklung einer Strategie zur Bearbeitung der Aufgaben
- Erläuterung einzusetzender Methoden, die noch unbekannt sind, bei Bedarf
- in enger Abstimmung mit einer Master-Absolventin/ Doktorandin bzw. eines Master-Absolventen/ Doktoranden aus dem Arbeitskreis des betreuenden Dozenten
 - Aufbau von Versuchsanordnungen und Messaufbauten
 - Durchführung der erforderlichen analytischen Messungen
 - Infrastrukturelle Voraussetzungen für die Naturstoffsynthese
- Wissenschaftliche Vorträge (GdCh-Kolloquien, Institutskolloquien) zur Erlangung eines breiten aktuellen Kenntnisstandes

Literatur

Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Arbeiten zur Entwicklung von Messapparaturen und/oder die Erfassung neuer physikalisch-chemischer Messdaten heranführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt.

Vorlesung Aktuelle Aspekte der Chemie II

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden verfügen über Kenntnisse aktueller Forschungsthemen durch das Besuchen von vier Vorträgen, die im Rahmen der an den chemischen Instituten angebotenen Kolloquien von auswärtigen Wissenschaftlern präsentiert werden.

Inhalte

Variierend

Literatur

Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Master-Arbeit	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	Master-Arbeit	
Semester	SS / 4. Semester	
Verantwortliche	Am Studiengang beteiligte Dozenten	
Dozenten	Am Studiengang beteiligte Dozenten	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	Wirk- und Naturstoffchemie (M. Sc.)	
Arbeitsaufwand	800 h Präsenzzeit 100 h Selbststudium	
Leistungspunkte	30 LP	
Voraussetzungen	Fortgeschrittene Kenntnisse auf dem Gebiet der Wirk- und Naturstoffchemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Mindestens 75 LP und 3. Fachsemester	
Studienleistung	Laborarbeit nach Vorgabe	
Prüfungsleistungen	Master-Arbeit und Vortrag über ihre Ergebnisse	
Medienformen	Laborarbeit, Präsentationstechniken	

Masterarbeit
<p>Qualifikationsziele</p> <p>1.) Fachkompetenzen Die Studenten vertiefen ihre Kenntnisse über Themen aus der Wirk- und Naturstoffchemie, die von einem betreuenden Dozenten in Form einer komplexen Fragestellung vorgegeben werden.</p> <p>2.) Methodenkompetenzen Die Studierenden sind in der Lage ein erweitertes Thema aus dem Bereich der Wirk- und Naturstoffchemie unter Anleitung zu erarbeiten, eigenständig zu vertiefen und durch eigene Arbeiten in einem vorgegebenen Zeitrahmen weiterzuentwickeln. Dies bewältigen sie durch die Fähigkeit einen Projektplan für das inhaltlich begrenzte Gebiet zu erstellen und diesen umzusetzen. Die erhaltenen eigenen wesentlichen Ergebnisse können sie in geeigneter Schriftform zusammenfassen, in einem Seminar vor Fachpublikum vorstellen und verteidigen. Zudem können die Studierenden das vorgegebene Thema in den wissenschaftlichen Kontext einordnen.</p> <p>3.) Handlungskompetenzen Die Studenten sind in der Lage das vorgegebene Thema in Bezug auf den wissenschaftlichen Kontext zu diskutieren und weitere Ausblicke für die Zukunft aufzuzeigen. Außerdem können sie bei der Erstellung der Master-Arbeit die notwendige Zeit abschätzen und insbesondere den Erfolg kontrollieren.</p>

Inhalte

Themen aus dem Bereich der Wirk- und Naturstoffchemie

Literatur

Weitere Literatur wird vom betreuenden Dozenten bekannt gegeben.

Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie – Wahlmodule

Fortgeschrittene Naturstoffanalytik

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Fortgeschrittene Naturstoffanalytik	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Fortgeschrittene Naturstoffanalytik (1 SWS) Ü Fortgeschrittene Naturstoffanalytik (2 SWS) P Fortgeschrittene Naturstoffanalytik (4 SWS)	
Semester	SS oder WS / 2. oder 3. Semester	
Verantwortlicher	Dräger	
Dozent	Dräger, Fohrer, Carlomagno, Krings	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	79 h Präsenzzeit 161 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzungen	Bachelor (B. Sc.) in Chemie; Grundkenntnisse in Analytischer Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Abgeschlossenes Modul „Wirk- und Naturstoffanalytik“	
Studienleistungen	Praktikumsversuche	
Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung (30 min)	
Medienform	Skript, Tafelanschrieb, Overheadfolien, Power-Point Präsentation zum Skript	

Vorlesung Fortgeschrittene Naturstoffanalytik
<p>Qualifikationsziele</p> <p>1.) Fachkompetenzen Die Studierenden erwerben weiterführende Kenntnisse und ein tieferes Verständnis im Bereich der NMR-Spektroskopie und Massenspektrometrie zur Strukturbestimmung bestimmter Naturstoffklassen sowie Konzepte zur Strukturaufklärung von Biomakromolekülen in Abhängigkeit ihrer Eigenschaften.</p> <p>2.) Methodenkompetenzen Mit Hilfe analytischer Methoden können sie die durch die Wechselwirkungen von Atomen bzw. Molekülen verursachte chemische Verschiebung funktioneller Gruppen im Falle der NMR und durch die Ionisation des zu untersuchenden Analyten im Falle der Massenspektrometrie Schlussfolgerungen auf die Struktur und den Aufbau von organischen Verbindungen ziehen. Zusätzlich zu den herkömmlichen NMR-Methoden können sie durch 2D und 3D Verfahren komplexere Strukturen sowie Biomakromoleküle, wie die DNA, identifizieren.</p>

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage unterschiedliche Messmethoden theoretisch zu erfassen und sie problemorientiert einzusetzen. Sie können die Inhalte der Vorlesung sachgemäß wiedergeben, Literaturrecherchen zur genaueren Erschließung der Inhalte nutzen sowie gemeinsame Diskussionen führen.

Inhalte

- moderne Methoden der Massenspektrometrie
- Ionisierungsmethoden
- Analysatoren
- Kopplung mit chromatographischen Systemen
- Tandem Massenspektrometrie
- Analyse von Biomolekülen
- moderne Methoden in der NMR-Spektroskopie
- 2D-Verfahren
- 3D-Spektroskopie
- Transfer-NOE, Invers-Techniken
- LC-NMR
- Konzepte zur Strukturaufklärung von Biomakromolekülen (Proteine, DNA, RNA, Oligosaccharide)

Literatur

- [1] E. de Hoffmann, V. Stroobant, Mass Spectrometry – Principles and Applications, 2. Aufl., Wiley-VCH, ISBN 0-471-48566-7
- [2] J.R. Chapman, Practical Organic Mass Spectrometry – A Guide for Chemical and Biochemical Analysis, 2. Aufl., Wiley-VCH, ISBN 0-471-95831-X; Friebolin, Ein- und zweidimensionale NMR-Spektroskopie
- [3] Duddeck, Dietrich, Tóth, Structure Elucidation by Modern NMR; aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen

Übung Fortgeschrittene Naturstoffanalytik

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erlernen die wesentlichen Techniken der Strukturaufklärung und die Anwendung gekoppelter analytischer Methoden zur Untersuchung von Element- und Spurenstoffen.

2.) Methodenkompetenzen

Sie beherrschen die experimentellen Methoden der (Bio-)NMR-Spektroskopie, der Massenspektrometrie, der gekoppelten chromatographischen Systeme und der Inverstechniken und können sie neben ihren erworbenen Kenntnissen zur Lösung von Aufgaben einsetzen sowie die besprochenen Methoden an anspruchsvollen Molekülen anwenden.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage aus den Übungsaufgaben die für die Lösung des Problems essentiellen Angaben herauszuarbeiten, zu strukturieren und Schlussfolgerungen abzuleiten sowie durch die Übungsaufgaben Techniken der Strukturaufklärung zu vertiefen und zu

verfestigen. Dazu werden unterschiedliche Messungen ausgewertet und beurteilt.

Inhalte

- moderne Methoden der Massenspektrometrie
- Ionisierungsmethoden
- Analysatoren
- Kopplung mit chromatographischen Systemen
- Tandem Massenspektrometrie
- Analyse von Biomolekülen
- moderne Methoden in der NMR-Spektroskopie
- 2D-Verfahren
- 3D-Spektroskopie Transfer-NOE, Invers-Techniken
- LC-NMR
- Konzepte zur Strukturaufklärung von Biomakromolekülen (Proteine, DNA, RNA, Oligosaccharide)

Literatur

- [1] E. de Hoffmann, V. Stroobant, Mass Spectrometry – Principles and Applications, 2. Aufl., Wiley-VCH, ISBN 0-471-48566-7
- [2] J.R. Chapman, Practical Organic Mass Spectrometry – A Guide for Chemical and Biochemical Analysis, 2. Aufl., Wiley-VCH, ISBN 0-471-95831-X; Friebohn, Ein- und zweidimensionale NMR-Spektroskopie
- [3] Duddeck, Dietrich, Tóth, Structure Elucidation by Modern NMR
aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen

Praktikum Fortgeschrittene Naturstoffanalytik

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erlernen durch das Praktikum eigenständig Herangehensweisen an die Lösung von strukturanalytischen Aufgabenstellungen zu entwickeln, ihr Fachwissen aus allen Bereichen der Chemie zu verknüpfen und an aktuelle Forschungsanalysemethoden in der Industrie anzubinden.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden können zur Bestimmung der Struktur und damit zur Identifizierung von bestimmten Naturstoffklassen sich umfassend mit den experimentellen Methoden der Naturstoffanalytik in Hinsicht auf die NMR-Spektroskopie und die spektrometrischen und chromatographischen Methoden auseinandersetzen und bei der Bearbeitung von Aufgaben ihr Methodenspektrum erweitern.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden können spezielle analytische Fragestellungen mit spektroskopischen Methoden bearbeiten und Messungen an den Geräten durchführen. Sie sind in der Lage die im Praktikum vorgegeben Problemstellungen zu bearbeiten und mit wissenschaftlichen Mitarbeitern darüber zu kommunizieren sowie zur Realisierung der gestellten Aufgaben Möglichkeiten der Literaturrecherche nutzen.

Inhalte

Die Studierenden bearbeiten komplexe analytische Fragestellungen (Naturstoffe, Naturstoffanaloga, Peptide etc.) an Massen- und NMR-Spektrometer.

Glycobiologie

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Glycobiologie	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Glycobiologie (2 SWS) Ü Glycobiologie (1 SWS) P Glycobiologie (4 SWS)	
Semester	SS oder WS / 2. oder 3. Semester	
Verantwortlicher	Boysen	
Dozent	Dräger, Boysen, Kirschning	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	79 h Präsenzzeit 161 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzungen	Bachelor (B. Sc.) in Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Abgeschlossene Module: „Wirkstoffmechanismen und -darstellung“, „Stereoontrolle und Biogenese von Naturstoffen“	
Studienleistungen	Praktikumsversuche	
Prüfungsleistungen	Klausur (2 h) über die Themengebiete des Moduls	
Medienform	Skript, Tafelanschrieb, Overheadfolien, Power-Point-Präsentation zum Skript	

Vorlesung Glycobiologie
<p>Qualifikationsziele</p> <p>1.) Fachkompetenzen Die Studierenden erwerben im Rahmen der Veranstaltung die zentrale Bedeutung der Kohlenhydrate für biologische Prozesse und kennen die notwendigen Kenntnisse zur Beantwortung biologischer Fragestellungen z.B. in den Bereichen der Zell-Zell-Erkennung, Erkennung der Blutgruppenderterminanten und der Chemie der Sialinsäure sowie zur Entwicklung medizinisch relevanter Konzepte, wie z.B. für Impfstoffe und Antitumorthérapien.</p> <p>2.) Methodenkompetenzen Die Studierenden sind in Lage Zusammenhänge zwischen der Struktur, der Konformation, der Stereochemie und den Eigenschaften der Kohlenhydrate zu erkennen und wichtige Methoden zur Synthese bestimmter Glucoside und Oligosaccharide anzuwenden. Sie können die Eigenschaften der Cofaktoren und die Konzepte zur notwendigen Regeneration als Voraussetzung für die weitere Verwendung in Reaktionen darstellen. Neben den Kohlenhydraten stellen auch weitere Verbindungen wie die Glycoproteine und Glycolipide, also Stoffe, bei denen Oligosaccharide an Lipide (Fette) bzw. Proteine, den Grundbausteinen von</p>

Nährstoffen, gebunden sind, wichtige Stoffklassen dar, deren Vorkommen, Strukturen und Biosynthesen ebenfalls beschrieben werden können. Anwendungsbereiche der genannten Verbindungen können von den Studierenden in Anlehnung an die Struktur-Wirkungsweisen beurteilt werden. Sie sind mit der Bedeutung und der Funktionsweise der Glycochips für die Erkennung und Charakterisierung von Kohlenhydraten, speziell von Oligosacchariden, vertraut.

3.) Handlungskompetenzen

Sie können anhand der Eigenschaften der Kohlenhydrate das Verständnis für die enge Verzahnung von der Molekülstruktur und den biologischen Funktionen schärfen und vertiefen. Sie verstehen die Bedeutung der Kohlenhydrate für biologische Systeme sowie deren möglichen medizinischen Anwendungsgebiete und sind in der Lage unter Anwendung wichtiger Begriffe Sachverhalte fachgemäß schriftlich und verbal darzustellen.

Inhalte

- Kohlenhydrate
 - Strukturen
 - Stereochemie
 - Konformationen
 - Schutzgruppenstrategien
- Glycosylierungsverfahren
- Synthesen ausgewählter Oligosaccharide
- enzymatische Glycosierungen
- Regenerationskonzepte für Cofaktoren
- Glycoproteine und Glycolipide
 - Vorkommen,
 - Strukturen
 - Biosynthesen
- Sialinsäuren
- Biologische Funktionen
 - Blutgruppen-Determinanten
 - Impfkonzeppte aus der Glycobiologie
 - Glycochips

Literatur

- [1] T. Lindhorst, Essentials of Carbohydrate Chemistry and Biochemistry, Wiley-VCH 2000
 [2] S. H. Khan, R. A. O'Neil (Hrsg), Modern Methods in Carbohydrate Synthesis, Harwood Academic Publisher 1996
 [3] M. E. Taylor, K. Duckhamer, Glycobiology, Oxford Univ. Press 2003
 [4] Molecular Glycobiology (Hrsg.: M. Fukuda, O. Hindsgaul); IRL Press, 1994

Übung Glycobiologie

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse zu den vorangegangenen Inhalten über die Kohlenhydrate mit seinen Bedeutungen für die Wissenschaft und Medizin. Sie beherrschen wichtige Grundbegriffe und Konzepte zur Beschreibung essentieller Anwendungsbereiche und biochemischer Verfahren, um Kohlenhydrate und seine Derivate herzustellen und zu charakterisieren.

2.) Methodenkompetenzen

Sie sind in der Lage synthetische und struktur- bzw. biochemisch-analytische Verfahrenswege zur Herstellung von ausgewählten Naturstoffklassen zu beschreiben und deren Bedeutung für biologische Systeme darzustellen. So können sie z.B. die Mechanismen der Glycosierung, der Übertragung von Zuckerresten auf andere Moleküle, wie Fette und Proteine, definieren.

3.) Handlungskompetenzen

Durch die Übung erlernen die Studierenden selbstständig chemische Fragestellungen zu bearbeiten und sich mit Biosynthesewegen sowie mit den biologischen Funktionen von Kohlenhydraten auseinanderzusetzen und zu vertiefen. Sie können Möglichkeiten zur Diskussion komplexer Problemstellungen mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und Kommilitonen nutzen.

Inhalte

In der Übung werden durch Aufgabenstellungen die Kohlenhydratchemie und die Rolle von Kohlenhydraten in biologischen Systemen behandelt.

Literatur

- [1] T. Lindhorst, Essentials of Carbohydrate Chemistry and Biochemistry, Wiley-VCH 2000;
- [2] S. H. Khan, R. A. O'Neil (Hrsg), Modern Methods in Carbohydrate Synthesis, Harwood Academic Publisher 1996;
- [3] M. E. Taylor, K. Duckhamer, Glycobiology, Oxford Univ. Press 2003;
- [4] Molecular Glycobiology (Hrsg.: M. Fukuda, O. Hindsgaul); IRL Press, 1994

Praktikum Glycobiologie

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erwerben im Rahmen des Praktikums chemische, biochemische und analytische Themen zur Kohlenhydratchemie und Kohlenhydratbiologie mit dem Schwerpunkt auf den Glycokonjugaten und besitzen einen Überblick über die industriellen und technischen Prozesse zur Gewinnung und Verwendung von Kohlenhydraten.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage durch Anwendung physikalisch-technischer Verfahren Kohlenhydrate zu synthetisieren und zu modifizieren, sowie die ausgewählten Verfahren zur Bestimmung von biologischen Funktionen der synthetisierten Kohlenhydrate und Glycokonjugate zu beschreiben.

3.) Handlungskompetenzen

Sie können im Labor mit den entsprechenden Naturstoffklassen umgehen und durch die Übertragung enzymatischer und synthetischer Fragestellungen auf die Praxis komplexe Aufgaben- und Problemstellungen lösen. Ihre Versuchsdaten können sie auswerten, kritisch beurteilen und gemeinsam mit wissenschaftlichen Mitarbeitern darüber diskutieren.

Inhalte

Die Studierenden bearbeiten synthetische und enzymatische Fragestellungen zur

Literatur

Modern Methods in Carbohydrate Synthesis, Harwood Academic Publisher 1996; Übersichten und Primärliteratur aus internationalen Journalen.

Reaktionsmechanismen und reaktive Zwischenstufen

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Reaktive Zwischenstufen und Reaktionsmechanismen	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Reaktionsmechanismen (2 SWS) Ü Reaktionsmechanismen (1 SWS) P Reaktionsmechanismen (4 SWS)	
Semester	SS oder WS / 2. oder 3. Semester	
Verantwortlicher	Kalesse	
Dozent	Kalesse, Gaich, Cordes, Kirschning	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	79 h Präsenzzeit 161 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzungen	Bachelor (B. Sc.) in Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine	
Studienleistungen	Praktikumsversuche	
Prüfungsleistungen	Klausur (2 h) oder mündliche Prüfung (30min) über die Themengebiete des Moduls	
Medienform	Skript, Tafelanschrieb, Overheadfolien, Power-Point-Präsentation zum Skript	

Vorlesung und Übung Reaktionsmechanismen
Qualifikationsziele
1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erlangen weiterführende Kenntnisse über die Reaktionsmechanismen von Synthesen verschiedener Verbindungsklassen der Organischen Chemie sowie grundlegende stereoelektronische Konzepte, die zum besseren Verständnis unterschiedlicher Reaktionen dienen. Dazu werden Verbindungen der entsprechenden Stoffgruppen aus dem täglichen Leben herangezogen und der Aufbau durch die Verwendung der in der Vorlesung gelehrt Inhalte erklärt.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden können Reaktionsmechanismen und Reaktionstypen in der Organischen Chemie, wie z.B. die Pericyclischen Ringschluss- und Additionsreaktionen bzw. Reaktionen mit Übergangsmetallkomplexen und Carbenkomplexen verstehen, und sind in der Lage sie für die Erklärung von Reaktionssequenzen, besonders auch vor dem Hintergrund der stereochemischen Kontrolle zu nutzen. Mit Hilfe der Baldwin-Regeln können sie Voraussagen bezüglich chemischer Ringschlussreaktionen und kinetisch bevorzugter Produkte treffen und Kriterien für Ausnahmen von den Regeln definieren. Des Weiteren sind sie mit dem Orbitalschema vertraut

und in der Lage Wechselwirkungen zwischen unterschiedlich besetzten Orbitalen darzustellen und vorauszusagen.

3.) Handlungskompetenzen

In den Übungen können sie die Möglichkeiten zur problemorientierten Diskussion von komplexen Sachverhalten und Problemstellungen nutzen sowie die Vorlesungsinhalte durch das selbstständige Lösen vorgegebener Übungsaufgaben, oder auch in Zusammenarbeit mit anderen Studierenden, vertiefen und weiterentwickeln.

Inhalte

- Stereoelektronische Konzepte
- Interaktionen von besetzten mit unbesetzten Orbitalen
- stereochemische Konsequenzen der stereoelektronischen Effekte
- Baldwin Regeln
- reaktive Intermediate
- reaktive Zwischenstufen
- Übergangsmetall-vermittelte Reaktionen (Pd, Fe, Ru, Rh, Cu, Ni, Au)
- Übergangsmetallkomplexe, Carbenkomplexe
- Cycloadditionen, 1,3-dipolare Cycloadditionen, Ringschlussreaktionen, photochemische Aktivierungen

Literatur

[1] Clayden Greeves, Warren, Wothers, Organic Chemistry, Oxford University Press, ISBN 0198503466

[2] I. Fleming, Frontier Orbitals and Organic Chemical Reactions, John Wiley & Sons, ISBN 0471 018198; R.W. Hoffmann, Elemente der Syntheseplanung, Elsevier, ISBN-13: 978-3-8274-1725-1

Praktikum Reaktionsmechanismen

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erlangen im Rahmen des Praktikums die Fähigkeit Reaktionen in Abhängigkeit von den Eigenschaften und Strukturen bestimmter Stoffklassen zu erkennen und erlangen dabei einen Einblick in die modernen und aktuell in der Forschung angewandten Reaktionsmechanismen zur Synthese von Wirk- und Naturstoffen.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage die Mechanismen übergangsmetallvermittelter Reaktionen, von Cycloadditionen und photochemisch aktivierten Reaktionen zu beschreiben und auf praktische Aufgabenstellungen zu übertragen. Sie können diese mit Hilfe stereoelektrischer Konzepte und den Wechselwirkungen zwischen leeren und besetzten Orbitalen darstellen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage die Praktikumsversuche in einem bestimmten Zeitfenster unter Berücksichtigung der Arbeitsschutzvorschriften und Einhaltung der Laborordnung sorgfältig und gefahrlos durchzuführen. Sie besitzen ein besseres Verständnis für den Umgang mit organischen luftempfindlichen und entzündlichen Substanzen.

Inhalte

Die Studierenden bearbeiten Reaktionen, die auf besondere, in der Vorlesung besprochenen, Mechanismen beruhen, dazu zählen auch übergangsmetallvermittelte Reaktionen, Cycloadditionen und Photochemisch aktivierte Reaktionen.

Literatur

Aktuelle nationale und internationale Journale, nach Ankündigung.

Studiengang	Masterstudiengang Material- und Nanochemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Metallorganische Chemie	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Metallorganische Chemie (2 SWS) Ü Metallorganische Chemie (1 SWS) P Metallorganische Chemie (4 SWS)	
Semester	SS / 2. Semester oder WS / 3. Semester	
Verantwortlicher	Butenschön	
Dozent	Butenschön	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Material- und Nanochemie M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	79 h Präsenzzeit 161 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen	Fortgeschrittene Kenntnisse in Organischer und Anorganischer Chemie	
Studienleistungen	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter, erfolgreiche Durchführung aller vorgegebenen Versuche, erfolgreiche Erstellung der Protokolle zu den Versuchen	
Prüfungsleistungen	Klausur (2 h) oder mündliche Prüfung (30 min) über die Themengebiete des Moduls	
Medienformen	Tafelanschrieb, Overheadfolien, Powerpoint-Präsentation, Versuchsanleitungen zu den Laborexperimenten	

Vorlesung und Übung Metallorganische Chemie
<p>Qualifikationsziele</p> <p>1.) Fachkompetenzen Die Studierenden kennen die Grundlagen der Metallorganischen Chemie und die Prinzipien des Verbindungsaufbaus, der Herstellung und der Reaktionen (stöchiometrisch und katalytisch) metallorganischer Verbindungen. Außerdem verfügen sie über das Wissen ihrer Anwendungen in der Chemie. In der Übung wird eine Vertiefung des in der Vorlesung vermittelten Stoffes zur Metallorganischen Chemie (Synthese, Struktur, Reaktivität) auf der Basis von Übungsaufgaben erreicht.</p> <p>2.) Methodenkompetenzen</p>

Die Studenten sind in der Lage Übungsaufgaben zur Metallorganischen Chemie zu bearbeiten und können die erlernten Grundlagen und Prinzipien anwenden.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden können das erlernte Wissen verbal und schriftlich darstellen.

Inhalte

- Aufbauprinzipien metall-organischer Verbindungen der Haupt- und Nebengruppenmetalle
- stereochemische und stereoelektronische Aspekte
- besondere Arbeitstechniken der metallorganischen Chemie
- Analytik metallorganischer Verbindungen
- Darstellung der wichtigsten metallorganischen Verbindungsklassen
- Beispiele wichtiger metallorganischer Reaktionen (Einführung)
- Dekomplexierung organischer Liganden
- Reaktionen metallorganischer Verbindungen: nucleophiler und elektrophiler Angriff, Cyclisierungen
- Prinzipien katalytischer Reaktionen
- spezielle Aspekte

In der Übung wird der in der Vorlesung vermittelte Stoff zur Metallorganischen Chemie (Synthese, Struktur, Reaktivität) auf der Basis von Übungsaufgaben vertiefend behandelt.

Literatur

- [1] Collman, Hegedus, Norton, Finke, Principles and Applications of Organotransition Metal Chemistry, University Science Books, Mill Valley CA 1987
- [2] C. Elschenbroich, Organometallchemie, 6. Aufl., Teubner, Stuttgart 2008
- [3] D. Astruc, Organometallic Chemistry and Catalysis, Springer, Berlin 2007

Praktikum Metallorganische Chemie

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden kennen die Grundlagen der Metallorganischen Chemie sowie die speziellen Probleme der metallorganischen Synthese.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studenten können die vorliegenden Versuche mit Hilfe der erlernten Grundlagen der Metallorganischen Chemie bearbeiten und auswerten.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage die speziellen Probleme der metallorganischen Synthese zu lösen.

Inhalte

Grundlagen und ausgewählte Anwendungen der Metallorganischen Chemie

Prozessregelung, Stabilität und Simulation am Beispiel nichtisothermer Reaktoren

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Prozessregelung, Stabilität und Simulation am Beispiel nichtisothermer Reaktoren	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Technische Reaktionsführung nicht- isothermer Reaktoren (1 SWS)	nicht-
	Ü Technische Reaktionsführung nicht- isothermer Reaktoren (2 SWS)	nicht-
	P Technische Reaktionsführung nicht- isothermer Reaktoren (4 SWS)	nicht-
Semester	SS oder WS / 2. oder 3. Semester	
Verantwortlicher	Bellgardt	
Dozenten	Bellgardt, Scheper	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Leistungspunkte / Arbeitsaufwand	79 h Präsenzzeit 161 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzungen	Grundkenntnisse in Technischer Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine	
Studienleistungen	Protokolle zum Praktikum, Praktikumsversuche	
Prüfungsleistungen	Klausur (2 h) über die Themengebiete des Moduls	
Medienform	Computer, Simulationssoftware	

Vorlesung Prozessregelung, Stabilität und Simulation

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden eignen sich durch die Vorlesung Grundlagen der technischen Reaktionsführung sowie das Verständnis für die Stabilität des stationären Zustandes nichtisothermer Reaktoren an und erlernen elementare Konzepte der Regelungstechnik und der Funktionsweise einfacher Reglertypen.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage über Bilanz- und Materialgleichungen von nicht-Gleichgewichts-Systemen auf die allgemeinen Stoff- und Wärmebilanzgleichungen für verschiedene Reaktortypen zu schließen. Die Gleichungen können sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch hergeleitet werden und die Dynamik von Reaktoren, die Umsätze und Ausbeuten, mathematisch beschreiben. Sie sind mit den Grundtypen der chemischen Reaktoren vertraut, zu denen der ideale (kontinuierlich laufende) Rührkesselreaktor (STR/CSTR) sowie das ideale Strömungsrohr (PFR) zählen. Sie können das Umsatzverhalten bei Reaktionen mit

Wärmetönung und bei adiabatischer Betriebsweise beschreiben und die Grundlagen auf polytrop betriebene reale Reaktoren erweitern.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten sind in der Lage sich mit der Problematik der Reaktorregelung auseinanderzusetzen und über die jeweiligen Stoff- und Wärmebilanzgleichungen die Reaktionsgeschwindigkeiten von chemischen Prozessen in den Reaktoren zu berechnen und Schlussfolgerungen für die Ausbeute und Umsätze zu ziehen.

Inhalte

- Nichtgleichgewichts-Systeme anhand von Bilanz- und Materialgleichungen
 - Entwicklung der allgemeine Stoff- und Wärmebilanz für nicht-isotherme Reaktoren
 - Grundtypen chemischer Reaktoren (idealer Rührkesselreaktor, ideales Strömungsrohr), Umsatzverhalten bei Reaktionen mit Wärmetönung und adiabatischer Betriebsweise
 - Erweiterung auf polytrop betriebene reale Reaktoren
- Stabilität des stationären Zustandes nicht-isothermer Reaktoren
- Problematik der Reaktorregelung
- elementare Konzepte der Regelungstechnik und der Wirkungsweise einfacher Reglertypen
 - Analyse der Temperaturregelung eines chemischen Reaktors

Literatur

Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

Übung Prozessregelung, Stabilität und Simulation

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erlangen im Rahmen der Übung vertiefte Kenntnisse zu den Funktionsweisen der idealen und realen Reaktoren und zur Verwendung der Stoff- und Wärmebilanzgleichungen. Möglichkeiten zur Stabilisierung des stationären Zustandes eignen sie sich ebenso wie die Bedeutung der dynamischen Signale und Antworten auf Störungen und deren Unterdrückung durch Bedienen der Regelkreise an.

2.) Methodenkompetenzen

Da die Bilanz- und Materialgleichungen sich nicht analytisch lösen lassen, sind die Studierenden in der Lage mit Hilfe von Rechenbeispielen sich die Funktionsweisen der numerischen Methoden und Algorithmen zu verdeutlichen, und die Grenzen der Gleichungen durch Konvergenzkriterien und numerische Fehlerberechnungen zu verstehen. Dadurch können sie, unter Einbeziehungen der Leitfähigkeiten und Konzentrationen der vorliegenden Stoffe, die Ausbeute und den Umsatz im stationären Zustand bestimmen und so Informationen über die Reaktordynamik erhalten.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden festigen und erweitern wichtige Lehrinhalte aus der Vorlesung durch die

Berechnung konkreter Beispiele. Sie können Fragestellungen selbstständig und gemeinsam bearbeiten, über ihre Ergebnisse diskutieren und Sachverhalte verbal sowie schriftlich in prägnanter Form darstellen.

Inhalte

- Anwendung numerischer Methoden zur Bestimmung der stationären Betriebspunkte, des Umsatzes und zur Analyse der Reaktordynamik
- Funktionsweise der numerischen Algorithmen und deren Grenzen (Konvergenz, numerische Fehler)
- Behandlung der idealen Reaktoren (CSTR, PFR) und des realen Strömungsrohrs
 - Anfahren der Reaktoren
 - Ermittlung des Umsatzes im stationären Zustand
 - Problematik mehrfacher stationärer Zustände
 - Stabilität und dynamische Antworten auf Störungen
 - Stabilisierung des stationären Zustandes
 - Unterdrückung von Störungen durch einfache Regelkreise

Praktikum Prozessregelung, Stabilität und Simulation

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden vertiefen durch praktische Vorgehensweisen im Bereich der Chemischen Reaktionstechnik ihre erworbenen Kenntnisse im Umgang mit dem idealen (kontinuierlichen) Rührkessel und dem realen Strömungsrohr im Hinblick auf das Anfahren sowie die Regelung der Reaktoren und dem Erhalt des stationären Zustandes während der Reaktion.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studenten sind in der Lage mit den in dem Praktikum behandelten Reaktoren umzugehen und den stationären Zustand chemischer Prozesses im Reaktor über Regelkreise zu steuern sowie ggf. auftretende Störungen, die sich durch dynamische Signalantworten bemerkbar machen, zu unterdrücken und Problematiken bei mehrfach vorliegenden stationären Zuständen zu verstehen. Zur Verdeutlichung der Reaktordynamik können sie numerische Berechnungen der Stoff- und Wärmebilanzgleichungen lösen.

3.) Handlungskompetenzen

Sie sind in der Lage sich mit technischen Problemstellungen zu beschäftigen und die dabei gewonnenen Ergebnisse kritisch zu bewerten. Der Umgang mit den Reaktoren ist ihnen teilweise durch vorangegangene Praktika zu den Modulen der Technischen Reaktionsführung aus dem Bachelor-Studiengang bekannt und kann durch das Praktikum weiter gefestigt werden.

Inhalte

Die wichtigsten Lehrinhalte aus den angebotenen Vorlesungen werden im Labor in Gruppenarbeit durch Ausführung von ausgewählten Experimenten vertieft, erweitert und in der Praxis veranschaulicht.

Katalyse

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Katalyse	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Katalyse (2 SWS) P Katalyse (4 SWS) S Katalyse (1 SWS)	
Semester	SS / 2. Semester oder WS / 3. Semester	
Verantwortlicher	Caro	
Dozenten	Bahnmann, Caro, Kirschning, Scheper	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Material- und Nanochemie M. Sc. Analytik M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	79 h Präsenzzeit 161 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen	Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer, physikalischer und technischer Chemie	
Studienleistungen	Erfolgreiche Durchführung aller vorgegebenen Versuche, erfolgreiche Erstellung der Protokolle zu den Versuchen, Seminarvortrag	
Prüfungsleistungen	Klausur (2 h) oder mündliche Prüfung (30 min) über die Themengebiete des Moduls	
Medienformen	Tafelanschrieb, Overheadfolien, Powerpoint-Präsentation, Versuchsanleitungen zu den Laborexperimenten	

Vorlesung/Seminar Katalyse

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden verfügen über das Wissen der aktuellen Methoden und Verfahren in der homogenen und heterogenen Katalyse und deren Anwendung in der chemischen Industrie.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studenten sind in der Lage die Effektivität katalytischer Prozesse zu beurteilen und können Kriterien für eine Optimierung von Katalysatoren und Katalyseverfahren entwickeln. Zudem können sie auch neuartige Verfahren, beispielsweise in der homogenen, der Bio- oder der Photokatalyse

beurteilen und die Bedeutung der Entwicklung von Nanostrukturen erkennen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage das erlernte Wissen aus dieser Vorlesung verbal und schriftlich darzustellen. Außerdem können sie komplexe Geschwindigkeitsgesetze für Parallel- und Folgereaktionen und für vorgelagerte Gleichgewichte auf katalysierte Reaktionen anwenden.

Inhalte

- Feststoffanalyse
 - heterogene Katalyse
 - Photokatalyse
- molekulare Katalyse
 - homogene Katalyse
 - Biokatalyse
- Grundlegende Begriffe wie Umsatz, Selektivität und Ausbeute sowie TON
- Anwendung von komplexen Geschwindigkeitsgesetzen für Parallel- und Folgereaktionen und für vorgelagerte Gleichgewichte auf katalysierte Reaktionen
- Gruppen von katalysierten Reaktionen wie Oxidation, Hydrierung oder Isomerisierung
- moderne Anwendungen der homogenen Katalyse basierend auf Übergangsmetallen wie Gold und Ruthenium
- besondere mechanistische Aspekte der homogenen Katalyse
- moderne Entwicklungsrichtungen der Katalyse wie
 - kombinatorische Katalysatorforschung
 - molekulares Design enzymatischer anorganischer Katalysatoren
 - in situ-Techniken zur Diagnostik arbeitender Katalysatoren
 - Membran-unterstützte Katalyse
 - Heterogenisierung homogener Katalysatoren
 - Miniaturisierung katalytischer Systeme durch Baugruppen der Mikroreaktionstechnik
- umweltrelevante Katalyseverfahren wie
 - Autoabgasreinigung
 - Technische Abgaskatalyse
 - Reduktion von VOC
- Spezialfeld der Katalyse: Polymerisation
 - am Beispiel der Niederdruck-Ethen-Polymerisation im Gaswirbelschichtverfahren
- hohe Selektivität und Spezifik der Enzymkatalyse und Biotransformation anhand von exemplarischen Beispielen
- besondere Verdienste des NPT Ertl, der von 1968 bis 1972 an der Universität Hannover

lehrte und forschte, um die katalytische CO-Oxidation und die Aufklärung des Mechanismus der NH₃-Synthese

Literatur

[1] I. Chorkendorff, J.W. Niemantsverdriet, Concepts of Modern Catalysis and Kinetics, Wiley-VCH, 2003

[2] G. Ertl, H. Knözinger, J. Weitkamp, Preparation of Solid Catalysts, Wiley-VCH, 1999.

Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.

Praktikum Katalyse

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden kennen aufbauend auf der Vorlesung katalytische Verfahren aus unterschiedlichen Bereichen der Chemie. Dazu gehören die Feststoffkatalyse, die Photokatalyse, die molekulare Katalyse und die Biokatalyse.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studenten können Kriterien entwickeln, mit denen die wichtigsten Methoden zur Optimierung von Katalysatoren und katalytischen Prozessen beurteilt werden können. Außerdem können sie spezielle Katalysatoren im Hinblick auf Effektivität, Selektivität, aber auch auf ökologischer Hinsicht miteinander vergleichen und beurteilen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden können anhand der entwickelten Kriterien die wichtigsten Methoden zur Optimierung von Katalysatoren und katalytischen Prozessen beurteilen. Außerdem können sie die durchgeführten katalytischen Versuche detailliert in Hinblick auf die Ausbeute, Selektivität, Wirtschaftlichkeit und Ökobilanz auswerten.

Inhalte

- Einsatz von Übergangsmetallkomplexen in der homogenen Katalyse
- Heterogene Katalyse
 - exemplarisch eine Oxidationskatalyse im Membranreaktor
 - Prinzipien des Stofftransportes durch perowskitische Sauerstoffleiter einschließlich der entsprechenden Reaktionstechnik
 - Messungen bei der katalytischen Partialoxidation von Kohlenwasserstoffen mit Sauerstoff, der über eine Permeation von den Membranen bereitgestellt wird
 - Analyse und Quantifizierung der erhaltenen Stoffgemische über die Gaschromatographie
- Biokatalyse
 - Isolierung von Enzymen
 - verschiedene Verfahren unter Einsatz von Enzymen
- Photokatalyse
 - Betrieb einer photoelektrochemischen Wasserspaltung und eines photokatalytischen Schadstoffabbaus
 - Aufbau einer geeigneten photoelektrochemischen Zelle bzw. einer geeigneten

Photokatalyseapparatur

- Erzeugung von einzusetzenden Titandioxidelektroden bzw. Photokatalysatoren mittels Sol/ Gel-Beschichtung und deren Charakterisierung mit verschiedenen Techniken (UV-/Vis-Reflektionsspektroskopie, BET-Messung)
- Durchführung von photokatalytischen Reaktionen einschließlich einer quantitativen Produktanalyse

Für alle durchgeführten katalytischen Versuche erfolgt eine detaillierte Auswertung in Hinblick auf die Ausbeuten, Selektivitäten, Wirtschaftlichkeit und Ökobilanz.

Literatur

Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.

Röntgenmethoden

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Röntgenmethoden	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Röntgenmethoden und Kristallstrukturanalytik (2 SWS) Ü Röntgenmethoden und Kristallstrukturanalytik (1 SWS) P Röntgenmethoden und Kristallstrukturanalytik (4 SWS)	
Semester	3. Semester (WS, zweijährig)	
Verantwortlicher	Behrens	
Dozenten	Behrens (Chemie), Buhl (Mineralogie), Wiebcke (Chemie)	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Material- und Nanochemie M. Sc. Analytik M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	79 h Präsenzzeit 161 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen	Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer und physikalischer Chemie	
Studienleistungen	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter, erfolgreiche Durchführung aller vorgegebenen Versuche, erfolgreiche Erstellung der Protokolle zu den Versuchen	
Prüfungsleistungen	Klausur (2 h) oder mündliche Prüfung (30 min) über die Themengebiete des Moduls	
Medienform	Tafelanschrieb, Overheadfolien, Powerpoint-Präsentation, Versuchsanleitungen zu den Laborexperimenten	

Vorlesung/Übungen Röntgenmethoden

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erwerben weitgehende Kenntnisse in der Kristallstrukturanalyse einkristalliner und polykristalliner Proben anorganischer Materialien sowie weitere Röntgenverfahren zur strukturbezogenen Analytik von nicht-kristallinen Feststoffen an Gläsern, Solen, Gelen und Nanomaterialien. Sie erlangen diesbezüglich einen Überblick über die Struktur verschiedener Festkörper und kennen die möglichen Beugungserscheinungen von Strahlen an Atomen bzw.

Molekülen, Partikeln und Gasen sowie an diversen amorphen Materialien.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden verstehen die Methoden zur analytischen Bestimmung des atomaren Aufbaus von Kristallen und amorphen Materialien hinsichtlich der räumlichen Anordnung der Atome durch Röntgen-, Elektronen-, Synchrotron- und teils Neutronenstrahlung. Sie können über die Einkristallstrukturanalyse Informationen zur Elementarzelle erhalten und jeweils die Raumgruppen herleiten. Sie sind in der Lage über die Beugung und Interferenzen von Röntgenstrahlen an Elektronen die Struktur und Symmetrie von Kristallen mit Hilfe mathematischer Formalismen zu bestimmen. Sie kennen die Verfahren zur Analyse von pulverförmigen Materialien, wie das Debye-Scherrer-, Bragg-Brentano und das Guinier-Verfahren zur Identifizierung von Substanzen und Substanzgemischen in Proben. Sie sind in der Lage Reflexe zu indizieren, Gitterkonstanten zu bestimmen und Zusammenhänge zwischen der Form von Streukurven und Partikelgröße, -größenverteilung und -form sowie der Struktur von Partikelaggregaten (Oberflächen- und Massenfraktale) zu erkennen und benennen. Des Weiteren kennen sie das Grundprinzip der Neutronenbeugung und können deren Vor- und Nachteile beschreiben.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage die Strukturparameter und Gütekriterien kritisch zu betrachten und sich an problemorientierten Diskussionen zu beteiligen. Sie können die verschiedenen Messmethoden nach den Anwendungsmöglichkeiten und Genauigkeiten hinsichtlich der Ergebnisse beurteilen und Auswirkungen von Strukturen auf die Messergebnisse voraussagen und begründen.

Inhalte

- Einführung in grundlegende Organisationsformen von Materialien (Kristalle, modulierte Strukturen, Quasikristalle, Zwillinge, nicht-periodisch strukturierte Materialien und Komposite, periodische nanostrukturierte Materialien)
- vertiefende Wiederholung der kristallografischen Symmetriellehre (Ebenen- und Raumgruppen)
- Physik der Streuung/Beugung von Röntgenstrahlen an: Atom, Molekül/Elementarzelle, Gitter, Gas, Partikel, Glas (Fourier-Transformation, Bragg-Gleichung, Debye-Gleichung)
- kurze Einblick in die Neutronenstreuung
- moderne Röntgenstrahlungsquellen (z.B. Synchrotronquellen) und Detektorsysteme (z.B. Bildplatte)
- Einkristallmethoden
 - Ewald-Konstruktion
 - Buerger-Verfahren
 - Vierkreisdiffraktometer
- Einkristallstrukturanalyse
 - Bestimmung von Raumgruppen
 - Strukturlösung mittels direkter Verfahren und der Patterson-Funktion in Form der Schweratommethode
 - Fourier-Synthese und Verfeinerung zur Vervollständigung eines Strukturmodells
- Röntgenpulvermethoden (beinhaltet entsprechende Verfahren unter Nutzung von Neutronenstrahlen und insbesondere unterschiedliche, sich ergänzende Informationen über Röntgen- und Neutronenverfahren)
 - Debye-Scherrer-, Bragg-Brentano- und Guinier-Verfahren
 - Profilkfunktionen, Peakentfaltung
 - Strukturverfeinerung mit Rietveld-Methode

- Möglichkeiten und Methoden der Strukturlösung mit Reziprokraum- und Direktraummethode
- Totalstreuverfahren (Hochenergiestreuverfahren am Synchrotron) mit der Gewinnung von Abstandsverteilungsfunktionen zur Strukturanalytik von Gläsern und Nanomaterialien
- Röntgenkleinwinkelstreuverfahren zur Analytik von Solen und Gelen
- Guinier-Näherung
- Porod-Gesetz
- Gewinnung von Paar-Abstandsverteilungskurven zur Partikelformanalyse
- Form- und Strukturfaktor
- Methode des streifenden Einfalls (GISAXS) zur Untersuchung von dünnen Filmen
- Röntgenabsorptionsspektroskopie (XAS)
 - EXAFS und XANES zur Erhaltung elementspezifischer Informationen zur lokalen Struktur (Atomabstände, Oxidationsstufen)

Literatur

[1] R. Allmann, „Röntgenpulverdiffraktometrie“, Springer, Berlin, 2003

[2] W. Massa, „Kristallstrukturbestimmung“, Teubner Studienbücher Chemie, Stuttgart, 2002

[3] R.E. Dinnebier & S.J.L. Billinge (Ed.) „Powder Diffraction, Theory and Practice“.

Weitere Literatur in Form von Übersichtsartikeln wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Praktikum Röntgenmethoden

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Standardverfahren der Kristallstrukturanalyse. Sie erlangen einen Einblick in die Probenpräparation und Durchführung der Messmethoden und erwerben Konzepte zur Lösung strukturanalytischer Problemstellungen.

2.) Methodenkompetenzen

Sie können mittels der Einkristallstrukturanalyse und der Röntgenpulvermethode kristalline und pulverförmige Proben untersuchen und ausgewählte Verfahren zur Analyse anwenden. Sie trainieren den „Umgang mit dem reziproken Raum“ und die Bestimmung von Gitterkonstanten, systematischen Auslöschungen sowie von Raumgruppen durch die Anfertigung von Aufnahmen eines Einkristalls und einer Pulverprobe.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage die erhaltenen Strukturparameter und Gütekriterien kritisch zu betrachten und ihre Ergebnisse fachgerecht darzustellen. Die Auswertungen können sie am CIP-Pool der Chemieinstitute durchführen und die bestimmte Kristallstruktur mit Hilfe von Visualisierungsprogrammen interpretieren. Die Versuche führen sie sicher, gefahrlos und sorgfältig unter Einhaltung der Arbeitsschutzvorschriften in einem vorgegebenen Zeitraum durch.

Inhalte

Während des Praktikums sollen folgende Aufgaben ausgeführt werden

- Aufnahmen vororientierter Kristalle an Buerger-Kameras
 - Intensitätsmessungen mit einem Einkristall (Vierkreisdiffraktometer)
 - Intensitätsmessungen mit einer Pulverprobe (Pulverdiffraktometer mit Debye-Scherrer-Geometrie, Kapillartechnik)
- wahlweise vollständige Kristallstrukturanalyse mit dem Pulver- oder Einkristalldatensatz unter Anwendung moderner Computerprogramme

Literatur

Anleitungen für die experimentellen Arbeiten an den Röntgengeräten und die Kristallstrukturrechnungen an den Computern werden vor dem Praktikum ausgegeben.

Anorganische Materialchemie

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Anorganische Materialchemie	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Anorganische Chemie von Materialien und Nanosystemen (3 SWS) Ü Anorganische Chemie von Materialien und Nanosystemen (1 SWS) V Festkörpersynthese und Materialpräparation (3 SWS) P Festkörpersynthese und Materialpräparation (3 SWS)	
Semester	WS / 1. Semester und SS / 2. Semester	
Verantwortlicher	Behrens	
Dozenten	Behrens, Schneider	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Material- und Nanochemie	
Arbeitsaufwand	112,5 h Präsenzzeit 247,5 h Selbststudium	
Leistungspunkte	12 LP	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen	Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer Chemie	
Studienleistungen	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter, erfolgreiche Durchführung aller vorgegebenen Versuche, erfolgreiche Erstellung der Protokolle zu den Versuchen	
Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung (30 min) über die Themengebiete des Moduls	
Medienformen	Tafelanschrieb, Overheadfolien, Powerpoint-Präsentation, Übungsblätter, Versuchsanleitungen zu den Laborexperimenten	

Vorlesung und Übung Anorganische Chemie von Materialien und Nanosystemen

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studenten verfügen über das Wissen von Strukturen, Eigenschaften und Anwendungen von Materialien und Nanosystemen sowie die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen. Insbesondere stehen dabei anorganische Festkörper im Mittelpunkt sowie wichtige Materialien.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage wichtige Grundoperationen der Strukturbeschreibung und –analyse einzusetzen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten können erkennen, dass sich die Eigenschaften ausgedehnter Systeme (Bulk-Materialien) stark von nanoskaligen Materialien unterscheiden können. Außerdem sind sie in der Lage selbstständig Beziehungen zwischen der Struktur und den Eigenschaften einer Verbindung zu erfassen.

Inhalte

- Herleitung des Bändermodells auf der Basis von chemischen Konzepten (LCAO-Ansatz zur Erzeugung von Kristallorbitalen)
- Herleitung von grundlegenden elektronischen und spektroskopischen Eigenschaften (elektrische Leitfähigkeit, Art der Bandlücke etc.) von Materialien
 - Erläuterung der Eigenschaften im Laufe der Vorlesung und der Übungen
- Erläuterung von Defektstrukturen verschiedener anorganischer Materialien und ihren Einfluss auf deren Chemie
- Struktur-Eigenschaftsbeziehungen unter Berücksichtigung der nanoskaligen Analoga wichtiger Arten anorganischer Festkörper wie
 - Metalle
 - kovalente Verbindungen
 - Halbleiter
 - ionische Verbindungen
 - intermetallische Verbindungen
 - Silicate
- Besprechung insbesondere der mechanischen, elektrischen, dielektrischen und magnetischen Eigenschaften

Literatur

[1] Smart & Moore: Einführung in die Festkörperchemie

[2] U. Müller: Anorganische Strukturchemie

[3] A.R. West: Grundlagen der Festkörperchemie.

Weitere empfehlenswerte Literatur wird in der Vorlesung vorgestellt.

Vorlesung Festkörpersynthese und Materialpräparation

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden kennen verschiedene Syntheseverfahren für die Herstellung von anorganischen Festkörpern und für die Präparation anorganischer Materialien.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studenten können die Vor- und Nachteile von verschiedenen Syntheseverfahren aufzeigen und beurteilen, welches für die gegebene Aufgabenstellung am geeignetsten ist.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage entsprechend ihres entwickelten Gefühls für die Wahl der

geeignetsten Methode anorganische Festkörper herzustellen und anorganische Materialien zu präparieren.

Inhalte

1. Teil: Klassische Synthesemethoden

- Reaktionen im festen Zustand
 - fest-fest-Reaktionen
 - selbstfortschreitende Reaktionen
 - Mechanosynthese
 - druckinduzierte Umwandlungen
- Flüssig-fest-Reaktionen
 - Einkristallzuchtverfahren
 - Präzipitation
 - Kristallisation
 - Solvothermalsynthesen
 - Sol-Gel-Verfahren
 - Glasbildung und Glaskristallisation
- Gas-fest-Reaktionen
 - Transportreaktionen
 - Gasphasenabscheidung
 - Sputtering
 - Aerosol-Verfahren

2. Teil: Methoden mit erhöhter Kontrolle über den Reaktionsausgang

- Strukturdirigierende Synthesen
 - Precursor-Verfahren
 - Einsatz molekularer und aggregierter Strukturdirektoren
 - Biomineralisation
- Strukturlimitierte Synthesen
 - Ionenaustausch
 - Intercalation
 - Insertion

Literatur

[1] Smart & Moore, Einführung in die Festkörperchemie

[2] U. Schubert, N. Hüsing, Synthesis of Inorganic Materials, Wiley VCH, 2004.

Weitere empfehlenswerte Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt

Praktikum Festkörpersynthese und Materialpräparation

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studenten kennen spezielle Verfahren zur Synthese und Präparation von Materialien und

Nanomaterialien.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage zu erkennen wie verschiedene Reaktionsparameter den Ausgang einer Reaktion beeinflussen können und wie das gewählte Verfahren die Morphologie (Nanoteilchen, Pulver, Einkristall) bestimmt.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten können die erlernten speziellen Verfahren zur Synthese und Präparation von Materialien praktisch im Labor anwenden und durchführen. Außerdem sind sie in der Lage ihre Erkenntnisse bezüglich des Einflusses verschiedener Reaktionsparameter auf den Ausgang einer Reaktion oder des gewählten Verfahrens auf die Morphologie schriftlich und verbal darzustellen.

Inhalte

Die Versuche behandeln verschiedene Substanzklassen. Im Allgemeinen werden Reihenversuche unter Variation einer oder mehrerer Reaktionsparameter durchgeführt, um so den Einfluss unterschiedlicher Reaktionsführungen auf die Produkteigenschaften in systematischer Weise aufzuklären.

Dabei dienen die folgenden Syntheseverfahren als Beispiele:

- Reaktionen im festen Zustand
 - Diese finden ihre Anwendung beispielsweise zur Bildung von Mischoxiden, wobei die Durchführung unter Variation des Versuchsvorgehens (Mörsern und Mischen, Ko-Fällung von Precursoren) und der Reaktionstemperatur erfolgt. Anschließend werden die Produkte mit der Röntgen-Pulverbeugung untersucht.
- Hydrothermalsynthesen
 - Diese finden ihre Anwendung bei zeolithartigen Substanzen, wobei die Durchführung unter Variation des Versuchsvorgehens (Art und Konzentration der Edukte, unterschiedliche Mineralisatorsysteme, unterschiedliche Synthesysteme) erfolgt. Anschließend werden die Produkte mit der Rasterelektronenmikroskopie und der Röntgen-Pulverbeugung untersucht.
 - Zudem werden mesostrukturierte Materialien unter hydrothermalen Bedingungen hergestellt, wobei verschiedene Parameter wie Art und Konzentration der Edukte variiert werden und ihr Einfluss auf die Produktbildung mit Hilfe der Röntgen-Pulverbeugung und von Sorptionsmessungen untersucht werden.
 - In-situ-Untersuchungen zur Strukturbildung können durch Röntgenbeugung mit dem Theta-Theta-Diffraktometer erfolgen.
- Dip-coating
 - Das Dip-coating ist ein wichtiges Verfahren zur Herstellung dünner Filme. Anhand einfacher Modellsysteme werden die Einflüsse unterschiedlicher charakteristischer Parameter (Zusammensetzung der Eduktlösung, Luftfeuchtigkeit, Ziehgeschwindigkeit, Nachbehandlung) überprüft.

Der Einfluss von amphiphilen Molekülen und Polymeren auf die Kristallmorphologie wird anhand chemisch einfacher Beispiele (Calciumcarbonat, Bariumchromat) untersucht. Die Kristalle werden mittels Rasterelektronenmikroskopie und der Röntgen-Pulverbeugung untersucht.

Literatur

[1] U. Schubert, N. Hüsing, *Synthesis of Inorganic Materials*, Wiley VCH, 2004.

Die Versuchsbeschreibungen und weiterführende Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Physikalische Materialchemie	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V1 Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen (3 SWS) Ü Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen (1 SWS) V2 Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermateriale (3 SWS) P Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermateriale (3 SWS)	
Semester	WS / 1. Semester	
Verantwortlicher	Caro	
Dozenten	V1: Feldhoff, Heitjans V2: Bahnemann, Caro, Wark	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Material- und Nanochemie	
Arbeitsaufwand	112,5 h Präsenzzeit 247,5 h Selbststudium	
Leistungspunkte	12 LP	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen	Fortgeschrittene Kenntnisse in Physikalischer Chemie	
Studienleistungen	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter, erfolgreiche Durchführung aller vorgegebenen Versuche, erfolgreiche Erstellung der Protokolle zu den Versuchen	
Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung (30 min) über die Themengebiete des Moduls	
Medienformen	Tafelanschrieb, Overheadfolien, Powerpoint-Präsentation, Übungsblätter, Versuchsanleitungen zu den Laborexperimenten	

Vorlesung 1/Übung: Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studenten verfügen über Wissen in dem Bereich der physikalischen bzw. physikalisch-chemischen Grundlagen zum Verständnis der besonderen Eigenschaften von Festkörper-Systemen als komplexes Funktionsmaterial. Dazu gehören das Bändermodell, die Thermodynamik realer Festkörper unter Berücksichtigung nanostrukturierter Systeme, die Elektrochemie mit Hinblick auf Elektroden und die Festkörperelektrochemie mit Festionenleitern als Elektrolytsysteme.

Die Studierenden kennen zudem die Grundlagen für die Anwendung nanostrukturierter Festkörper und für die Anordnungen von Nanoteilchen in Bauteilen.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage jene Unterschiede zu erkennen, die auftreten, wenn die Abmessungen der Festkörper-Teilchen in den Bereich weniger Nanometer hinein absinken.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten können das erlernte Wissen verbal und schriftlich darstellen, sowie es in Diskussionen beispielsweise über die Kinetik oder Dynamik in Festkörpern einbringen.

Inhalte

- Bändermodell
 - als Grundlage zur Beschreibung elektronischer Zustände und Eigenschaften von Festkörpern
 - Erläuterung auf der Basis der Konzepte der Festkörperphysik
 - Unterscheidung von elektrischen Leitern, Halbleitern und Isolatoren

- Thermodynamik realer Festkörper
 - unter besonderer Berücksichtigung nanostrukturierter Systeme auf der Basis der Grenzflächenthermodynamik
 - als Basis zur Diskussion von Fragen der Kinetik und Dynamik in Festkörpern

- Elektrochemie mit Blick auf Elektroden
 - unterschiedliche Arten von Elektroden: metallische Elektroden, Halbleiterelektroden, Ultra-Mikroelektroden und Bezugselektroden
 - Fermi-Energie
 - Elektronentransfer
 - Ladungsträgerinjektion
 - Thermodynamik geladener Grenzflächen einschließlich elektrochemischer Gleichgewichte
 - experimentelle Techniken zur Leitfähigkeitsmessung in Lösungen

- Festkörperelektrochemie mit Festionenleitern als Elektrolytsysteme
 - Unterscheidung zwischen kristallinen ionischen Leitern, Gläsern und Polymeren
 - Besprechung von Grenzflächengleichgewichten und Transportvorgängen aus thermodynamischer Sicht
 - Ionen- und Elektronentransport
 - Betrachtung von Ferromagnetika und -elektrika (Multiferroika) sowie Thermoelektrika in Hinblick auf Festkörper und Nanosysteme unter Berücksichtigung experimenteller Methoden

Literatur

- [1] Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik
 [2] M.N. Rudden, J. Wilson, Elementare Festkörperphysik und Halbleiterelektronik
 [3] J. Maier, Festkörper – Fehler und Funktion, Prinzipien der physikalischen Festkörperchemie
 [4] P.G. Bruce, Solid State Electrochemistry, Cambridge University Press, 1995.
 Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.

Vorlesung 2: Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermaterien**Qualifikationsziele****1.) Fachkompetenzen**

Die Studenten kennen die Funktionsprinzipien und die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Festkörpermaterien mit großer aktueller Bedeutung in der Anwendung.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden können die aktuellen Optimierungsmöglichkeiten für ausgewählte Materialsysteme erkennen. Außerdem sind sie in der Lage den funktionsorientierten Aufbau komplexer Materialien zu verstehen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten können das erlernte Wissen verbal und schriftlich darstellen und zur Lösung vorliegender Aufgabenstellungen oder Problemstellungen anwenden. Zudem sind sie imstande aktuelle Themen aus dem Bereich der Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermaterien zu diskutieren.

Inhalte

Behandlung einer Reihe von Materialien und Materialklassen

- im Vordergrund stehen die auftretenden Struktur-Eigenschafts-Beziehungen
- basierend auf der gedanklichen Kette: vom Molekül zum Material zum Bauelement
- die folgenden Materialien werden exemplarisch betrachtet und nach der gedanklichen Kette dargestellt
 - Hartwerkstoffe
 - Metalle
 - magnetische Materialien
 - Katalysatoren
 - ein photokatalytisches System
 - Membranmaterialien
 - Systeme zur Sensorik
 - Materialien von Brennstoffzellen
 - Materialien von Solarzellen
 - Materialien von Batterien
 - Halbleiterbauelemente
 - photonische Materialien
- Im folgenden werden die einzelnen Themengebiete der verschiedenen Materialien genauer dargestellt:
 - Hartwerkstoffe
 - Behandlung von Fragen der chemischen Stabilität und der Nanostruktur der Hartwerkstoffe in Abhängigkeit von der Geometrie als Kompaktmaterial oder Dünnschicht
 - Es werden dabei die speziellen mechanischen Eigenschaften von nanostrukturierten Werkstoffen betrachtet.

- Metalle
 - Erklärung der elektrischen Eigenschaften, der Wärmeleitung und Deformierbarkeit bei gleichzeitig mechanischer Stabilität ausgehend vom Modell der metallischen Bindung
- Magnetische Materialien
 - Einführung in den Bereich von Festkörpern mit interessanten magnetischen Eigenschaften und ihren typischen Anwendungen sowie ihren Struktur-Eigenschaft-Korrelationen
 - Erläuterung des Phänomens und der Ursachen der Supraleitung
- Katalysatoren
 - Herstellung und Stabilisierung nanoskaliger Oxid- und Metallpartikel auf üblichen Trägern wie Oxiden oder Kohlenstoff
 - Der Schwerpunkt liegt einerseits auf der Nanostruktur der Kontaktfläche zwischen Katalysator und Katalysator-Träger und andererseits auf dem hierarchischen Strukturaufbau.
- Photokatalytisches System
 - Behandlung des komplexen Zusammenwirkens von Superhydrophilie und Photo-Oxidation in Halbleiterkatalysatoren mit Nano-Design beim Schadstoffabbau in gasförmiger und flüssiger Phase
 - Behandlung von „smarten“ Nanomaterialien mit maßgeschneiderten Oberflächeneigenschaften für die Anwendung in der Photokatalyse
- Membranmaterialien
 - Poröse und dichte Materialien und ihre Strukturierung zu Membranen für die Gastrennung
 - Behandlung grundlegender Fragen über molekulare Materialien im Rahmen der Lehrinheit „Molekulare Elektronik“
 - Vorstellung ausgewählter Synthesen
 - Aufzeigung von Wegen der Selbstorganisation von Molekülen zu „molekularen Drähten“ und „Schaltern“
 - Diskussion von Aspekten der Kontaktierung und Vermessung
- Systeme zur Sensorik
 - Erläuterung moderner Systeme zur Gassensorik
 - Zentrale Aspekte sind die elektrochemischen Grundlagen der Nachweise bzw. der Ionenleitung und die Darstellung der notwendigen komplexen modularen Aufbauten
- Materialien von Brennstoffzellen
 - Erläuterung der Aufbau- und Wirkprinzipien der aktuell angewendeten Brennstoffzell-Systeme
 - Das Hauptaugenmerk liegt auf dem funktionellen Ineinandergreifen der verschiedenen Komponenten.

- Materialien von Solarzellen
 - Vorstellung und Vergleich der verschiedenen Aufbau- und Funktionsstrategien moderner photovoltaischer Zellen (Si-Solarzellen, Halbleiter-Dünnschichtzellen, Farbstoff-sensibilisierte Zellen und rein organische Solarzellen)
- Materialien von Batterien
 - Vorstellung moderner Batteriesysteme mit Schwerpunkt auf Li⁺-Ionen-Speicher
 - Der Schwerpunkt liegt auf den Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.
- Halbleiterbauelemente
 - Erklärung des Aufbaus und der Wirkungsweise von Dioden und Feldeffekt-Transistoren
 - Im Mittelpunkt stehen die Elektrochemie von Halbleiter-Metall- und Halbleiter-Halbleiter-Kontakten.
- Photonische Materialien
 - Vorstellung der Prinzipien moderner optisch aktiver Werkstoffe für die Entwicklung von Mikro-Lasern, für die optische Datenspeicherung und für die optische Leiterbahntechnik

Diskussion von besonderen optischen Quantengrößeneffekten in niedrig-dimensionalen Systemen, insbesondere von Quantendrähten und Quantenpunkten

Literatur

- [1] W. Göpel, C. Ziegler, Einführung in die Materialwissenschaften: Physikalisch-Chemische Grundlagen und Anwendungen, Teubner, 1996
- [2] C.N.R. Rao, A. Müller, A.K. Cheetham, The Chemistry of Nanomaterials, Wiley-VCH, 2004
- [3] R. Memming, D. Vanmaekelbergh, Semiconductor Electrochemistry, Wiley-VCH, 2001
- [4] M.N. Rudden, J. Wilson, Elementare Festkörperphysik und Halbleiterelektronik, Spektrum Verlag, 1995
- [5] J. Jahns, Photonik, Oldenbourg Verlag, 2001
- Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.

Praktikum Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermaterien

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Durch die Versuche im Praktikum wird eine Vertiefung des Vorlesungsstoffes erreicht, sodass die Studenten unter anderem aufbauend auf der Vorlesung über das Wissen wichtiger Eigenschaften von Festkörpermaterien anhand von ausgewählten Beispielen im Praktikum verfügen.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage die chemische Synthese der Materialien mit der physikalisch-chemischen Bestimmung ihrer Eigenschaften zu kombinieren, um die vorliegenden Versuche zu bearbeiten.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten können die Versuche mit Hilfe ihres erlernten Wissens korrekt durchführen sowie die

Messergebnisse exakt darstellen. Außerdem sind sie in der Lage die erhaltenen Ergebnisse kritisch zu betrachten und zu diskutieren, um letztendlich ein Urteil für den jeweiligen Versuch zu erhalten.

Inhalte

Verknüpfung von synthetischem Arbeiten mit der Probencharakterisierung und der Bestimmung wichtiger physikalisch-chemischer Parameter

Es werden Versuche mit den folgenden zentralen Themen behandelt:

- Mechanochemie
 - Behandlung einer äquimolaren Mischung aus CaF_2 und SrF_2 in einer Planetenkugelmühle
 - Interpretation des Röntgenpulverdiffraktogramms
 - Bestimmung der mittleren Kristallgröße nach der Scherrer-Gleichung

- Photokatalytischer Schadstoffabbau
 - Herstellung von TiO_2 - und TiO_2/CdS Dünnschichtfilmen für den photokatalytischen Abbau eines organischen Farbstoffs (Methylenblau) als Testmolekül
 - Einbringung des CdS über elektrochemische Abscheidung in die porösen TiO_2 -Filme (Tauchziehverfahren in Anwesenheit eines Porogens)
 - Abbau des gelösten Farbstoffs in Lösung erfolgt mittels UV-VIS-spektroskopischer Analyse

- Farbstoff-sensibilisierte Solarzellen
 - Erzeugung von porösen halbleitenden ZnO -Schichten mittels elektrochemischer Abscheidung auf leitfähigem Glas als erstes Material, die röntgenographisch charakterisiert und mit geeigneten Farbstoffen beladen werden
 - Erzeugung von Farbstoff- TiO_2 -Solarzellen (nach dem Verfahren von Grätzel) durch Aufstreichen von TiO_2 -Paste auf leitendes Glas als zweites Material, die anschließend thermisch behandelt, kristallisiert und mit Farbstoff imprägniert werden
 - Aus den Filmen und geeigneten Gegenelektroden sowie einem geeignetem Elektrolyten werden Solarzellen gebaut.
 - Testung der Solarzellen auf ihre Effizienz durch Aufnahme von Strom-Spannungskennlinie

- Protonen-leitende Membranen für Brennstoffzellen
 - Sulfonsäure-Funktionalisierung von mesoporösem Si-MCM-41 als Additiv zur protonenleitender Membran in Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen
 - Vergleich verschiedener Arten der Oberflächenfunktionalisierung in Bezug auf die erzielbare Ionenaustauschkapazität und die Messung der resultierenden Protonenleitung (impedanzspektroskopische Bestimmung)

- Mikrowellenheizen in der Synthese poröser Materialien
 - Synthese einer metallorganischen Gerüststruktur (MOF) des Typs ZIF-8 durch Mikrowellenheizen in Teflonautoklaven und anschließender Aufarbeitung des Produktes

- Charakterisierung eines kristallinen Pulvers durch Röntgenpulverdiffraktometrie und Elektronenmikroskopie
 - Vertiefte Analyse der im Rahmen des Versuches „Synthese des MOF ZIF-8“ hergestellten Produkte durch Röntgenpulverdiffraktometrie am Bruker D8 und am Jeol Rasterelektronenmikroskop (Bildaufnahme plus Elementanalytik durch EDXS)

Literatur

Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.

Grenzflächen, Kolloide und Nanoteilchen

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Grenzflächen, Kolloide und Nanoteilchen	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Physikalische Chemie von Grenzflächen (2 SWS) V Kolloide und Nanoteilchen (2 SWS) P Grenzflächen, Kolloide und Nanoteilchen (3 SWS)	
Semester	SS / 2. Semester	
Verantwortlicher	Becker	
Dozenten	Becker, Caro, Wark	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Material- und Nanochemie M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	79 h Präsenzzeit 161 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen	Fortgeschrittene Kenntnisse in Physikalischer Chemie	
Studienleistungen	Erfolgreiche Durchführung aller vorgegebenen Versuche, erfolgreiche Erstellung der Protokolle zu den Versuchen	
Prüfungsleistungen	Klausur (2 h) über die Themengebiete des Moduls	
Medienformen	Tafelanschrieb, Overheadfolien, Powerpoint-Präsentation, Versuchsanleitungen zu den Laborexperimenten	

Vorlesung Physikalische Chemie von Grenzflächen

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden verfügen über das Wissen der wichtigsten physikalisch-chemischen Eigenschaften von Grenzflächen.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studenten erkennen Zusammenhänge zwischen den physikalisch-chemischen Eigenschaften von Grenzflächen und auftretenden Grenzflächenphänomenen, die der Stabilisierung von Clustern sowohl in der Gasphase als auch in flüssiger und fester Phase zugrunde liegen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden können ihr Wissen hinsichtlich der Diskussion bedeutender Aspekte der Adsorption auf Festkörperoberflächen, der Adsorption an geladenen Grenzflächen, der

Elektrokinetik und der Koagulation von Clustern anwenden.

Inhalte

- Vorstellung der Synthese und Stabilisierung von Clustern in der Gasphase und kolloidalen Lösungen
- Erläuterung von Kolloidassoziaten
- Besprechung von Phänomenen der Thermodynamik von Oberflächen, von Wechselwirkungspotentialen (van der Waals-Kräfte) und Transporteigenschaften innerhalb von Suspensionen zum Verständnis
- Diskussion bedeutender Aspekte der Adsorption auf Festkörperoberflächen, der Adsorption an geladenen Grenzflächen, der Elektrokinetik und der Koagulation von Clustern
- Vorstellung der statistischen Mechanik von Flüssigkeiten und Streuexperimenten an kolloidalen Strukturen
- Untersuchung des Einflusses von externen Feldern auf die Größe und Form kolloidaler Teilchen
- Diskussion von Begriffen wie elektrochemische Doppelschicht, Zetapotential und Rheologie

Literatur

[1] R. J. Hunter, Foundations of Colloid Science, Oxford University Press, 2004

[2] G. Brezinsky, H. MÜgel, Grenzflächen und Kolloide, Spektrum Verlag, 1993, Bergmann-Schäfer, Vielteilchensysteme, Band 5, Walter de Gruyter, 1992.

Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.

Vorlesung Kolloide und Nanoteilchen

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden kennen die grundlegenden Prinzipien der Kolloidchemie sowie Techniken der Strukturierung von Nanoteilchen als Grundlage ihrer Handhabung.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studenten beherrschen Kriterien, mit denen sie beurteilen können, wann kolloidale Lösungen stabil sind.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage das erlernte Wissen verbal und schriftlich darzustellen. Außerdem können sie anhand der erlernten Kriterien entscheiden, welche chemischen oder physikalischen Methoden für ein aufzubauendes nanostrukturiertes Bauelement (beispielsweise in der Nano- bzw. Mikroelektronik) am geeignetsten anzuwenden sind.

Inhalte

Teil „Kolloide“ der Vorlesung

- Stabilisierung kolloidaler Lösungen
- Besprechung
 - der Auswirkungen der wichtigsten statischen und elektrostatischen Wechselwirkungen auf die Stabilität und Koagulation von Teilchen anhand der

DLVO-Theorie

- der Stabilisierung durch oberflächenaktive Agenzien und die Bildung von Mizellkolloiden
- der Erzeugung, der Stabilisierung und des Einsatzpotentials von Makro- und Mikroemulsionen
- der Anordnung von kolloidalen Partikeln zu 3-dimensionalen Strukturen anhand von Latex-Partikeln als Beispiel zum Aufbau inverser Opale
- der Anwendung inverser Opale als photonische Kristalle als kleiner Seitenaspekt

Teil „Nanopartikel“ der Vorlesung

- Behandlung von Techniken der Stabilisierung und Deposition von Nanoteilchen ausgehend von den grundlegenden Methoden der Präparation von Nanoteilchen in gasförmiger, flüssiger und fester Phase
 - Ankopplung von Nanoteilchen über elektrostatische Wechselwirkung in fluiden Phasen an entsprechend vorbehandelten Oberflächen planarer und poröser Feststoffe (unterschiedliche Zeta-Potentiale).
 - Dekoration von Feststoffoberflächen mit Nanoteilchen nach der Langmuir-Blodgett-Technik unter Ausnutzung hydrophiler/ hydrophober Wechselwirkungen
 - Kovalente Bindung von Nanoteilchen an Feststoffen in strukturierter Form über das Knüpfen chemischer Bindungen
 - Beliebige Strukturierungen von Schichten aus Nanoteilchen durch anisotropes Ätzen zusammen mit Positiv- und Negativ-Lithographietechniken
 - Betrachtung von Sonderformen der Anordnung von Nanoteilchen sowie deren Synthese und Konzentration in mizellaren Flüssigkeiten, deren in situ-Synthese und Stabilisierung in porösen Feststoffen und die Erzeugung nanokristalliner Feststoffe durch Energieeintrag betreffend
 - Besprechung der Rastertunnelmikroskopie und der Rasterkraftmikroskopie als bekannteste Vertreter einer Reihe von Rastersondentechniken, die eine große Bedeutung bei der Manipulation und Analyse von atomaren Oberflächenstrukturen besitzen
 - Behandlung von Abscheidungen aus der Gasphase (CVD, PVD) sowie laser- und plasmagestützten Spurtechniken, die unter Ausnutzung unterschiedlicher Grenzflächenenergien zur 1D- und 2D-Nano-Strukturierung von Oberflächenschichten nach Volmer-Weber eingesetzt werden können

Literatur

[1] H.-D. Dörfler, Grenzflächen- und Kolloidchemie, VCH Verlag, 1994

[2] C.N.R. Rao, A. Müller, A.K. Cheetham, The Chemistry of Nanomaterials, Wiley-VCH, 2004.

Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.

Praktikum Grenzflächen, Kolloide und Nanoteilchen**Qualifikationsziele****1.) Fachkompetenzen**

Die Studierenden vertiefen den Inhalt der Vorlesung und erhalten ergänzende Informationen, indem sie im Praktikum unter anderem besondere Eigenschaften von kolloidalen Lösungen an ausgewählten Beispielen erarbeiten.

2.) Methodenkompetenzen

Die Studenten verfügen über das Wissen gängiger Methoden zur Charakterisierung von Grenzflächen, Kolloiden und Nanoteilchen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden können Experimente durchführen, die sich mit der Kolloid-, Nano- und Grenzflächenchemie auseinandersetzen. Außerdem sind sie in der Lage die erlernten Methoden zur Charakterisierung der hergestellten Grenzflächen, Kolloide und Nanoteilchen anzuwenden und die Ergebnisse zu diskutieren bzw. kritisch zu betrachten.

Inhalte

- Es werden selbstorganisierte Monolagen (SAM) von Thiolen auf Münzmetalloberflächen hergestellt, chemisch modifiziert und mittels Kontaktwinkelmessungen charakterisiert. Dabei werden grundlegende Konzepte der Oberflächenthermodynamik erläutert. Die Funktionsweise des Mikrokontaktdruckens mittels SAMs wird dargestellt.
- Die Größenverteilung von Teilchen in einer Reihe von Kolloiden bzw. Suspensionen von Nanoteilchen wird mittels „Nanoparticle Tracking Analysis“ untersucht. In diesem Zusammenhang wird auf die Theorie der Diffusion von Nanoteilchen in Lösungen (Fluktuationen, statistisch-thermodynamische Behandlung) eingegangen.
- Mittels Rasterkraftmikroskopie (AFM) wird die Oberflächenstruktur einer Reihe von Proben eingehend analysiert. Es werden Ätzgruben in einem LiF-Substrat hergestellt und anschließend durch AFM sichtbar gemacht. Diese Studien können dazu verwendet werden, Stufen- und Schraubenversetzungen an der Kristalloberfläche zu charakterisieren.
- Unter Verwendung der Zyklischen Voltammetrie werden typische Ad- und Desorptionsprozesse an Elektroden in Lösung untersucht. Es wird eine Einführung in die Voltammetrie als Standard-Untersuchungsmethode der Elektrochemie und in die Beschreibung von Elektrodenprozessen gegeben.
- Der Effekt der Elektroosmose wird an einem einfachen Versuchsaufbau demonstriert.
- Es werden ZnO-Nanoteilchen in Lösung hergestellt und das Wachstum dieser Teilchen (Ostwald-Reifung) mittels UV/Vis-Spektroskopie verfolgt. In diesem Zusammenhang werden Ansätze zur Beschreibung des Kristallwachstums und die Theorie der Lichtabsorption durch Halbleiter-Nanopartikel behandelt.

Literatur

Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.

Pharmakologie und Toxikologie

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Pharmakologie und Toxikologie	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Pharmakologie und Toxikologie (4 SWS) P Pharmakologie und Toxikologie (6 SWS)	
Semester	SS / 2. Semester (V), WS / 3. Semester (P)	
Verantwortlicher	Kaever	
Dozenten	Kaever, Seifert, Genth, Gerhard	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Analytik M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	112,5 h Präsenzzeit 187,5 h Selbststudium	
Leistungspunkte	10 LP	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen		
Studienleistungen	Anwesenheit, erfolgreiche Erstellung der Protokolle zu den Versuchen	
Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung (30 min) über die Themengebiete des Moduls	
Medienform	Powerpoint-Präsentation, Overhead-Folien, Tafelanschrieb, Handouts zu den Vorlesungen, Versuchsanleitungen zu den Praktikumsversuchen, Laborexperimente	

Vorlesung Pharmakologie und Toxikologie

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erhalten durch die Vorlesung vertiefende Einblicke in die Pharmakologie und Toxikologie und erlangen hierbei ein Verständnis für die Grundlagen der Arzneimittelwirkungen und der toxischen Wirkungen von Fremdstoffen im Organismus. Sie kennen die wichtigsten Grundzüge der Anatomie sowie notwendige Definitionen und Begriffe zur Klassifizierung von Gift- und Schadstoffen.

2.) Methodenkompetenzen

Sie sind in der Lage Wirkungen und Verhalten von chemischen Verbindungen im Organismus als nützlich oder schädlich anzusehen und voneinander abzugrenzen. Sie können die Eigenschaften, die Wechselwirkungen zwischen (Schad-)Stoffen und Lebewesen, die Toxizität von Stoffen, wie z.B. von Metallen, Lösemitteln, Atemgiften, Kohlenwasserstoffverbindungen und Stickstoffverbindungen, sowie Vergiftungserscheinungen erkennen und voneinander ableiten. Basierend auf der Struktur der Giftstoffe können sie die Toxizität und die Gefährdung für Lebewesen einschätzen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage sich kritisch mit den praktischen Verwendungen von Arzneimitteln auseinanderzusetzen und Folgen nach physiologischen und biologisch-chemischen Gesichtspunkten zu betrachten und beurteilen. Über die Wirkung und das Verhalten teratogener, cancerogener und mutagener Substanzen in Lebewesen kann die Bedeutung verschiedener Wirk- und Schadstoffe für den Menschen und seine Umgebung von ihnen eingeschätzt werden.

Inhalte

- Einführung in die Pharmakologie, Pharmakokinetik
- Pharmakologie des Stoffwechsels und der Hormone, des Zentralnervensystems, von Herz-Kreislauf, Niere, Infektion, Entzündung und Allergie, Gentherapie
- Einführung in die Toxikologie
- Halogenierte Kohlenwasserstoffe, Metalle, Gase und Alkohole, Missbrauchsubstanzen
- Natürliche Gifte, Karzinogenese und Tumorthherapie, Regulatorische Toxikologie

Literatur

[1] Mutschler: Arzneimittelwirkungen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart

[2] Aktories/Förstermann/Hofmann/Starke: Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag

Praktikum Pharmakologie und Toxikologie

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erlernen grundlegende pharmakologische und toxikologische Arbeitstechniken im Rahmen des Praktikums. Sie kennen die wesentlichen Stoffwechselprozesse, ausgewählte Enzyme und Inhibitoren mit ihren Eigenschaften und Funktionen sowie Untersuchungsmethoden zur Bestimmung zellzerstörender oder zellschädigender Eigenschaften von Pharmaka, und können so an klinische Studien herangeführt werden.

2.) Methodenkompetenzen

Sie kennen die Prinzipien der Aufnahme, der Verteilung, des Metabolismus sowie der Ausscheidung von Fremdstoffen und die prinzipiellen Mechanismen toxischer Effekte. Anhand von Tierorgan-Modellen können sich die Studierenden ein besseres Bild über die Anatomie innerer Organe und Nervenbahnen schaffen und ihre erworbenen Kenntnisse zur Analyse von Naturstoffen in Bezug auf ihre Eigenschaften anwenden sowie in Abhängigkeit wichtiger Kenngrößen identifizieren.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden vertiefen ihr Wissen durch Bearbeitung spezieller bzw. systemübergreifender Fragestellungen und sind in der Lage ihre Versuchsdaten auszuwerten. Mit Hilfe geeigneter Literaturrecherchen können sie Sachverhalte begreifen, erklären und sachgemäß verbal sowie schriftlich definieren.

Inhalte

- Klinische Studien
- Metabolismus von Pharmaka

- Immunsuppression
- Zytokine, MAP-Kinase Inhibitoren, Bakterielle Toxine, C3-Exoenzyme
- Tierorgan-Modell
- Massenspektrometrie
- Zytotoxizitätsscreening von Pharmaka

Literatur

[1] Mutschler: Arzneimittelwirkungen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart

[2] Aktories/Förstermann/Hofmann/Starke: Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Heterozyklenchemie	
Art der Lehrveranstaltung / SWS	V Heterozyklen (2 SWS) Ü Heterozyklen (1 SWS) P Heterozyklen (4 SWS)	
Semester	SS / 2. Semester oder WS/ 3. Semester	
Verantwortlicher	Gaich	
Dozenten	Dräger, Gaich, Kirschning	
Sprache	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Wirk- und Naturstoffchemie	
Arbeitsaufwand	79 h Präsenzzeit 161 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzungen	Bachelor (B. Sc.) in der Chemie	
Zulassungsvoraussetzungen	keine	
Studienleistungen	Erfolgreiche Durchführung aller vorgegebenen Praktikumsversuche, erfolgreiche Erstellung der Protokolle zu den Versuchen	
Prüfungsleistung	Klausur (2 h) über die Themengebiete des Moduls	
Medienformen	Skript, Tafelanschrieb, Overheadfolien, Powerpoint-Präsentation zum Skript	

Vorlesung Heterozyklenchemie
<p>Qualifikationsziele</p> <p>1.) Fachkompetenzen Die Studierenden erwerben im Rahmen der Lehrveranstaltung die zentrale Bedeutung der Heterozyklen für die organischen Synthese und pharmazeutische Industrie. Des Weiteren kennen sie die Relevanz der Heterozyklen in basalen biologischen Stoffwechselwegen sowie das notwendige Fachwissen für die Herstellung von Pharmazeutika und deren Stellenwert für die chemische Industrie. Durch die Vorlesung erhalten die Studenten einen Einblick in mögliche spätere Berufsfelder.</p> <p>2.) Methodenkompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, wichtige Synthesemethoden von typischen aromatischen Heterozyklen in Abhängigkeit ihrer Struktur und Eigenschaften anhand ausgewählter Beispiele zu beschreiben und darüber ihre Bedeutung in Hinsicht auf ihre Funktionen und Wirkungsweisen abzuleiten.</p>

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden können über die Struktur-Wirkungsbeziehung von aromatischen Heterozyklen ihren Nutzen für die pharmazeutische und chemische Industrie beurteilen und wichtige Sachverhalte in schriftlicher sowie verbaler Form darstellen. Außerdem sind sie mit der Totalsynthese von Naturstoffen vertraut und können den Einsatz der Heterozyklen als „building blocks“ verstehen sowie wiedergeben.

Inhalte

- aromatische Heterozyklen
 - Pyrrole
 - Furane
 - Thiophene
 - Indole
 - Oxazole
 - Imidazole
 - Pyridine
 - Pyrimidine
 - Purine
- Beispiele und typische Darstellung der oben genannten Heterozyklen
- Einsatz als „building blocks“ in der Totalsynthese von Naturstoffen

Literatur

[1] J. A. Joule and K. Mills "Heterocyclic Chemistry" Fifth Edition, Blackwell Publishing 2009

Übung Heterozyklenchemie

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden vertiefen in dieser Übung ihr Wissen über die Heterozyklenchemie. Dazu gehört eine ausführlichere Betrachtung der Synthesen von Heterozyklen.

2.) Methodekompetenzen

Die Studenten sind in der Lage, Strukturelemente zu erkennen und Mechanismen zu formulieren. Dies trainieren sie anhand von herausgegebenen Übungsaufgaben.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden können eigenständig Strukturelemente in der Synthese einplanen und chemische Fragestellung in der Heterozyklenchemie selbstständig behandeln. Das heißt, dass sie die Fragestellungen selbstständig bearbeiten, lösen und die erhaltenen Ergebnisse diskutieren können.

Inhalte

Bearbeitung von Heterozyklensynthesen anhand von herausgegebenen Übungsaufgaben

- Förderung der Methodekompetenzen
- Erkennung von Strukturelementen
- Formulierung von Mechanismen

Literatur

[1] J. A. Joule and K. Mills "Heterocyclic Chemistry" Fifth Edition, Blackwell Publishing 2009

Praktikum Heterozyklenchemie**Qualifikationsziele****1.) Fachkompetenzen**

Die Studierenden verfügen über das Wissen von chemischen, biochemischen und analytischen Themen zur Heterozyklenchemie.

2.) Methodekompetenzen

Die Studenten können im Rahmen eines Praktikums synthetische und enzymatische Fragestellungen zur Heterozyklenchemie methodisch bearbeiten.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden können synthetisch und struktur- bzw. biochemisch-analytisch mit heterocyclischen Verbindungen im Laboratorium umgehen und sind in der Lage, ihre Versuche unter Beachtung der Arbeitsschutzvorschriften und Einhaltung der Laborordnung sorgfältig und sicher in einem vorgegebenem Zeitrahmen durchzuführen. Außerdem sind sie imstande ihre Ergebnisse auszuwerten und unter wissenschaftlichen Kriterien zu beurteilen, sowie gemeinsame Diskussionen zu Problemlösungen zu nutzen.

Inhalte

Synthetische und enzymatische Fragestellungen zur Heterozyklenchemie

Literatur

[1] J. A. Joule and K. Mills "Heterocyclic Chemistry" Fifth Edition, Blackwell Publishing 2009

Wirkstoffe in Lebensmitteln

Studiengang	Masterstudiengang Wirk- und Naturstoffchemie	Modul-Nr.
Modulbezeichnung	Wahlmodul Wirkstoffe in Lebensmitteln	
Art der LV / SWS	V Wirkstoffe in Lebensmitteln (2 SWS) S Wirkstoffe in Lebensmitteln (2 SWS) P Wirkstoffe in Lebensmitteln (6 SWS)	
Semester	SS / 2. Semester und WS / 3. Semester	
Verantwortlicher	Berger	
Dozenten	Berger (verantw.), Krings, Lunkenbein, Hahn	
Sprache	Deutsch/Englisch	
Zuordnung zum Curriculum	Wirk- und Naturstoffchemie (M. Sc.) Life Science (M. Sc.)	
Arbeitsaufwand	112,5 h Präsenzzeit 127,5 h Selbststudium	
Leistungspunkte	8 LP	
Voraussetzungen	Bachelor (B. Sc.) in Chemie, Grundlagen in Organischer und Biochemie, Grundvorlesung Lebensmittelchemie	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine	
Studienleistungen	Protokolle zum Praktikum, Seminarteilnahme	
Prüfungsleistungen	Klausur (2 h) über die Themengebiete des Moduls	
Medienform	Tafelanschrieb, Power-Point-Präsentation (Englisch)	

Vorlesung Wirkstoffe in Lebensmitteln

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erlangen durch die Lehrveranstaltung ein strukturiertes Fachwissen über physiologisch aktive Inhaltsstoffe in Lebensmitteln sowie Kenntnisse über die energetisch und ernährungsphysiologisch essentiellen Stoffe hinaus enthaltenden Minorbestandteile mit ihren charakteristischen Wirkstoffeigenschaften. Dazu kennen sie Beispiele für die inhaltsstofflichen Auswirkungen moderner lebensmitteltechnologischer Verfahren sowie typische Vertreter der Wirkstoffe und ihre Eigenschaften, um struktur-chemische Ursachen in Wechselwirkung mit messbaren oder vermuteten Gesundheitsfolgen verstehen zu können. Des Weiteren kennen sie die Eigenschaften und Bedeutungen neurologisch wirksamer, blutdruckbeeinflussender, euphorisierender, Membran verändernder und genotoxischer Stoffe.

2.) Methodenkompetenzen

Sie können exogene Kontaminanten von endogenen Risikostoffen unterscheiden und mögliche Interaktionen von Wirkstoffen untereinander und mit zellulären Strukturen abschätzen sowie gesundheitsbezogene Aussagen bewerten. Sie sind in der Lage über die Stoffparameter wie die

Polarität, Größe, Chiralität und die Herkunft der Wirkstoffe deren Wirk- und Gefährdungspotential abzuleiten. Anhand von Beispielen über Zielorte und den möglichen Reaktionen und Verhalten von Wirkstoffen erhalten sie ein grundlegendes Verständnis für die Interaktionen und die Signaltransduktionsketten. Die Darstellungen von ausgewählten organischen Verbindungen, wie den Geruchsstoffen, und den bioaktiven Stoffen mit Glycosiden als Prekursoren können ebenfalls beschrieben werden.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studenten können zu aktuellen Fragestellungen zur Bewertung einzelner Lebensmittel Stellung nehmen und den Stellenwert der Ernährung für die Gesunderhaltung des Menschen sowie ihre gesellschaftspolitische Dimensionen reflektieren, einschätzen und verbal sowie in schriftlicher Form nach wissenschaftlichen Kriterien darstellen. Durch implizite Diskussionen können sie ein Verständnis für die Begriffe *antinutrients*, *nutraceuticals* und *health food* erhalten.

Inhalte

- molekularen Kriterien für physiologisch aktive Stoffe
- zellulären Zielorte der Wirkstoffe sowie mögliche Wirkmechanismen an ausgewählten Beispielen
- neurologisch wirksame Stoffe: Saxitoxin/Tetrodotoxin, Antioxidantien und Cancerogenese
- blutdruckbeeinflussende Stoffe: biogene Amine und Steroide
- euphorisierende Stoffe: Myristicin, Enzyminhibitoren
- Membran verändernde Stoffe: Lectine, Fumonisine, Saponine
- genotoxische Stoffe wie Safrol
- Darstellung von: Mitocans, Pre/Probiotica, Stimulantien, Geruchs- und Geschmacksstoffe sowie Glycoside als Prekursoren von bioaktiven Stoffen
- wesentliche Methoden zur Ermittlung der Bioaktivität
- Begriffe: *antinutrients*, *nutraceuticals* und *health food*

Praktikum Wirkstoffe in Lebensmitteln

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erwerben praktische Fähigkeiten bei der Behandlung und Analyse von Lebensmitteln und ihren Inhaltsstoffen sowie einen Einblick in die molekularen Kriterien für physiologisch aktive Stoffe.

2.) Methodenkompetenzen

Sie sind in der Lage die Wirkungsmöglichkeiten ausgewählter chemischer Verbindungen in den biologischen Kontext miteinzubinden und Verfahrenstechniken und Methoden zur Synthese zu beschreiben und deren Bioaktivität zu ermitteln.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden zeigen durch die Darstellung der Versuchsergebnisse die Beherrschung des wissenschaftlichen Inhalts und schulen ihr Vermögen, Messergebnisse darzustellen, zu bewerten und zu interpretieren. Sie sind in der Lage die im Praktikum gestellten Aufgabenstellungen zu realisieren und unter Berücksichtigung der Arbeitsschutzvorschriften und Einhaltung der

Laborordnung sorgfältig und gefahrlos durchzuführen.

Inhalte

Durch selbstständiges Arbeiten im Labor erwerben die Studierenden Kenntnisse und Fertigkeiten zur strukturellen Charakterisierung sowie physiologischen Bewertung von Wirkstoffen aus Lebensmitteln.

Literatur

Übersichten und Primärliteratur internationalen Zeitschriften nach Angaben des Skripts.

Seminar Wirkstoffe in Lebensmitteln

Qualifikationsziele

1.) Fachkompetenzen

Die Studierenden erlangen durch Seminarvorträge vertiefende Einblicke in die Bedeutung und Rolle von Wirkstoffen in Lebensmitteln, welche durch die Vielzahl von Vorträgen in einen breiteren Kontext eingebettet werden.

2.) Methodenkompetenzen

Anhand ausgewählter Beispiele im Rahmen der Vorträge können sie die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Naturstoff genauer betrachten und unter Berücksichtigung ihrer Wirkungsweisen und Eigenschaften darstellen.

3.) Handlungskompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage eigenständig und in Zusammenarbeit Vortragsthemen zu bearbeiten und kritisch darzustellen sowie ihr erworbenes Fachwissen aus Vorlesungsinhalten zusammenzuführen und unter Einbeziehungen wissenschaftlicher Literatur zu erweitern.

Inhalte

In kleinen Gruppen selbstständig ausgearbeitete Vorträge zu ausgewählten funktionellen Inhaltsstoffen der Lebensmittel.

Literatur

- [1] Belitz, Grosch, Schieberle, Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Springer, 2008
 - [2] Zemleni, Daniel, Molecular Nutrition, Cabi, 2003
 - [3] Brigelius-Flohé, Joost, Nutritional Genomics, Wiley, 2006
 - [4] Schmidt, Schaible, Birbaumer, Neuro- und Sinnesphysiologie, Springer, 2006
 - [5] Dewick, Medicinal Natural Products, 3. Ausgabe, John Wiley & Sons, 2008
- Übersichten und Primärliteratur aus internationalen Zeitschriften nach Angaben des Dozenten.