

MSc. Nachhaltige Chemie – Modulhandbuch

(V = Vorlesung, Ü = Übung, S = Seminar, P = Praktikum)

Anorganische Chemie							
Inorganic Chemistry							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
1	180	6	1.+ 2.	WS	2	de/en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Fortgeschrittene Konzepte der Koordinationschemie	V2	30	60	P	100	
	b) Festkörper und Materialien	V2	30	60	P	100	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte:						
	a) Bindung in Koordinationsverbindungen, Liganden und Bindungsmotive, Stereochemie und Verzerrungseffekte, Koordinationsisomerie, Multinukleare Komplexe, Metall-Metall-Bindungen und Cluster, Kristallfeldtheorie und Spin-Bahn Kopplung, Spektroskopische und analytische Methoden, Elektronentransfer in Koordinationsverbindungen, Photochemie von Koordinationsverbindungen, Koordinationsnetzwerke, Anwendungen in der nachhaltigen Chemie (Photosensibilisatoren, Katalysatoren etc.)						
	b) Festkörper (Strukturen, Symmetrie, Charakterisierung), Funktionelle Materialien (Silica, Metalloxide, Hybridmaterialien), Sol-Gel-Synthese, Keramiken, spezielle Verfahren der Materialsynthese, ausgewählte Materialklassen.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:						
	Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse in Spezialgebieten der Anorganischen Chemie (Festkörperchemie, Materialwissenschaften, Koordinationschemie). Sie können Struktur-Eigenschafts-Beziehungen sowohl in molekularen Systemen als auch in Festkörpern herleiten und sind mit fortgeschrittenen Charakterisierungsmethoden vertraut.						
6	Prüfungsleistung:						
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
	a) und b)	Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 2 h 45-60 min		100%		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. M. Bauer, Prof. M. Tiemann						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: (a) deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch, (b) englisch Literatur: C. Elschenbroich: <i>Organometallchemie</i> ; D. Steinborn: <i>Grundlagen der metallorganischen Komplexkatalyse</i> ; A. Behr: <i>Angewandte Homogene Katalyse</i> ; b: R. Schlögl: <i>Chemical Energy Storage</i> ; G. Ertl u.a.: <i>Handbook of Heterogeneous Catalysis</i> ; L. E. Smart, E. A. Moore: <i>Solid State Chemistry</i> ; U. Schubert, N. Hüsing: <i>Synthesis of Inorganic Materials</i>						

Organische Chemie							
Organic Chemistry							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
2	180	6	1	WS	1	de/en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	Stereoselektive Synthese	V2	30	60	P	100	
b)	Physikalische Organische Chemie	V2	30	60	P	100	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte:						
a)	Vermittlung fortgeschrittener Kenntnisse zur effizienten Synthese organischer Verbindungen mit dem Fokus auf modernen Methoden der stereoselektiven Synthese (z. B. auxiliargesteuerte und asymmetrische katalytische Methoden).						
b)	Vermittlung von Konzepten zur Ableitung von Reaktionsmechanismen und physikalischer Eigenschaften organischer Verbindungen. Daraus werden Struktur-Eigenschaftsbeziehungen abgeleitet. Weiterhin werden Methoden zur Bestimmung von Reaktionsgeschwindigkeiten (Reaktionskinetik) diskutiert und deren Bezug zu thermodynamischen Parametern hergestellt.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:						
Die Studierenden verstehen auf der Basis von Grundkenntnissen der Stereochemie das Prinzip der Chiralität und kennen die Möglichkeiten einer stereochemischen Kontrolle von Diastereoselektivität und Enantioselektivität. Sie sind fähig, die erworbenen Kenntnisse in der Organischen Chemie im Zusammenhang zu sehen und auf Aspekte aus dem Bereich strukturell komplexer, funktioneller organischer Verbindungen anzuwenden. Des Weiteren kennen die Studierenden Methoden zur Bestimmung von Reaktionsmechanismen und können dieses Anwenden. Sie können chemischen Strukturen mit physikalischen Eigenschaftsprofilen korrelieren.							
6	Prüfungsleistung:						
<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)							
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
a) und b)	Klausur oder mündliche Prüfung		ca. 3 h 45-60 min		100%		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. J. Paradies, Prof. T. Werner						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch Literatur: Anslyn, Dougherty " <i>Modern Physical Organic Chemistry</i> "; detaillierte Primärliteratur wird der jeweiligen Lehrveranstaltung zur Verfügung gestellt.						

Physikalische Chemie

Physical Chemistry

Modulnummer: 3	Workload (h): 210	LP: 7	Studiensemester: 2.+ 3.	Turnus: SS/WS	Dauer (in Sem.): 2	Sprache: de/en	P/WP: P
--------------------------	-----------------------------	-----------------	-----------------------------------	-------------------------	------------------------------	--------------------------	-------------------

1	Modulstruktur:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	Statistische Thermodynamik	V2Ü1	45	75	P	100 / 30
b)	Spektroskopie	V2	30	60	P	100	

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine

3 Teilnahmevoraussetzungen: keine

4 Inhalte:
a: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, Methode der Lagrange-Multiplikatoren, mikrokanonisches Ensemble, Maxwell-Boltzmann-Verteilung, kanonisches Ensemble und kanonische Zustandssumme, Statistische Bedeutung der thermodynamischen Zustandfunktionen, Wärmekapazität von Festkörpern und Gasen, chemisches Gleichgewicht, Theorie des Übergangszustands, Materie im elektrischen Feld, Bose-Einstein- und Fermi-Dirac-Verteilung
b: Physikalische Grundlagen und Messmethoden der Spektroskopie. Elektromagnetische Wellen und ihre Wechselwirkungen mit Materie, elektromagnetisches Spektrum und Spektroskopie-Arten, Rotationsspektroskopie, nicht-starrer Rotator und mehratomige Moleküle, Schwingungsspektroskopie, Normalkoordinaten, Gruppenschwingungen, Atom- und Molekülspektroskopie, Termschemata, zeitabhängige Störungstheorie, Einsteinkoeffizienten, Absorptionskoeffizient und Oszillatorstärke, Übergangsdipolmoment, Auswahlregeln, gruppentheoretische Betrachtung.

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:
a: Die Studierenden kennen die Grundlagen der statistischen Thermodynamik und können Rechenprobleme in diesem Gebiet selbstständig lösen. In den Übungen erwerben sie die Fähigkeit zur sprachlich und logisch korrekten Argumentation und zur Kommunikation wissenschaftlicher Sachverhalte, indem sie die Lösung von Übungsaufgaben ausarbeiten und mündlich, z.B. an der Tafel, präsentieren.
b: Die Studierenden können spektroskopische Phänomene quantenmechanisch erklären und kennen die Messmethoden und Anwendungsbereiche verschiedener Spektroskopie-Arten.

6 Prüfungsleistung:
 Modulabschlussprüfung (MAP) Modulprüfung (MP) Modulteilprüfungen (MTP)

Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a) und b)	Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 3 h 45-60 min	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet.

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine

12 Modulbeauftragte/r: N.N.

13 Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch.
Literatur: Kauzmann, W. Quantum Chemistry, Academic Press, 6th Printing (1967), Kuhn, H.; Försterling, H.-D. Principles of Physical Chemistry, Wiley (2000), Peter Atkins, Ronald Friedman, Molecular Quantum Mechanics, OUP, Oxford, 2011

Technische und Theoretische Chemie							
Technical and Theoretical Chemistry							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
4	210	7	2.+ 3.	WS/SS	2	de/en	P
1	Modulstruktur:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	Oberflächen und Grenzflächenchemie	V2Ü1	45	75	P	100 / 30
b)	Computerchemie	V2	30	60	P	100	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte:						
	a) Flüssige Grenzflächen (Kelvin- und Laplace-Gleichung), Nukleation und Keimwachstum, Festkörperoberflächen und Grenzflächen, Kontaktkräfte, Energien und Kräfte an Grenzflächen (Molekulare- und Kontinuumsbetrachtung), Adsorptionsisothermen, Kapillarbrückenbildung, elektrische Doppelschichten, atomare Strukturen von Oberflächen, Makromoleküle an Grenzflächen, molekulare und makromolekulare Selbstorganisation, Schwingquarzmikrowägung, Grundlagen und Anwendungen der Rasterkraftmikroskopie, ausgewählte Oberflächen- und Dünnschichttechnologien.						
	b) Grundlagen der statistischen Mechanik, Monte Carlo und Molekulardynamik Simulationsmethoden						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:						
	a) Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene Kenntnisse der Oberflächen- und Grenzflächenchemie sowie deren Anwendung auf materialchemische Fragestellungen wie z.B. der Benetzung, Adsorption, Selbstorganisation, den Grenzflächenkräften, der Kolloidchemie und den Oberflächentechnologien. Zudem verfügen Sie über fortgeschrittene Kenntnisse der Rasterkraftmikroskopie zu Analyse Strukturen und Kräften an Grenzflächen. In den Übungen erwerben die Studierenden die Fähigkeit zur sprachlich und logisch korrekten Argumentation und zur Kommunikation wissenschaftlicher Sachverhalte, indem sie die Lösung von Übungsaufgaben ausarbeiten und mündlich, z. B. an der Tafel, präsentieren.						
	b) Die Studierenden kennen die Grundlagen der Monte-Carlo- und Molekulardynamik-Simulationsmethoden und deren Anwendung zur Berechnung statischer und dynamischer Messgrößen.						
6	Prüfungsleistung:						
	<input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 3 h 45-60 min		50%			
b)	Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 3 h 45-60 min		50%			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. G. Grundmeier, Prof. M. Brehm						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch Literatur: zu a) H.-J. Butt, K Graf, M. Kappl: <i>Physics and Chemistry of Interfaces</i> ; H.-J. Butt, M. Kappl: <i>Surface and Interface Forces</i> ; A.W. Adamson and A.P. Gast: <i>Physical Chemistry of Surfaces</i> ; J. Israelachvili: <i>Intermolecular and Surface Forces</i> ; zu b) R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K Heinzinger: <i>Molekulardynamik</i>						

Nachhaltige Prozesse

Sustainable Processes

Modulnummer: 5	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 1.	Turnus: WS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: P
--------------------------	-----------------------------	-----------------	-------------------------------	----------------------	------------------------------	--------------------------	-------------------

1	Modulstruktur:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	Nachhaltige Chemie	V2	30	60	P	100
b)	Sustainability: Nachhaltiges Management knapper Ressourcen	V2	30	60	P	100	

2 **Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:** keine

3 **Teilnahmevoraussetzungen:** keine

4 **Inhalte:**

a) Vertiefte Betrachtung der Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen nachhaltiger Chemie und grüner Chemie. Metriken sowohl der grünen Chemie als auch der nachhaltigen chemischen Prozesse. Ziele nachhaltiger chemischer Prozesse (Rohstoffe, Synthese, Produktion, Verwendung und "Ende der Lebensdauer"). Technologische Herausforderungen bei nachhaltigen Prozessen. Integrierte Systeme. Fallstudie: Vergleich von Raffinerie und Bioraffinerie. Grundlagen der Kreislaufwirtschaft und Lebenszyklusanalyse.

b) Nachhaltigkeit, nachhaltige Entwicklung, CSR und Wirtschaftsethik sind allgegenwärtige Begriffe in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Diese Begriffe wissenschaftlich einzuordnen und (modell-) theoretisch zu fundieren, ist das Hauptziel. Nach einer Klärung allgemeiner Grundlagen und Grundideen erfolgt hierzu zunächst eine Abgrenzung des klassischen ökonomischen Modells, seiner Annahmen und Implikationen im Hinblick auf Nachhaltigkeit und der umweltökonomischen Sichtweise. Wirtschaftswachstum, Globalisierung und Wirtschaftspolitik sind einige der Themengebiete, die in dieser Hinsicht vertieft werden, bevor die Veranstaltung einen Management-Fokus einnimmt und die Unternehmenspraxis adressiert.

5 **Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:**

a) Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse in der Bewertung der Nachhaltigkeit eines Prozesses. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis für die technologischen Herausforderungen nachhaltiger Prozesse. Sie kennen die grundlegenden Unterschiede zwischen Raffinerie und Bioraffinerie. Sie kennen die Grundlagen der Ökobilanztheorie, der Systemintegration und der Kreislaufwirtschaft.

b) Studierende kennen die zentralen theoretischen Perspektiven und Modelle im Kontext von Sustainable Development und Sustainable Management sowie die zentralen Begriffe, Ziele und Kontroversen im Kontext von Sustainable Development und Sustainable Management. Sie kennen spezifischen Konzepten und Methoden im Kontext von Sustainable Development und Sustainable Management und können entsprechender Instrumente bewerten und auswählen sowie diese auf unterschiedliche praktische Fragestellungen (insbesondere in Bereichen wie nachhaltiges Management, Corporate Social Responsibility und Compliance) anwenden.

6 **Prüfungsleistung:**

Modulabschlussprüfung (MAP) Modulprüfung (MP) Modulteilprüfungen (MTP)

Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 90 min ca. 30 min	50%
b)	Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 90 min ca. 30 min	50%

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:** keine

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** keine

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)

11 **Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** keine

12 **Modulbeauftragte/r:** Jun.-Prof. N. Lopez Salas

13 **Sonstige Hinweise:** Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch; Literatur zu a: Ballini, R. (2019): Green Synthetic Processes and Procedures Vol 7 and 9. Wiley VCH. Hauschild, M. Z., Rosenbaum, R. K., Olsen, S.I. (2018): Life Cycle Assessment: Theory and Practice. Springer. Bastidas-Oyanedel, J-R., Schmidt, J. E. (2019): Biorefinery: Integrated Sustainable Processes for Biomass Conversion to Biomaterials, Biofuels, and Fertilizers. Springer Nature Switzerland AG; Literatur zu b: DesJardins, J. R. (2006): Business, Ethics, and the Environment: Imagining a Sustainable Future.

Präparatives Praktikum							
Preparative Laboratory Course							
Modulnummer: 6	Workload (h): 240	LP: 8	Studiensemester: 1	Turnus: WS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	Präparatives Praktikum	P10	150	90	P	15	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: Es handelt sich um ein innovatives, interdisziplinäres Praktikum, das Experimentier- und Labortechnik im Überlappungsbereich der organischen und anorganischen Chemie vermittelt, Anwendungen eröffnet und moderne Computer-Simulationstechniken einbezieht. Es werden die Synthese und Analytik von organischen/anorganischen Materialien und deren Verwendung in weiterführenden interdisziplinären Untersuchungen (Katalyse, Selbstorganisation, Kinetik, Phasenübergänge, Modeling, etc.) vertieft.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der fortgeschrittenen Experimentier- und Labortechnik im Überlappungsbereich von organischer und anorganischer Chemie und sie können diese Kenntnisse in der Praxis anwenden. Im Praktikum erwerben sie durch die Anfertigung von Praktikumsprotokollen die Fähigkeit, Messdaten und Versuchsergebnisse kritisch zu analysieren und wissenschaftliche Sachverhalte schriftlich darzustellen. Durch die Arbeit in Kleingruppen lernen sie, im Team zu arbeiten.						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote			
		Gesamtheit der Versuche	6-12	100%			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Anwesenheit an allen Versuchstagen						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden wurde.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. D. Kuckling, Prof. M. Tiemann						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch. Literatur: Detaillierte Literaturhinweise werden in den jeweiligen Lehrveranstaltungen zur Verfügung gestellt.						

Instrumentelles Praktikum							
Instrumental Laboratory Course							
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
7	240	8	2	SS	1	de/en	P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	Instrumentelles Praktikum	P10	150	90	P	15	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: Das Praktikum umfasst fortgeschrittene Versuche, z.B. Boltzmann-Statistik (Ordnungsgrad eines Flüssigkristalls), Molwärme und Entropie eines Festkörpers, Bestimmung des Dipolmoment, Lichtstreuung an Nanopartikeln, Untersuchungen mit Hilfe der NMR-Spektroskopie, Flüssigkristalle (z. B. cholesterische Flüssigkristalle: eindimensionale photonische Kristalle), Adsorption an flüssig/fest-Grenzflächen, Schwingquarzmikrowägung, Rasterkraftmikroskopie, Biomaterialgrenzflächen, Elektrochemische Charakterisierung, Spektroskopie an Grenzflächen, rechnergestützte Untersuchung von Molekülen und Flüssigkeiten.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene praktische Kenntnisse im Bereich der elektrochemischen Prozesstechnik, der Elektrokatalyse, der Grenzflächenchemie und der Adhäsion. Sie erwerben durch das Anfertigen von Praktikumsprotokollen die Fähigkeit, Messdaten und Versuchsergebnisse kritisch zu analysieren und wissenschaftliche Sachverhalte schriftlich darzustellen. Durch die Arbeit in Kleingruppen lernen sie, im Team zu arbeiten.						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
		Gesamtheit der Versuche	6-12		100%		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Anwesenheit an allen Versuchstagen						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden wurde.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: nein						
12	Modulbeauftragte/r: N.N., Prof. G. Grundmeier						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch. Literatur: Detaillierte Literaturhinweise werden in den jeweiligen Lehrveranstaltungen zur Verfügung gestellt.						

Projektstudium							
Project Studies							
Modulnummer: 8	Workload (h): 360	LP: 12	Studiensemester: 3.	Turnus: WS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	Projektstudium	P14	210	150	P	15	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine (Module 1-7 werden empfohlen.)						
4	Inhalte: Die Studierenden erhalten eine Projektaufgabe innerhalb eines aktuellen Forschungsprojekts in einer Arbeitsgruppe des Departments Chemie. Sie bearbeiten die Projektaufgabe selbstständig, jedoch eng eingebunden in die jeweilige Arbeitsgruppe. Durch Literaturrecherche machen sie sich mit der Thematik der Projektaufgabe vertraut und setzen diese in einen gesamtwissenschaftlichen Kontext. Sie erlernen bzw. vertiefen die für ihr Projekt erforderlichen experimentellen und/oder theoretischen Methoden.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden können eine kleine Projektaufgabe mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten. Durch das Anfertigen eines Berichtes erwerben die Studierenden die Fähigkeit, Messdaten und Versuchsergebnisse kritisch zu analysieren und wissenschaftliche Sachverhalte schriftlich darzustellen. Durch die Arbeit in Kleingruppen lernen sie, im Team zu arbeiten. Sie können ein komplexes Thema in einem Vortrag verständlich präsentieren. Durch den Umgang mit englischsprachiger Fachliteratur erwerben die Studierenden Fremdsprachenkompetenz.						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote			
		Forschungspraktikum	1 Projekt	100%			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden wurde.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. M. Tiemann						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch						

Chemische Energiekonversion und -speicherung

Chemical Energy Conversion and Storage

Modulnummer: 9	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 1. oder 3.	Turnus: WS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	Photochemische Energiekonversion	V2	30	60	P	100	
b)	Elektrochemische Energiekonversion	V2	30	60	P	100	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte:						
a)	Grundlagen der Photochemie in organischen, anorganischen und Halbleiter-Systemen, Photosensibilisatoren, Photonutzbare angeregte Zustände und deren Charakterisierung mit zeitaufgelösten spektroskopischen Methoden, Solarzellen und Photovoltaic, Elektronentransfertheorie, Photokatalytische Wasserspaltung, Photokatalytische CO ₂ Reduktion und Hydrierung, Photochemische Stofftransformationen, Photosynthese, Artificial Leaf, Molekulare Maschinen						
b)	Grundlagen der elektrochemischen Energieumwandlung: Parameter, die die Reaktionsschritte beeinflussen, Elektrode, Elektrolyte. Brennstoffzellen: Einführung, Funktionsprinzip, Anwendungen und Typen: Umgebungs- und Zwischentemperaturen, alkalischer pH-Wert, Phosphorsäure, Polymerelektrolyt, Direktalkohol, Bioelektrochemie, geschmolzenes Karbonat und Festoxid. Allgemeine Elektrosynthese unter Verwendung von Brennstoffzellenaufbauten. Elektrochemische Erzeugung von leichten Brennstoffen: Wasserelektrolyse und photoelektrochemische H ₂ -Erzeugung, Elektroreduktion von CO ₂ .						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse über die Möglichkeiten, Prinzipien und Reaktionsschritte der photo- und elektrochemischen Energieumwandlung. Sie verfügen über ein fortgeschrittenes Verständnis der Grundlagen photochemischen und elektrochemischen Konversionssystemen. Diese beinhalten die photochemische Generierung von chemischen Energieträgern und chemischen Wertstoffen, Brennstoffzellen, Zelltypen und Anwendungen zur Integration von Systemen zur Erzeugung erneuerbarer Energien.						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
a/b)		Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 3 h 45-60 min		100%		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. M. Bauer, Jun.-Prof. N. Lopez Salas						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch. Literatur zu a: Suresh C. Ameta, Rakshit Ameta, Solar energy conversion and storage, 2016, CRC Press. Masakazu Sugiyama, Katsushi Fujii, Shinichiro Nakamura, Solar to Chemical Energy Conversion, 2016, Springer. Literatur zu b: Yuping Wu, Rudolf Holze, Electrochemical Energy Conversion and Storage, 2021, Wiley-VCH GmbH. Prof. Dr. Ru-Shi Liu, Lei Zhang, Prof. Xueliang Sun, Dr. Hansan Liu, Dr. JiuJun Zhang, Electrochemical Technologies for Energy Storage and Conversion, 1&2, 2011, Wiley-VCH GmbH.						

Energie und Umwelt

Energy and Environment

Modulnummer: 10	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 2	Turnus: SS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	Energie und Umwelt	V4	60	30	P	100	
b)	Energie und Umwelt	Ü2	30	60	P	30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: Das Modul behandelt die Physik und Technologien moderner Energiekonzepte, deren Auswirkung auf die Umwelt sowie Fragen der für neue Energiewandlungsprozesse benötigten Materialien. Themen sind (auszugsweise): Energiebedarf, Energieressourcen, Treibhauseffekt, Umgang mit CO ₂ , Solare Einstrahlung auf der Erdoberfläche, Solarthermische Energiekonversion und Wärmekraftmaschinen, Grundlagen und moderne Konzepte der Photovoltaik, Thermoelektrische Energiewandlung, Nutzung von Windenergie: Verfügbarkeit, Anlagenkonzepte und Wirkungsgrade, Brennstoffzellen und Wasserstoffspeicherung, Kernenergie, Geothermie und maritime Energiewandlung, Photosynthese und Biokraftstoffe, Energiesparen durch Festkörperlichtquellen, Energiespeichertechnologien						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Den Studierenden soll ein Überblick und Einblick in aktuelle Fragen der Energieversorgung und ein Verständnis aktueller Grenzen existierender Energiewandlungsprozesse vermittelt werden. Die Studierenden sind in der Lage, physikalisches Grundlagenwissen zur Bewältigung technologischer Herausforderungen des Spezialgebiets anzuwenden, haben die Fähigkeit, konkrete Konzepte zur Nutzung von Solarenergie zu erstellen, können das Potenzial unterschiedlicher Energiewandlungsprozesse beurteilen und deren Nutzung standortbezogen vergleichen, verstehen aktuelle Konzepte zur technologischen Weiterentwicklung in den Bereichen Photovoltaik, Solarthermie, Thermoelektrik, Wind- und Kernenergie sowie Energiespeicherung und die damit verbundenen Materialfragen, sind in der Lage, die in öffentlichen Quellen verfügbaren Informationen zu eruiieren und kritisch zu hinterfragen, verfügen über die Kompetenz, aktuelle Fachliteratur zu beschaffen und zu verstehen und abgesteckte Teilgebiete fachlich fundiert zu präsentieren und zu diskutieren.						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote			
a) und b)		Klausur oder mündliche Prüfung	2 h 30 min	100%			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. J. Lindner						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch. Literatur: Detaillierte Literaturhinweise werden in den jeweiligen Lehrveranstaltungen zur Verfügung gestellt.						

Spektroskopie in der Energiekonversion

Spectroscopy in Energy Conversion

Modulnummer: 11	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 2	Turnus: SS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	Zeitaufgelöste Spektroskopie	V2	30	60	P	100	
b)	Theoretische Spektroskopie	V2	30	60	P	100	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte:						
a)	Zeitaufgelöste Spektroskopische Methoden, Zeitskalen und zugrundeliegende physikalische Prozesse und quantenmechanische Prozesse: Optische Absorptions- und Emissions-Spektroskopie, Schwingungs-Spektroskopie, Magnetische Resonanz-Spektroskopie, Röntgenabsorptions- und -emissions-Spektroskopie, etc. Ausgewählte Anwendungen wie in-situ Spektroskopie zur Mechanismusuntersuchung chemischer Reaktionen, Photochemie, Prozesskontrolle usw.						
b)	Theoretische Grundlagen der Spektroskopie, Zeitkorrelationsfunktionen, zeitabhängige Störungsrechnung, Fermi's goldene Regel, lineare Antworttheorie, Berry-Phasen, Infrarot, Raman und Summenfrequenzgenerations-Spektroskopie, Lineare und nicht-linear Spektroskopie, Zirkular-Dichroismus, Magnetische Resonanz (NMR und EPR), Berechnung angeregter Zustände und ihrer Eigenschaften						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:						
Die Studierenden sollen befähigt werden, grundlegende Konzepte der zeitaufgelösten Spektroskopie und computergestützten Berechnung spektroskopischer Eigenschaften zu verstehen, sowie deren Methoden zur zeitaufgelösten Untersuchung von Systemen in der Energiekonversion und zur numerischen Vorhersage einzusetzen und mit experimentellen Messergebnissen vergleichen zu können.							
Die Studierenden können: Chemische Fragestellungen mit Bezug zur Spektroskopie erkennen und analysieren Sie haben ein Bewusstsein dafür, welche zeitaufgelösten Methoden zur Beantwortung spezifischer Fragestellungen in der Energiekonversion angewandt werden können und daß moderne spektroskopische Experimente oftmals nur mit Hilfe theoretischer Methoden vollständig ausgewertet und verstanden werden können							
6	Prüfungsleistung:						
<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)							
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
a/b)		Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 3 h 45-60 min		100%		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Matthias Bauer						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch. Literatur: Detaillierte Literaturhinweise werden in den jeweiligen Lehrveranstaltungen zur Verfügung gestellt.						

Angewandte Elektrochemie und elektrochemische Energiespeicherung

Applied Electrochemistry and Electrochemical Energy Storage

Modulnummer: 12	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 3	Turnus: WS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Angewandte Elektrochemie	V2Ü1	45	60	P	100 / 30	
	b) Elektrochemische Energiespeicherung	V2	30	45	P	100	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte:						
	a: Fortgeschrittene Aspekte der Elektronentransferprozesse Elektrodenkinetik und Halbleiterelektrochemie, fortgeschrittene elektrochemische Analytik, Grundlagen der Elektrokatalyse und der elektrochemischen Synthese, elektrochemische Oberflächentechnologien und Nanotechnologien, wässrige Korrosion der Metalle, elektrochemische Wasserreinigung und Rückgewinnung von Metallen.						
	b: Elektrochemische Energiespeicherung: Geschichte und Nachhaltigkeit, Arten und Anwendungen, Komponenten und Materialien, Thermodynamische Grundlagen, Kinetik, Elektrodenreaktionen, Prozesse im Elektrolyten, Oberflächenelektrochemie, Charakterisierung, Kombination mit Wasserentsalzung, Moderne Fragestellungen.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:						
	a: Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet komplexer elektrochemischer Prozesse an Festkörpergrenzflächen. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis der integralen und lokalen elektrochemischen Analytik an Grenzflächen sowie der Anwendung nachhaltiger elektrochemischer Prozesse in der Materialsynthese, Nanotechnologie, Oberflächentechnologie und Rückgewinnung von Stoffen.						
	b: Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse der elektrochemischen Energiespeicherung. Sie besitzen ein fortgeschrittenes Verständnis der zugrundeliegenden Mechanismen und Prozesse sowie deren praktische Anwendung. Sie kennen verschiedene grundlegende und fortgeschrittene analytische Methoden zur Charakterisierung von elektrochemischen Energiespeichern.						
6	Prüfungsleistung:						
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
	a) und b)	Klausur oder mündliche Prüfung	2-3 h 30-45 min		100%		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden wurde.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. G. Grundmeier, Jun.-Prof. H-G Steinrück						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch.						
	Literatur zu a: C. H. Hamann, W. Vielstich: Elektrochemie, Wiley-VCH; W. Schmickler, E. Santos: Interfacial Electrochemistry, Springer; K. Oldham, J. Myland, A. Bond: Electrochemical Science and Technology: Fundamentals and Applications, Wiley.						
	Literatur zu b: P. Kurzweil, O. K. Dietlmeier: Elektrochemische Speicher: Superkondensatoren, Batterien, Elektrolyse Wasserstoff, Rechtliche Rahmenbedingungen; K. W. Beard: Linden's handbook of batteries; R. A. Huggins: Advanced Batteries; R. Job: Electrochemical energy storage; E. Worch: Drinking water treatment: an introduction; A. J. Bard, L. R. Faulkner, H.S. White: Electrochemical methods: fundamentals and applications.						

Katalyse							
Catalysis							
Modulnummer: 13	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 1. oder 3.	Turnus: WS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Homogene Katalyse	V2	30	60	P	100	
	b) Heterogene Katalyse	V2	30	60	P	100	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: a: Hydrierung, Takasago-Menthol-Prozess, Hydroformylierung, Monsanto-Essigsäure-Verfahren, Cativa-Prozess, Wacker-Prozess, Hydrocyanierung, Olefinoligomerisierung z.B. SHOP, Telomerisation, stereoselektive Olefinpolymerisation mit ansa-Metallocenen, Olefinmetathese, InIn-Metathese, EnIn-Metathese. b: Begriffe und Definitionen in der heterogenen Katalyse, Kennzahlen, Katalysatorpräparation, Reaktionsmechanismen und -kinetiken, Katalysatorentwicklung, (spektroskopische) Charakterisierungsmethoden, Anwendungsbeispiele: Haber-Bosch-Verfahren, Fischer-Tropsch-Prozesse, Abgaskatalyse, Nachhaltige Prozesse: Wasserreduktion und -oxidation, Brennstoffzellen.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf den Gebieten der Homogenen und Heterogenen Katalyse sowie der nachhaltigen Prozessoptimierung. Dies beinhaltet zum einen Einblicke auf atomarer Ebene auf die Vorgänge direkt am katalytisch aktiven Zentrum und die ablaufenden Reaktionsmechanismen sowie spektroskopische Methoden zu deren Untersuchung, als auch die Anwendung auf industrierelevante Reaktionen.						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
	a) und b)	Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 2-3 h 45-60 min		100%		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden wurde.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. M. Bauer, Prof. M. Tiemann						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch. Literatur: C. Elschenbroich: <i>Organometallchemie</i> ; D. Steinborn: <i>Grundlagen der metallorganischen Komplexkatalyse</i> ; A. Behr: <i>Angewandte Homogene Katalyse</i> ; b: R. Schlögl: <i>Chemical Energy Storage</i> ; G. Ertl u.a.: <i>Handbook of Heterogeneous Catalysis</i> ;						

Nachhaltige Synthese

Sustainable Synthesis

Modulnummer: 14	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 1. oder 3.	Turnus: WS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: WP
---------------------------	-----------------------------	-----------------	---------------------------------------	----------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------

1	Modulstruktur:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	Nachwachsende Rohstoffe	V2	30	60	P	100
b)	Organo- und Biokatalyse	V2	30	60	P	100	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	<p>Inhalte:</p> <p>a: Das Vorkommen von chemisch verwertbarer Biomasse wird kategorisiert. Geeignete chemische Transformationen für die Umwandlung von Biomasse in chemische Zwischenprodukte werden vertieft und die Beziehung mit sozialökonomischen Faktoren hergestellt. Stoffströme für die Veredelung der Primärprodukte werden diskutiert.</p> <p>b: Vertiefung der Reaktivität organischer Verbindungen und Enzyme in katalytischen Prozessen. Schwerpunkte der Organokatalyse sind enantioselektive Umsetzungen, Stoffklassen und deren Einsatzbereiche. Schwerpunkte der Biokatalyse sind die Wirkung von Enzymen in (bio)organischen Transformationen.</p>						
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden kennen wichtige Produkte der (bio)chemischen Produktion von chemischen Rohstoffen aus pflanzlichen Ausgangsmaterialien. Durch die Verknüpfung mit katalytischen Prozessen wird das konzeptionelle Denken chemischer Zusammenhänge geschult. Weiterhin könne die Studierenden organische Moleküle kategorisieren und sowohl ihre katalytische Wirkung als auch den Einsatzbereich darstellen. Dadurch wird mechanistisches Verständnis organischer Reaktionen gefestigt und der Grundsatz einer nachhaltigen Rohstoffverwertung vermittelt.</p>						
6	Prüfungsleistung:						
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
a) und b)	Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 3 h 45-60 min		100%			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden wurde.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. J. Paradies, Prof. T. Werner						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch. Literatur: Detaillierte Literaturhinweise werden in den jeweiligen Lehrveranstaltungen zur Verfügung gestellt.						

Organische Synthese							
Organic Synthesis							
Modulnummer: 15	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 2	Turnus: SS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Retrosynthese	V2Ü1	45	60	P	100 / 30	
	b) Moderne Aspekte der Synthesechemie	S2	30	45	P	30	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte: a: Strategien der organischen Synthese werden vertieft und durch das Konzept der Retrosynthese kategorisiert. Insbesondere werden intensiv Aspekte der Chemo-, Regio- und Diastereoselektivität beleuchtet. b: Komplexe Syntheseprobleme werden vertieft besprochen und Strategien zu alternativen Synthesewegen erörtert.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden verfügen über fortgeschrittenes Wissen der organischen Synthesechemie. Die Verbindung zwischen konzeptionellen und realisierbaren Synthesewegen wird nachhaltig gefestigt. Dazu gehören Kenntnisse sowohl über die Synthese dieser Materialien als auch über die Korrelationen zwischen einerseits der chemischen, physikalischen und morphologischen Struktur sowie andererseits dem Eigenschaftsprofil der funktionellen Materialien. In den Übungen erwerben die Studierenden die Fähigkeit zur sprachlich und logisch korrekten Argumentation und zur Kommunikation wissenschaftlicher Sachverhalte, indem sie die Lösung von Übungsaufgaben ausarbeiten und mündlich, z. B. an der Tafel, präsentieren.						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote			
	a) und b)	Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 3 h 45-60 min	100%			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden wurde.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. J. Paradies, Prof. T. Werner						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch. Literatur: Detaillierte Literaturhinweise werden in den jeweiligen Lehrveranstaltungen zur Verfügung gestellt.						

Strukturaufklärung							
Structure Determination							
Modulnummer: 16	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 1. oder 3.	Turnus: WS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Fortgeschrittene NMR Spektroskopie	V2	30	60	P	100	
	b) Röntgenkristallographie & -spektroskopie	V2	30	60	P	100	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte:						
	a: Fortgeschrittene NMR-Methoden: Spezielle 1D- und 2D-Methoden (inkl. NUS und NOAH-Supersequenzen), Fensterfunktionen, NOE, Polarisationstransfer, skalare Kopplung, selektive 1D und 2D-Spektren, Heterokerne mit und ohne Kernquadrupol						
	b: Einführung Einkristallstrukturanalyse: Kristallzucht, Symmetrie, Kristallgitter, Bravais-Gitter, Raumgruppen, Beugung von Röntgenstrahlung an Einkristallen, reziprokes Gitter, Messung eines Kristalls, Strukturlösung & -verfeinerung, Wasserstoffatome, Behandlung von Kristallzwillingen. Einführung Röntgenabsorptionsspektroskopie und Röntgenemissionsspektroskopie						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden beherrschen moderne fortgeschrittene Methoden aus den Bereichen der NMR-Spektroskopie, der Röntgenbeugung und der Röntgenabsorptions- und Röntgenemissionsspektroskopie zur Strukturaufklärung und können das neu erworbene Wissen in der Praxis einsetzen.						
6	Prüfungsleistung: <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
	a) und b)	Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 3 h 45-60 min		100%		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden wurde.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. M. Bauer						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch. Literatur: T. Claridge: <i>High Resolution NMR techniques in organic chemistry</i> ; J. Keeler: <i>Understanding NMR Spectroscopy</i> ; W. Massa: <i>Kristallstrukturbestimmung</i> , F. Hoffmann: <i>Faszination Kristalle und Symmetrie</i>						

Nachhaltige Polymerchemie

Sustainable Polymer Chemistry

Modulnummer: 17	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 2	Turnus: SS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: P
---------------------------	-----------------------------	-----------------	------------------------------	----------------------	------------------------------	--------------------------	-------------------

1	Modulstruktur:						
		Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)
	a)	Nachhaltige Polymersynthese	V1	15	25	P	100
	b)	Supramolekulare Chemie	V1	15	25	P	100
c)	Polymeranalytik	V2Ü1	45	55	P	100 / 30	

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine

3 Teilnahmevoraussetzungen: keine

4 Inhalte:
Das Modul vermittelt inhaltlich fortgeschrittene Kenntnisse zur effizienten Synthese von funktionellen organischen Materialien. Es befasst sich mit Strategien der organischen Synthese zur Erzeugung von Polymeren und Überstrukturen. Ergänzend werden moderne Methoden der Polymersynthese, der Synthese von Polymeren für spezielle Anwendungen und Methoden der Aufklärung von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen behandelt.

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:
Die Studierenden verstehen auf der Basis von Grundkenntnissen der organischen Chemie das Prinzip der supramolekularen Aggregation und wissen über die Möglichkeiten einer nachhaltigen Synthese von Polymeren Bescheid. Die Studierenden sind fähig, die erworbenen Kenntnisse in der organischen Chemie und Polymerchemie im Zusammenhang zu sehen und auf Aspekte aus dem Bereich strukturell komplexer, funktioneller organischer Materialien anzuwenden. Dazu gehören Kenntnisse sowohl über die Synthese dieser Materialien als auch über die Korrelationen zwischen einerseits der chemischen, physikalischen und morphologischen Struktur sowie andererseits dem Eigenschaftsprofil der funktionellen Materialien.
In den Übungen erwerben die Studierenden die Fähigkeit zur sprachlich und logisch korrekten Argumentation und zur Kommunikation wissenschaftlicher Sachverhalte, indem sie die Lösung von Übungsaufgaben ausarbeiten und mündlich, z. B. an der Tafel, präsentieren.

6	Prüfungsleistung:			
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)		<input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)	
			<input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)	
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	a) bis c)	Klausur oder mündliche Prüfung	ca. 3 h 45-60 min	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden wurde.

10 Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine

12 Modulbeauftragte/r: Prof. D. Kuckling

13 Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch
Literatur: Detaillierte Literaturhinweise werden in den jeweiligen Lehrveranstaltungen zur Verfügung gestellt.

Biochemie und Biomaterialien							
Biochemistry and Biomaterials							
Modulnummer: 18	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 1. oder 3.	Turnus: WS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
	a) Biochemie	V2	30	60	P	100	
	b) Biogrenzflächen und Nanobiomaterialien	V2	30	60	P	100	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte:						
	a: Zellaufbau, Proteinstruktur, Proteinstrukturaufklärung, Membransysteme, Membranproteine, zelluläre Energetik, Cytoskelett, Antikörper, DNA-Struktur, DNA-Replikation, Genexpression und Genomstruktur, DNA-Sequenzierung, Grundlagen der Gentechnik						
	b: Proteinadsorption an Oberflächen und Nanopartikeln, Proteinpatterning, Proteinfehlfaltung und -aggregation, Protein-basierte Nanomaterialien, antimikrobielle Oberflächen, selbstassemblierte DNA-Monolagen, strukturelle DNA-Nanotechnologie, DNA-Nanostrukturen an Grenzflächen, DNA-basierte Maschinen und Roboter.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:						
	a: Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse über den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen, die Struktur von Proteinen, Zellmembranen und Nukleinsäuren, den zellulären Stoffwechsel und die Vererbung. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis der universellen molekularen Konzepte des Lebens und moderner biochemischer und molekulargenetischer Methoden.						
	b: Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der Interaktion von Biomolekülen mit biologischen und künstlichen Grenzflächen. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis der biomolekularen Adsorption, Aggregation und Selbstassemblierung, sowie der daraus resultierenden Einsatzmöglichkeiten in der Materialforschung, Sensorik und Nanotechnologie.						
6	Prüfungsleistung:						
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
	a) und b)	Klausur oder mündliche Prüfung	2-3 h 30-45 min		100%		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden wurde.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. G. Grundmeier						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch. Literatur zu a: B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis: <i>Molecular Biology of the Cell</i> , H. Lodish, A. Berk, C.A. Kaiser, A. Amon, H. Ploegh, A. Bretscher, M. Krieger, K.C. Martin: <i>Molecular Cell Biology</i> , T.D. Pollard, W.C. Earnshaw, J. Lippincott-Schwartz, G. Johnson: <i>Cell Biology</i> . Literatur zu b: B.D. Ratner, A.S. Hoffman, F.J. Schoen, J.E. Lemons: <i>Biomaterials Science - An Introduction to Materials in Medicine</i> , M. Malmsten: <i>Biopolymers at Interfaces</i> , D.S. Goodsell: <i>Bionanotechnology - Lessons from Nature</i> , N.C. Seeman: <i>Structural DNA Nanotechnology</i> .						

Grenzflächendominierte Materialien und Grenzflächenanalytik

Interface Dominated Materials and Interface Analysis

Modulnummer: 19	Workload (h): 180	LP: 6	Studiensemester: 1. oder 3.	Turnus: WS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: WP
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a)	Fortgeschrittene Methoden in der Material- und Grenzflächenanalytik	V2	30	60	P	100	
b)	Funktionelle Polymermaterialien	V2	30	60	P	100	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
4	Inhalte:						
<p>a: Optische Spektroskopie von Materialgrenzflächen und dünnen Schichten (Anwendung von FTIR- und Raman-Spektroskopie sowie Ellipsometrie), Elektronenspektroskopie von Grenzflächen und dünnen Schichten (Anwendung von Auger-Spektroskopie, Röntgen- sowie UV-Photoelektronenspektroskopie); Streumethoden, Synchrotronmethoden, Rastersondenmikroskopie; fortgeschrittene Anwendung der spektroskopischen Methoden (kombinierte Analysemethoden, in-situ Spektroskopie an Grenzflächen, Spektroskopische Mikroskopie, Spektroelektrochemie).</p> <p>b: Funktionelle Polymere (z. B. bioabbaubar, wasserlöslich), Formgedächtnispolymere, Smarte Polymere, Polyelektrolyte, Polymerpartikel, Anwendungsbeispiele von Polymeren (z.B. in Sensoren; QCM-, SPR-, Photonik und AFM-Detektion)</p>							
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:						
<p>Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse in der Analyse von Materialoberflächen und -grenzflächen sowie dünnen Schichten. Im Detail sind dies die Auswahl der geeigneten Methode zur Charakterisierung von unterschiedlichen Materialien, die kritische Bewertung der Messergebnisse, die Entwicklung von Messstrategien entsprechend den Anforderungen der zu untersuchenden Materialien sowie die Anwendung solcher spektroskopischer Methoden für die in-situ Analyse von Grenzflächenprozessen. Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse zu funktionellen Polymermaterialien und deren Anwendung z. B. in Sensoren. Die vermittelten Struktur-Eigenschafts-Beziehungen ermöglichen den Studierenden eine eigenständige Auswahl für potentielle Anwendungen zu treffen.</p>							
6	Prüfungsleistung:						
<input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)							
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote			
a)		Klausur oder mündliche Prüfung	1,5-2 h 30-45 min	50%			
b)		Klausur oder mündliche Prüfung	1,5-2 h 30-45 min	50%			
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden wurde.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. G. Grundmeier						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch						
<p>Literatur zu a: B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis: <i>Molecular Biology of the Cell</i>, B.D. Ratner, A.S. Hoffman, F.J. Schoen, J.E. Lemons: <i>Biomaterials Science - An Introduction to Materials in Medicine</i>, M. Malmsten: <i>Biopolymers at Interfaces</i>, D.S. Goodsell: <i>Bionanotechnology - Lessons from Nature</i>, J. Kjems, E. Ferapontova, K.V. Gothelf: <i>Nucleic Acid Nanotechnology</i>, D. Briggs, J.T. Grant: <i>Surface Analysis by Auger and X-Ray Photoelectron Spectroscopy</i>, D.C. Koningsberger, R. Prins: <i>X-Ray Absorption: Principles, Applications, Techniques of EXAFS, SEXAFS and XANES</i>, V.P. Tolstoy, I. Chernyshova, V.A. Skryshevsky: <i>Handbook of Infrared Spectroscopy</i>, P.R. Griffiths, J.A. Haseth: <i>Fourier transform infrared Spectroscopy</i>, W. Sueteka: <i>Surface Infrared and Raman spectroscopy: Methods and applications</i>, J.M. Hollas: <i>Modern Spectroscopy</i>, D. McMorrow and J. Als-Nielsen. <i>Elements of modern X-ray physics</i>. T. Fauster, L. Hammer, K. Heinz, M. A. Schneider. <i>Oberflächenphysik</i>.</p> <p>Literatur zu b: Detaillierte Literaturhinweise werden in der Lehrveranstaltung zur Verfügung gestellt.</p>							

Masterarbeit							
Master Thesis							
Modulnummer: 20	Workload (h): 900	LP: 30	Studiensemester: 4.	Turnus: SS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: de/en	P/WP: P
1	Modulstruktur:						
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	
a	Masterarbeit		800 h (20 Wochen)		P	1	
b	Mündliche Verteidigung			100	P	1	
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls: keine						
3	Teilnahmevoraussetzungen: Abschluss aller Module mit Ausnahme von bis zu 12 fehlenden Leistungspunkten, mit Ausnahme von Praktika.						
4	Inhalte: Das Thema kann in der Regel aus den vom Department Chemie angebotenen Projekten ausgewählt werden.						
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden können sich selbstständig in ein Forschungsgebiet einarbeiten und sind in der Lage, zu einem vorgegebenen Thema selbstständig internationale Fachliteratur zu recherchieren und sich einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand zu verschaffen. Sie besitzen die Fähigkeit, sich in komplexe Methoden der Synthese, der Charakterisierung oder in theoretische Konzepte einzuarbeiten, und können ein eigenes Forschungsprojekt nach wissenschaftlichen Methoden und Standards bearbeiten. Sie können sich in ein Forscherteam integrieren, eine wissenschaftliche Arbeit selbstständig verfassen, einen wissenschaftlichen Vortrag über selbst gewonnene Ergebnisse geeignet strukturieren und im Kontext des aktuellen Forschungsstands vor einem Publikum wiedergeben. Sie sind in der Lage, eine realistische Zeiteinteilung für ein umfangreiches eigenes Projekt zu entwerfen, sie kennen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und wenden diese an. Sie verfügen über Qualifikationen wie Selbstständigkeit und Teamfähigkeit und beherrschen die deutsche bzw. englische Fachsprache in freier Rede.						
6	Prüfungsleistung: <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang		Gewichtung für die Modulnote		
a)		Masterarbeit	50-100 Seiten		80 %		
b)		Seminarvortrag über das bearbeitete Projekt mit anschließender Diskussion	40-60 Min.		20 %		
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine						
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine						
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe von Leistungspunkten erfolgt, wenn die Masterarbeit und der Seminarvortrag bestanden wurden.						
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)						
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine						
12	Modulbeauftragte/r: Prof. M. Tiemann						
13	Sonstige Hinweise: Sprache: deutsch, in Absprache mit den Studierenden englisch						