
Modulhandbuch
der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften
der Technischen Hochschule Köln | Campus Leverkusen
für den Studiengang
Angewandte Chemie
(Master of Science)

Stand: 01.09.2019

Inhaltsverzeichnis Module Angewandte Chemie

	Modul	Name	ECTS	SWS	Lehr- sprache
Sommer- semester					
	1.1	Angewandte Übergangsmetallchemie und Moderne Synthesemethoden	3 von 6	2	E
	1.2	Prozessanalysetechnik und Prozessentwicklung	6	4	E
	1.3	Praktikum Moderne Chemische Technologien	2 von 4	2	D
	1.4	Grüne Chemie und Wasser- und Umweltchemie	6	4	D
	1.5	Praktikum Grüne Chemie	2 von 4	2	D
	1.6	Physikalische Chemie der Polymere und Anorganische Materialien	6	4	E
	1.7	Praktikum Materialchemie	2 von 5	2	D
	2.3	Wahlmodul	3 von 6	2	D/E
		Summe	30	22	
Winter- semester					
	2.1	Biotechnologie und Bioraffinerie	6	4	E
	2.2	Polymere Materialien und Polymere Kolloide	6	4	D
	2.3	Wahlmodul	3 von 6	2	D/E
	2.4	Projektpraktikum	5	4	D/E
	1.1	Angewandte Übergangsmetallchemie und Moderne Synthesemethoden	3 von 6	2	E
	1.3	Praktikum Moderne Chemische Technologien	2 von 4	2	D
	1.5	Praktikum Grüne Chemie	2 von 4	2	D
	1.7	Praktikum Materialchemie	3 von 5	2	D
		Summe	30	22	
Abschluss- semester					
	3.1	Masterarbeit	24		D/E
	3.2	Masterseminar	3	2	D/E
	3.3	Masterkolloquium	3		D/E
		Summe	30		

Teil 1 – Pflichtmodule

Angewandte Übergangsmetallchemie und Moderne Synthesemethoden					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
1.1	180 h	6 LP	1. und 2. Semester	SoSe + WiSe	2 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
1) Angewandte Übergangsmetallchemie a) Seminar 2 SWS 2) Moderne Synthesechemie a) Seminar 2 SWS		4 SWS / 60 h	Vor- und Nachbereitung 120 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Darstellung, Bindungsverhältnisse und Eigenschaften wichtiger Koordinationsverbindungen sowie die Mechanismen komplexchemischer Reaktionen analysieren und vergleichend erklären. • wesentliche katalysierte und unkatalysierte organische Reaktionen, deren Mechanismen und Bedeutung für die moderne Synthesechemie erklären und diese miteinander vergleichen. • Naturstoffsynthesen an ausgewählten, industriell bedeutsamen Beispielen vergleichend diskutieren. 				
2	Inhalte				
	<p>1) Angewandte Übergangsmetallchemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Koordinationschemie: <ul style="list-style-type: none"> ○ Valenzbindungstheorie, Ligandenfeldtheorie, Molekülorbitaltheorie • Struktur der Übergangsmetallverbindungen <ul style="list-style-type: none"> ○ Koordinationszahl und Molekülsymmetrie, Isomerie ○ Organometallverbindungen, Bioanorganische Verbindungen • Charakterisierung von Übergangsmetallverbindungen <ul style="list-style-type: none"> ○ z.B. Infrarot- und Elektronenanregungsspektroskopie, Magnetische Eigenschaften • Kinetik und Mechanismus von Übergangsmetallreaktionen <ul style="list-style-type: none"> ○ Ligandenaustausch-, Elektronenübergangs-, und Photoreaktionen <p>2) Moderne Synthesemethoden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung und Beispiele industriell wichtiger katalytischer Verfahren • homogene Übergangsmetallkomplekkatalyse <ul style="list-style-type: none"> ○ z.B. Enantioselektive Synthesen, C-C Kupplungsreaktionen • Synthese von Natur- und Wirkstoffen, sowie Feinchemikalien an ausgewählten Beispielen • Integration nachwachsender Rohstoffe in die konventionelle Wertschöpfungskette der chemischen Industrie 				
3	Lehrformen				
	<ul style="list-style-type: none"> • seminaristischer Unterricht und Übungen • Erarbeitung der Modulinhalte in Selbststudium und Gruppenarbeit 				

4	Lehrsprachen <ul style="list-style-type: none"> • Englisch
5	Teilnahmevoraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • keine
6	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none"> • Teilleistung 1 (Angewandte Übergangsmetallchemie, benotet, geht mit 50% in die Modulnote ein): mündliche Prüfung • Teilleistung 2 (Moderne Synthesemethoden, benotet, geht mit 50% in die Modulnote ein): mündliche Prüfung
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • bestandene Modulprüfung
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none"> • keine
9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none"> • Note geht als Mittelwert aller Modulnoten mit 60% ein
10	<u>Modulbeauftragte/r</u> und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none"> • <u>Prof. Dr. D. Burdinski</u>, Prof. Dr. M. Eisenacher
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <i>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</i> 1) Angewandte Übergangsmetallchemie <ul style="list-style-type: none"> • C. E. Housecroft, A. G. Sharpe, <i>Anorganische Chemie</i>, Pearson Studium • J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter: <i>Anorganische Chemie</i>, Walter de Gruyter • G. A. Lawrance: <i>Introduction to Coordination Chemistry</i>, Wiley • J. Ribas Gispert, <i>Coordination Chemistry</i>, Wiley-VCH • D. W. H. Rankin, N. W. Mitzel, C. A. Morrison: <i>Structural Methods in Molecular Inorganic Chemistry</i>, Wiley 2) Moderne Synthesemethoden <ul style="list-style-type: none"> • K. P. C. Vollhardt, N. E. Schore: <i>Organische Chemie</i>, Wiley-VCH • R. Brückner: <i>Reaktionsmechanismen: Organische Reaktionen, Stereochemie, Moderne Synthesemethoden</i>, Spektrum • G. Rothenberg: <i>Catalysis</i>, Wiley-VCH • M. M. Green, H. A. Wittcoff: <i>Organic Chemistry Principles and Industrial Practice</i>, Wiley-VCH • B. Schäfer: <i>Naturstoffe der chemischen Industrie</i>, Spektrum Verlag • R.A. Sheldon, H. van Bekkum, <i>Fine Chemicals through Heterogeneous Catalysis</i>, Wiley-VCH

Prozessanalysetechnik und Prozessentwicklung					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
1.2	180 h	6 LP	1. oder 2. Semester	jedes SoSe	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
1) Prozessanalysetechnik a) Seminar 2 SWS 2) Prozessentwicklung a) Seminar 2 SWS		4 SWS / 60 h	Vor- und Nachbereitung 120 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verfahrensfleißbilder hinsichtlich ihrer prozessanalytischen Komponenten interpretieren. • in Produktionsprozessen, über die Summenparameter hinaus geeignete stoffspezifische Messparameter und unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Praktikabilität hierfür geeignete Analysemethoden und eine Prozessanbindung ermitteln. • komplexe chemisch-technische Prozesse mit moderner Software simulieren, die Simulationsergebnisse interpretieren, darauf basierend Vorschläge zur Prozessoptimierung erstellen und diese begründen. • unter Berücksichtigung von ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten geeignete Kombinationen verfahrenstechnischer Grundoperationen zur Prozessoptimierung vorschlagen und diese begründen. 				
2	Inhalte				
	<p>1) Prozessanalysetechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Nachhaltigkeit • Strategien für wissensbasierte Produkte und Verfahren • Wirtschaftlichkeitsbeurteilung von Prozessanalytik • Spektroskopische Methoden in der Prozessanalysetechnik • Konzepte und Systemintegration der Prozess-Gas- und -Flüssigchromatographie • Prozessanalytische Chemie und Fallbeispiele nachhaltiger Prozessanalytik <p>2) Prozessentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlage des Projektmanagement <ul style="list-style-type: none"> ○ Projektorganisation und -planung ○ Umgang mit Microsoft Project ○ operatives Projektmanagement • Lösungsmittelfreie und energiesparende Trennverfahren <ul style="list-style-type: none"> ○ wässrig Zwei-Phasen-Extraktion ○ Membrankontaktoren: Gas-Flüssig- und Flüssig-Flüssig-Extraktion ○ Pervaporation ○ osmotische Destillation 				

	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Aspen One <ul style="list-style-type: none"> ○ Aufbau von Berechnungsmodellen ○ stationäre und dynamische Simulationen
3	Lehrformen <ul style="list-style-type: none"> • seminaristischer Unterricht und Übungen • eigenständige Projektdurchführung in Teams à 4 bis 5 Studierende
4	Lehrsprachen <ul style="list-style-type: none"> • Englisch
5	Teilnahmevoraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • keine
6	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none"> • mündliche Prüfung
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • bestandene Modulprüfung
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none"> • keine
9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none"> • Note geht als Mittelwert aller Modulnoten mit 60% ein.
10	<u>Modulbeauftragte/r</u> und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none"> • <u>Prof. Dr. S. Barbe</u>, Prof. Dr. V. Wagner
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <i>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</i> 1) Prozessanalysetechnik <ul style="list-style-type: none"> • K. H. Koch: <i>Process Analytical Chemistry - Control, Optimization, Quality, Economy</i>, Springer • R. W. Kessler: <i>Prozessanalytik – Strategien und Fallbeispiele aus der industriellen Praxis</i>, Wiley-VCH 2) Prozessentwicklung <ul style="list-style-type: none"> • Towler, Sinnott, <i>Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design</i>, Butterworth-Heinemann • Vauck, Wilhelm, Müller, Hermann, <i>Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik</i>, Wiley-VCH • Müller, Walter, <i>Mechanische Grundoperationen und ihre Gesetzmäßigkeiten</i>, Oldenbourg • B. Lohrengel, <i>Einführung in der thermischen Trennverfahren</i>, Oldenbourg • J. Gmehling, A. Brehm, <i>Grundoperationen (Lehrbuch der Technischen Chemie Band 2)</i>, Georg Thieme

Praktikum Moderne Chemische Technologien					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
1.3	120 h	4 LP	1. und 2. Semester	SoSe + WiSe	2 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Praktikum 4 SWS		4 SWS / 60 h	Vor- und Nachbereitung 60 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • homogen katalysierte sowie heterogen katalysierte Reaktionen eigenständig im Labor durchführen und die zugrunde liegenden Reaktionsmechanismen erklären. • moderne chemische Synthesetechnologien für die Synthese von Naturstoffen und anderen industriell bedeutsamen Chemikalien anwenden. • Strategien für wissensbasierte Produkte und Verfahren der industriellen Synthese und Biotechnologie mittels prozessanalytischer Methoden entwickeln und im Labormaßstab umsetzen. • Praktikumsversuche eigenständig ausarbeiten und zeitlich planen, ihre Arbeit in der Gruppe organisieren und ihre Ergebnisse kritisch analysieren. 				
2	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • homogen katalysierte Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> ○ C-C Kupplungsreaktionen mit metallorganischen Komplexkatalysatoren ○ enantioselektive Synthese • heterogen katalysierte Reaktionen im Druckautoklaven <ul style="list-style-type: none"> ○ moderne Synthesetechnologien Mikrowellensynthese und Festphasensynthese • Synthese von Naturstoffen bzw. deren Vorstufen an ausgewählten Beispielen • prozessanalytische Überwachung und Optimierung von industriell relevanten Synthesen und biotechnologischen Prozessen 				
3	Lehrformen <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der Versuchsinhalte in Selbststudium und Gruppenarbeit. • Durchführung laborpraktischer Versuche in eigenständiger Planung i.d.R. in Kleingruppen ggf. unter Anleitung. 				
4	Lehrsprachen <ul style="list-style-type: none"> • Deutsch 				
5	Teilnahmevoraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • keine 				
6	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none"> • Kolloquien und Versuchsprotokolle 				

7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none">• bestandene Modulprüfung
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none">• keine
9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none">• keine Note
10	<u>Modulbeauftragte/r</u> und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none">• <u>Prof. Dr. M. Eisenacher</u>, Prof. Dr. V. Wagner
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <p><i>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</i></p> <p>1) Prozessanalyentechnik</p> <ul style="list-style-type: none">• K. H. Koch: <i>Process Analytical Chemistry- Control, Optimization, Quality, Economy</i>, Springer• R. W. Kessler: <i>Prozessanalytik – Strategien und Fallbeispiele aus der industriellen Praxis</i>, Wiley-VCH• W. Kessler: <i>Multivariate Datenanalyse - Pharma-, Bio- und Prozessanalytik</i>, Wiley-VCH <p>2) Moderne Synthesemethoden</p> <ul style="list-style-type: none">• K. Schwetlick: <i>Organikum</i>, Wiley-VCH• H. W. Roesky, D. K. Kennepohl: <i>Experiments in Green and Sustainable Chemistry</i>, Wiley-VCH• R. Brückner: <i>Praktikum Präparative Organische Chemie</i>, Spektrum• B. Schäfer: <i>Naturstoffe der chemischen Industrie</i>, Spektrum

Grüne Chemie und Wasser- und Umweltchemie					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
1.4	180 h	6 LP	1. oder 2. Semester	jedes SoSe	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
1) Grüne Chemie a) Seminar 2 SWS 2) Wasser- und Umweltchemie a) Seminar 2 SWS		4 SWS / 60 h	Vor- und Nachbereitung 120 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Konzepte und Prinzipien der Grünen Chemie benennen. • die Bedeutung und aktuelle Trends der Nachhaltigkeitsbestrebungen in der chemischen Industrie beschreiben und die Bedeutung von Life Cycle Assessments für die Nachhaltigkeitsbewertung erklären. • die Nachhaltigkeit von chemischen Prozessen vergleichend analysieren. • die Bedeutung von katalytischen Mechanismen in der modernen Chemie erklären und biokatalytische Prozesse vergleichend bewerten. • die fundamentale Bedeutung der global begrenzten Ressource Wasser als wichtigstes Lebensmittel und gleichzeitig wichtiger industrieller Leistungsfaktor als Energieträger, Reaktionspartner, Lösungs- und Reinigungsmittel, Prozessmedium und Absorber anhand von konkreten Beispielen erklären. • umweltchemische Fragestellungen industriellen und kommunalen Ursprungs beschreiben und ganzheitliche Lösungen unter Beachtung der gesetzlichen Regelungen und Methoden der Umwelt- und Wassertechnologie vorschlagen und begründen. 				
2	Inhalte				
	<p>1) Grüne Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konzepte der Grünen Chemie <ul style="list-style-type: none"> ○ Bedeutung des Begriffs Nachhaltigkeit ○ 12 Prinzipien der Grünen Chemie und 12 Prinzipien des Green Engineering ○ Responsible Care Initiative / Chemikalienverordnung REACH • Bewertung der Nachhaltigkeit <ul style="list-style-type: none"> ○ Life Cycle Assessment / Ökoeffizienzanalyse ○ Vergleich von Prozessen und Produkten anhand ausgewählter Beispiele • Katalyse Technologien <ul style="list-style-type: none"> ○ die Bedeutung der Katalyse für Green Chemistry ○ Fokus Biokatalyse: Mechanistische Betrachtungen und Prozessbeispiele ○ Stereoselektivität und Spezifität biokatalytischer Reaktionen 				

	<p>2) Wasser- und Umweltchemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • technischer Umweltschutz: rechtliche Aspekte, umweltpolitisches Instrumentarium (planungs-, ordnungsrechtliche, ökonomische und informelle Instrumente), anthropogene Umwelteinwirkung am Beispiel des Wasserkreislaufes • anorganische und organische Inhaltsstoffe als Hauptkomponenten und Spurenstoffe industrieller und kommunaler Wassertypen sowie mikrobiologische Parameter • klassische Verfahren zur Entfernung von Wasserinhaltsstoffen in den Bereichen Trinkwasser- und Abwasseraufbereitung (mechanisch, biologisch, physikalisch, chemisch) sowie Reststoff- und Energiemanagement • ausgewählte Beispiele für Innovative Umwelttechnologien (chemisch-biologische Additive, Bioresonanz, Elektrokinetik, Kavitation, Biogas, Pyrolyse)
3	<p>Lehrformen</p> <ul style="list-style-type: none"> • seminaristischer Unterricht und Übungen • Erarbeitung der Modulinhalte in Selbststudium und Gruppenarbeit
4	<p>Lehrsprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deutsch
5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
6	<p>Prüfungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (Klausur)
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <ul style="list-style-type: none"> • bestandene Modulprüfung
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <ul style="list-style-type: none"> • Note geht als Mittelwert der Modulnoten mit 60% ein.
10	<p><u>Modulbeauftragte/r</u> und hauptamtlich Lehrende</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Prof. Dr. U. Schörken</u>, Prof. Dr. J. Strunkheide (Lehrbeauftragter)
11	<p>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen</p> <p><i>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</i></p> <p>1) Grüne Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • R. A. Sheldon, I. Arends, U. Hanefeld: <i>Green Chemistry and Catalysis</i>, Wiley-VCH • G. Rothenberg: <i>Catalysis</i>, Wiley-VCH • R. Höfer: <i>Sustainable Solutions for Modern Economies</i>, RSC Publishing • J. DeWulf, H. Van Langenhove: <i>Renewables-Based Technology: Sustainability Assessment</i>, Wiley • D. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt: <i>Lehrbuch der Biochemie</i>, Wiley-VCH <p>2) Wasser- und Umweltchemie</p>

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• G. W. van Loon, S. J. Duffy: <i>Environmental Chemistry</i>, Oxford University Press• W. Kölle: <i>Wasseranalysen – richtig beurteilt</i>, Wiley-VCH• U. Stottmeister: <i>Biotechnologie zur Umweltentlastung</i>, Teubner• W. Knoch: <i>Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Abfallentsorgung</i>, VCH• DWA: <i>Industrieabwasserbehandlung; Rechtliche Grundlagen, Verfahrenstechnik, Abwasserbehandlung ausgewählter Industriebranchen, Produktionsintegrierter Umweltschutz</i> (Bauhaus-Universität Weimar) |
|---|

Praktikum Grüne Chemie					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
1.5	120 h	4 LP	1. und 2. Semester	SoSe + WiSe	2 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Praktikum 4 SWS		4 SWS / 60 h	Vor- und Nachbereitung 60 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • die Konzepte und Prinzipien der Grünen Chemie erklären und die Nachhaltigkeit in der chemischen Industrie beschreiben und analysieren. • die Bedeutung von katalytischen Mechanismen in der modernen Chemie erklären. • Biotreibstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen selbstständig herstellen und ihre wirtschaftliche und ökologische Bedeutung erklären. • nachwachsende Rohstoffe selbstständig über chemo- und biokatalytische Synthesen in industriell relevante Chemikalien umsetzen. • ihre Versuchsergebnisse kritisch analysieren und bewerten und die durchgeführten Versuche auf ihre Nachhaltigkeit hin bewerten. die Konzepte und Prinzipien der Grünen Chemie erläutern und die Nachhaltigkeit in der chemischen Industrie beschreiben und analysieren. 				
2	Inhalte Praktische Versuche zur stofflichen Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen mit Beispielen aus folgenden Bereichen es erfolgt eine Versuchsauswahl): <ul style="list-style-type: none"> • Biotreibstoffe <ul style="list-style-type: none"> ○ Synthese von Biodiesel ○ Herstellung von Bioethanol • Chemokatalytische Verfahren <ul style="list-style-type: none"> ○ saurer Aufschluss von Stärke und Cellulose, Gewinnung von Lignin ○ Synthese eines grünen Tensids auf Proteinbasis ○ homogene Katalyse mit Übergangsmetallkomplexen • Biokatalytische Verfahren und Biotransformationen <ul style="list-style-type: none"> ○ Synthese kosmetischer Ester mit immobilisierter Lipase ○ enantioselektive Redoxreaktionen mit Alkohol Dehydrogenase ○ fermentative Herstellung von Chemikalien und / oder Enzymen an ausgewählten Beispielen • Green Solvents <ul style="list-style-type: none"> ○ Synthese eines Lösungsmittels aus nachwachsenden Intermediaten ○ Deep Eutectic Solvents • Biopolymere • kritische Bewertung der durchgeführten Versuche hinsichtlich Nachhaltigkeit 				

3	Lehrformen <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der Versuchsinhalte in Selbststudium und Gruppenarbeit. • Durchführung laborpraktischer Versuche in eigenständiger Planung i.d.R. in Kleingruppen ggf. unter Anleitung.
4	Lehrsprachen <ul style="list-style-type: none"> • Deutsch
5	Teilnahmevoraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • keine
6	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none"> • Kolloquien und Versuchsprotokolle
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • bestandene Modulprüfung
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none"> • keine
9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none"> • keine Note
10	<u>Modulbeauftragte/r</u> und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. S. Barbe, Prof. Dr. U. Schörken
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <i>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</i> <ul style="list-style-type: none"> • R. A. Sheldon, I. Arends, U. Hanefeld: <i>Green Chemistry and Catalysis</i>, Wiley-VCH • G. Rothenberg: <i>Catalysis</i>, Wiley-VCH • W. Soetaert, E. Vandamme: <i>Biofuels</i>, Wiley • B. Kamm, P. R. Gruber, M. Kamm: <i>Biorefineries – Industrial Processes and Products</i>, Wiley-VCH • H. W. Roesky, D. K. Kennepohl: <i>Experiments in Green and Sustainable Chemistry</i>, Wiley-VCH • A. Steinbüchel, F. B. Oppermann-Sanio: <i>Mikrobiologisches Praktikum</i>, Springer • V. C. Hass, R. Pförtner: <i>Praxis der Bioprozesstechnik</i>, Spektrum

Physikalische Chemie der Polymere und Anorganische Materialien					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
1.6	180 h	6 LP	1. oder 2. Semester	jedes SoSe	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Seminar 4 SWS		4 SWS / 60 h	Vor- und Nachbereitung 120 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • Struktur-Eigenschaft-Beziehungen technisch relevanter Materialien beschreiben, sie in Ihrer Bedeutung für eine gegebene Anwendung beurteilen und sie gezielt nutzen, um strukturelle Änderungen zur Erzeugung gewünschter Eigenschaften vorzuschlagen und zu begründen. • aus einer Gruppe bekannter Materialien ein zur Lösung eines technischen Problems geeignetes auswählen und die Wahl inhaltlich begründen. • eigenständig einschlägig-wissenschaftliche Fragestellungen recherchieren und diese in angemessener Form in einem vorgegebenen Zeitrahmen einem Fachpublikum vorstellen und argumentativ vertreten. 				
2	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Einführung <ul style="list-style-type: none"> ○ Klassifizierung, Nomenklatur, Polymerisationsgrad, Molekulargewicht, Konstitution, Konfiguration, Konformation • physikalisch-chemische Eigenschaften von Polymersystemen <ul style="list-style-type: none"> ○ Glasübergang und Kristallisation, Strukturbildung, dynamisch-mechanische Eigenschaften, Viskoelastizität ○ Verhalten in Lösung, Polymer-Tensid Wechselwirkungen ○ elektrische, optische und elektrooptische Eigenschaften von Polymeren ○ Polymeroberflächen • anorganische Materialien <ul style="list-style-type: none"> ○ Festkörperstrukturen wichtiger anorganischer Materialien, Metall-organische Gerüstmaterialien, Synthese und Eigenschaften von nanostrukturierten Materialien und Nanoteilchen ○ wichtige technische Materialien: z.B. Eisenlegierungen (Stähle) Nichteisenmetalle, Kohlenstoffmodifikationen, Silicium-haltige Materialien, anorganische Fasern, Gläser, Keramische Werkstoffe, Emails, Verbundwerkstoffe, Baustoffe 				
3	Lehrformen <ul style="list-style-type: none"> • seminaristischer Unterricht und Übungen • Erarbeitung der Modulinhalte in Selbststudium und Gruppenarbeit 				
4	Lehrsprachen <ul style="list-style-type: none"> • Englisch 				

5	Teilnahmevoraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • keine
6	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none"> • mündliche Prüfung
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • bestandene Modulprüfung
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none"> • keine
9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none"> • Note geht als Mittelwert aller Modulnoten mit 60% ein.
10	<u>Modulbeauftragte/r</u> und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. D. Burdinski, <u>Prof. Dr. B. Glösen</u>
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <i>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</i> <ul style="list-style-type: none"> • G. Strobl <i>The Physics of Polymers</i>, Springer • M.D. Lechner et al. <i>Makromolekulare Chemie</i>, Birkhäuser • J.M.G. Cowie <i>Polymers: Chemistry & Physics of Modern Materials</i>, CRC Press • B. Tieke <i>Makromolekulare Chemie</i>, Wiley-VCH • H.G. Elias <i>Makromoleküle Band 2 Physikalische Strukturen und Eigenschaften</i>, Wiley-VCH • B. D.Fahlmann, <i>Materials Chemistry</i>, Springer • D. R. Askeland, W.J. Wright, <i>The Science and Engineering of Materials</i>, Cengage Learning • L. Cademartiri, G. A. Ozin, <i>Concepts of Nanochemistry</i>, Wiley-VCH

Praktikum Materialchemie					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
1.7	150 h	5 LP	1. und 2. Semester	SoSe + WiSe	2 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Praktikum 4 SWS		4 SWS / 60 h	Vor- und Nachbereitung 90 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • gegebene Problemstellungen aus dem Bereich der Materialchemie analysieren und dafür, durch Recherche und die Planung von Laborexperimenten, weitgehend selbstständig und kooperativ Lösungsmöglichkeiten und Planungen zu deren experimenteller Umsetzung erarbeiten. • polymere und anorganische Materialien mit gewünschten Eigenschaften entsprechend der eigenen experimentelle Planung herstellen und charakterisieren. • experimentelle Daten der Material- und Oberflächenanalytik problemorientiert interpretieren, daraus selbstständig problembezogene Schlussfolgerungen ziehen und diese in einem strukturierten wissenschaftlichen Bericht darstellen. • die Analyse, Lösungsstrategien und experimentellen Ergebnisse sowie deren Interpretation zu einer gegebenen Problemstellung gegenüber Fachleuten argumentativ vertreten. 				
2	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Synthese und Charakterisierung von Makromolekülen bzw. polymeren Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften <ul style="list-style-type: none"> ○ Kettenreaktionen, Stufenwachstumsreaktionen, neue Synthesemethoden, chemische und physikalische Charakterisierungsmethoden. • Synthese und Charakterisierung von kolloidalen Polymerdispersionen <ul style="list-style-type: none"> ○ Emulsionspolymerisation von Polystyrol (verschiedene Synthesevarianten zur gezielten Beeinflussung der Dispersionsstabilität) ○ wässrige PUR-Dispersionen durch Stufenwachstumsreaktionen und Phaseninversion • physikalisch-chemische Untersuchungen an Polymersystemen <ul style="list-style-type: none"> ○ Glasübergang, Kristallisation, dynamisch-mechanische Eigenschaften ○ Polymere in Lösung (Polymer-Tensid-Komplexe) • Synthese und Charakterisierung von anorganischen Verbindungen und Materialien <ul style="list-style-type: none"> ○ Darstellung reaktiver Zwischenprodukte und deren Umsetzung zu anorganischen anorganisch-organischen Funktionsmaterialien. ○ chemisch, mechanische und/oder technische Charakterisierung von Zwischen- und Endprodukten. 				
3	Lehrformen <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der Versuchsinhalte in Selbststudium und Gruppenarbeit. • Durchführung laborpraktischer Versuche in eigenständiger Planung i.d.R. in Kleingruppen ggf. unter Anleitung. 				

4	Lehrsprachen <ul style="list-style-type: none"> • Deutsch
5	Teilnahmevoraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • keine
6	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none"> • Kolloquien, eigenständig synthetisierte Präparate und Versuchsprotokolle.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • bestandene Modulprüfung
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none"> • keine
9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none"> • keine Note
10	<u>Modulbeauftragte/r</u> und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none"> • <u>Prof. Dr. D. Burdinski</u>, Prof. Dr. B. Glösen, Prof. Dr. M. Leimenstoll, Prof. Dr. J. Wilkens
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <i>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</i> <ul style="list-style-type: none"> • D. Braun, H. Cherdron, W. Kern, Praktikum der makromolekularen organischen Chemie, Hüthig • I. P. Lossew, O. J. A. Fedotowa, Praktikum der Chemie Hochmolekularer Verbindungen, Akademischer Verlag • R. M. Fitch, Polymer Colloids (A Comprehensive Introduction), Academic Press • A. Elaissari, Colloidal Polymers (Synthesis and Characterization), Dekker • A. M. van Herk, Chemistry and Technology of Emulsion Polymerisation, Wiley • U. Meier-Westhues, Polyurethane, Vincentz • G. Strobl, The Physics of Polymers, Springer • B. D.Fahlmann, Materials Chemistry, Springer • D. R. Askeland, W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials, Cengage Learning

Biotechnologie und Bioraffinerie					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
2.1	180 h	6 LP	2. oder 1. Semester	jedes WiSe	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Seminar 4 SWS		4 SWS / 60 h	Vor- und Nachbereitung 120 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • die wichtigsten Arbeitstechniken der Biotechnologie und Molekularbiologie sowie deren Bedeutung für die Entwicklung moderner biotechnologischer Verfahren erklären und letztere miteinander vergleichen. • Methoden zur Gewinnung von Bioenergie und Herstellung von Plattformchemikalien aus Biomasse darstellen und analysieren. • den aktuellen Stand der Technik zur Entwicklung von Bioraffinerie-Konzepten wiedergeben. • wissenschaftliche Fragestellungen zu biotechnologischen Themen eigenständig recherchieren, ausarbeiten und diese in einem vorgegebenen Zeitrahmen präsentieren und argumentativ vertreten. 				
2	Inhalte 1) Biotechnologie <ul style="list-style-type: none"> • die historische Entwicklung der Biotechnologie • die „Farben“ der Biotechnologie <ul style="list-style-type: none"> ○ Fokus Industrielle Biotechnologie • molekularbiologische Methoden <ul style="list-style-type: none"> ○ Isolierung und Modifikation von DNA und RNA ○ Polymerasekettenreaktion (PCR) / DNA-Sequenzierung ○ Expression rekombinanter Proteine / Enzyme • Molekulare Biotechnologie <ul style="list-style-type: none"> ○ Genomsequenzierungen ○ Einführung in die Bioinformatik: Datenbanken ○ Metabolic Engineering 2) Bioraffinerie <ul style="list-style-type: none"> • Nachwachsende Rohstoffe <ul style="list-style-type: none"> ○ Quellen, Anbau, Gewinnung, Transport, Verarbeitung ○ Biomasse als Rohstoff für Treibstoffe, Chemikalien, Kunststoffe und Werkstoffe ○ Rohstoffsituation in Deutschland und global 				

	<ul style="list-style-type: none"> • Biotreibstoffe und Biorefinery Konzepte <ul style="list-style-type: none"> ○ Bioethanol, Biodiesel, Biogas: Produktionstechnologien, Produktionsmengen, Biomasse Quellen und Prognosen ○ „2nd generation Biofuels“ und aktuelle Entwicklungen ○ Rohstoffsituation, Algentechnologie ○ Thermochemische Konversion – Syngas Prozesse ○ industrielle Zucker und Stärke Plattformen ○ Lignocellulose basierte Produkte / Aufschlussverfahren ○ Lipid-Biorefinery: Oleochemikalien aus biobasierten Fetten und Ölen
3	<p>Lehrformen</p> <ul style="list-style-type: none"> • seminaristischer Unterricht und Übungen • Erarbeitung der Modulinhalte in Selbststudium und Gruppenarbeit
4	<p>Lehrsprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Englisch
5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
6	<p>Prüfungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (Klausur)
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <ul style="list-style-type: none"> • bestandene Modulprüfung
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <ul style="list-style-type: none"> • Note geht als Mittelwert der Modulnoten mit 60% ein.
10	<p><u>Modulbeauftragte/r</u> und hauptamtlich Lehrende</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Prof. Dr. U. Schörken</u>

11	<p>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen</p> <p><i>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • G. Antranikian: <i>Angewandte Mikrobiologie</i>, Springer • R. Renneberg, D. Süßbier: <i>Biotechnologie für Einsteiger</i>, Spektrum • R. D. Schmid: <i>Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik</i>, Wiley-VCH • M. C. Flickinger: <i>Upstream & Downstream Industrial Biotechnology (3 Bände)</i>, Wiley • H. Sahm, G. Antranikian, K.-P. Stahmann, R. Takors: <i>Industrielle Mikrobiologie</i>, Springer Spektrum • M. Wink: <i>Molekulare Biotechnologie</i>, Wiley-VCH • F. Cavani, G. Centi, S. Perathoner, F. Trifiro: <i>Sustainable Industrial Chemistry</i>, Wiley-VCH • B. Kamm, P. R. Gruber, M. Kamm: <i>Biorefineries – Industrial Processes and Products</i>, Wiley-VCH • <i>Roadmap Bioraffinerien</i>, Herausgeber BMELV, BMBF, BMU & BMWI • R. Höfer: <i>Sustainable Solutions for Modern Economies</i>, RSC Publishing • W. Soetaert, E. Vandamme: <i>Biofuels</i>, Wiley
----	--

Polymere Materialien und Polymere Kolloide					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
2.2	180 h	6 LP	2. oder 1. Semester	jedes WiSe	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
1) Polymere Materialien a) Seminar 2 SWS 2) Polymere Kolloide a) Seminar 2 SWS		4 SWS / 60 h	Vor- und Nachbereitung 120 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verfahren zur Herstellung von polymeren Materialien und kolloidalen Polymerdispersionen gegenüberstellen und erläutern. • geeignete analytische Messverfahren zur Charakterisierung von polymeren Materialien und polymeren Kolloiden erläutern und entsprechend einer gegebenen Problemstellung auswählen. • aufgrund der Vor- und Nachteile des jeweiligen Reaktortyps eine geeignete Prozessstrategie zur Herstellung von polymeren Kolloiden auswählen. • gezielte Synthese-Strategien zur Beeinflussung von Polymerarchitekturen und Eigenschaftsprofilen polymerer Materialien entwerfen. • gezielte Synthese-Strategien zur Beeinflussung der Oberflächenfunktionalisierung und der Latex-Stabilität polymerer Kolloide entwerfen. 				
2	Inhalte				
	<p>1) Polymere Materialien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Grundbegriffe (Klassifizierung, Nomenklatur, Polymerisationsgrad, Molekulargewicht, Konstitution, Konfiguration, Konformation, Ketten- und Stufenwachstumsreaktionen) • Syntheseverfahren, Formulierung und Modifizierung von Makromolekülen zur Herstellung von polymeren Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften • Eigenschaften von Polymeren und polymeren Materialien <ul style="list-style-type: none"> ○ mechanische Eigenschaften, Verhalten als Feststoff, Verhalten in Lösung, Viskoelastizität, Biokompatibilität, Bioabbaubarkeit <p>2) Polymere Kolloide</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung polymerer Kolloide • Einführung in die wichtigsten Herstellungsverfahren • Mechanismus und Kinetik der Emulsionspolymerisation • Prozessstrategien • Charakterisierung polymerer Kolloide • Oberflächen-Funktionalisierung • Latex-Stabilität 				
3	Lehrformen				

	<ul style="list-style-type: none"> • seminaristischer Unterricht und Übungen • Erarbeitung der Modulinhalte in Selbststudium und Gruppenarbeit
4	Lehrsprachen <ul style="list-style-type: none"> • Deutsch
5	Teilnahmevoraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • keine
6	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (Klausur)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • bestandene Modulprüfung
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none"> • keine
9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none"> • Note geht als Mittelwert aller Modulnoten mit 60% ein.
10	<u>Modulbeauftragte/r</u> und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. M. Leimenstoll, <u>Prof. Dr. J. Wilkens</u>
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <i>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</i> 1) Polymere Materialien <ul style="list-style-type: none"> • M. D. Lechner et al., <i>Makromolekulare Chemie</i>, Birkhäuser • J. M. G. Cowie, <i>Chemie und Physik der Polymeren</i>, Vieweg • B. Tieke, <i>Makromolekulare Chemie</i>, Wiley-VCH • H. G. Elias, <i>Makromoleküle</i>, Wiley-VCH • E. Baur, S. Brinkmann, T.A. Osswald, E. Schmachtenberg, <i>Saechtling Kunststoff Taschenbuch</i>, Hanser • W. Michaeli et al., <i>Technologie der Kunststoffe</i>, Hanser • W. Ehrenstein, <i>Faserverbund-Kunststoffe</i>, Hanser 2) Polymere Kolloide <ul style="list-style-type: none"> • Lagaly, G. / Schulz, O. / Zimehl, R.: <i>Dispersionen und Emulsionen</i>, Steinkopff • Cosgrove, T.: <i>Colloid Science</i>, Wiley • Hunter, R.: <i>Foundations of Colloid Science</i>, Oxford University Press • Fitch, R.M.: <i>Polymer Colloids (A Comprehensive Introduction)</i>, Academic Press • Elaissari, A.: <i>Colloidal Polymers (Synthesis and Characterization)</i>, Marcel Dekker • Chern, C.: <i>Emulsion Polymerization</i>, Wiley • van Herk, A.M.: <i>Chemistry and Technology of Emulsion Polymerisation</i>, Wiley • Meier-Westhues, U.: <i>Polyurethane</i>, Vincentz Network • Koltzenburg, S. / Maskos, M. / Nuyken, O.: <i>Polymere</i>, Springer

Wahlmodul					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
2.3	180 h	6 LP	2. oder 1. Semester	WiSe + SoSe	2 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Seminar 4 SWS		4 SWS / 60 h	Vor- und Nachbereitung 120 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erwerben neue bzw. erweitern ihre Kompetenzen in einem Bereich ihrer Wahl der Angewandten Chemie. 				
2	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können das Modul nach eigenen Präferenzen gestalten, wobei das Folgende zu beachten ist: Das Modul kann auch an einer anderen Fakultät oder einer anderen Hochschule als der TH Köln absolviert werden. Im Rahmen des Wahlmoduls sollen Kompetenzen erworben werden (fachspezifische, methodische und/oder kommunikative Kompetenzen), die dem für den Studiengang beschriebenen Studienziel dienen. Das Modul soll inhaltlich im Zusammenhang mit der Angewandten Chemie stehen. Das Modul ist so zu wählen, dass Studienleistungen im Umfang von 6 Leistungspunkten erbracht werden. Die 6 Leistungspunkte können sich aus Leistungen, die in mehreren kleineren Modulen erworben wurden, zusammensetzen (z. B. einem Modul der Fakultät X im Umfang von 4 Leistungspunkten und einem weiteren Modul im Umfang von 2 Leistungspunkten einer anderen Fakultät Y ggf. einer anderen Hochschule). Über die Anerkennung von im Rahmen des Wahlmoduls erbrachten Leistungen entscheidet grundsätzlich der Prüfungsausschuss auf Antrag. Modulteilleistungen, die nicht unmittelbar zur Vergabe von Leistungspunkten führen, können nicht anerkannt werden. Der Prüfungsausschuss veröffentlicht eine regelmäßig aktualisierte Liste mit grundsätzlich anerkannten Modulen der TH Köln und anderer Hochschulen. In allen anderen Fällen wird empfohlen, die Möglichkeit einer Anerkennung vor der Modulwahl mit dem Prüfungsausschuss abzuklären und diese in Form eines Learning Agreements festzuschreiben. Die Fakultät bietet je Semester eine spezielle Lehrveranstaltung im Umfang von 3 LP zu aktuellen, fachübergreifenden und berufsvorbereitenden Themenbereichen an (z. B. Projektmanagement, Produktentwicklung, Marketing, Patentwesen, Labor-/ Reaktorsicherheit, Qualitätsmanagement, Chemo-metrie, Verfahrens- und Anlagensicherheit). 				
3	Lehrformen				
	<ul style="list-style-type: none"> abhängig vom gewählten Modul 				
4	Lehrsprachen				
	<ul style="list-style-type: none"> Deutsch/Englisch (abhängig vom gewählten Modul) 				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	<ul style="list-style-type: none"> keine 				

6	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none">• abhängig vom gewählten Modul
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none">• Nachweis über die bestandene Modulprüfung und ggf. über die erreichte Note im gewählten Modul.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none">• keine
9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none">• keine Note
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none">• abhängig vom gewählten Modul
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <ul style="list-style-type: none">• abhängig vom gewählten Modul

Projektpraktikum					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
2.4	150 h	5 LP	2. oder 1. Semester	jedes WiSe	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Projekt 4 SWS		4 SWS / 60 h	Vor- und Nachbereitung 90 h	1-4 Studierende/r (Summe: 24)	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • selbstständig eine gegebene Problemstellung nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten analysieren und dafür Lösungsstrategien entwickeln. • entwickelte Problemlösungsstrategien mittels integrierten Fachwissens begründen und argumentativ vertreten. • komplexe Arbeitsprozesse kooperativ planen und sie unter umfassender Einbeziehung von Handlungsalternativen aus fachlich benachbarten Bereichen beurteilen und problemorientiert bewerten. • experimentelle Ergebnisse mit der theoretischen Analyse inhaltlich verknüpfen und die Ergebnisse strukturiert und problemorientiert darstellen. • im Team Aufgaben und Arbeitsziele bewerten, selbstgesteuert verfolgen und verantworten sowie bei auftretenden Problemen geeignete Maßnahmen ergreifen. 				
2	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Praktische und theoretische Bearbeitung von Projekten innerhalb der Arbeitsgruppen des Masterstudienganges Angewandte Chemie. • Die Lerninhalte und Aufgabenstellungen werden individuell vor Beginn der Projektphase definiert und festgelegt. In der Projektphase sollen die Studierenden studiengangadäquate und berufsqualifizierende Tätigkeiten zur Vorbereitung auf das künftige Berufsfeld ausüben. 				
3	Lehrformen <ul style="list-style-type: none"> • Projektarbeit, ggf. innerhalb eines Projektteams • Das Verhältnis Kontakt-/Selbststudienzeit wird, bei gleichbleibendem Workload, in einem Learning Agreement definiert und kann nach den Erfordernissen des Projektes von den angegebenen Richtwerten abweichen. 				
4	Lehrsprachen <ul style="list-style-type: none"> • Deutsch/Englisch 				
5	Teilnahmevoraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • keine 				
6	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none"> • Projektbericht, ggf. Projektpräsentation, Poster 				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • bestandene Modulprüfung 				

8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none">• keine
9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none">• Note geht als Mittelwert aller Modulnoten mit 60% ein.
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none">• Studiengangleiter
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <ul style="list-style-type: none">• keine

Masterarbeit					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
3.1	720 h	24 LP	3. Semester	jedes Semester	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Projekt				12 x 1 Studierende/r	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • innerhalb einer vorgegebenen Frist eigenverantwortlich eine praxisorientierte Problemstellung aus einem selbstgewählten Fachbereich der Angewandten Chemie nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten analysieren und dafür Lösungsstrategien entwickeln. • entwickelte Problemlösungsstrategien auch in neuen und unvertrauten Situationen mittels integrierten Fachwissens begründen und argumentativ vertreten. • komplexe Arbeitsprozesse kooperativ planen und sie unter umfassender Einbeziehung von Handlungsalternativen aus fachlich benachbarten Bereichen, auch auf der Grundlage unvollständiger oder begrenzter Informationen, wissenschaftlich fundiert beurteilen und auf Expertenniveau problemorientiert bewerten. • experimentelle Ergebnisse mit der theoretischen Analyse inhaltlich verknüpfen und die Ergebnisse strukturiert und problemorientiert darstellen. • die eigene Planung, Durchführung und Auswertung Ihrer Projektarbeit reflektieren und selbstkritisch bewerten. 				
2	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Die Masterarbeit ist eine eigenständige Leistung im Gebiet der Angewandten Naturwissenschaften, insbesondere ausgewählter Fachbereiche der Angewandten Chemie oder fachnahen Bereichen, mit einer theoretischen, experimentellen, synthetischen, analytischen und/oder technischen Aufgabenstellung auf Expertenniveau, sowie einer nach wissenschaftlichen Regeln dazu abgefassten und vertiefenden Beschreibung und Erläuterung einer Strategie zur Lösung eines komplexen und umfangreichen naturwissenschaftlichen Problems. • In der Regel sollte die Masterarbeit einen praktischen Bezug zum Studiengang und seinen Projekten haben. • Besonders unterstützt wird, dass die Masterarbeit bei entsprechender Vereinbarung und Betreuung durch Hochschule und Projektpartner in einem Industriebetrieb durchgeführt wird. 				
3	Lehrformen <ul style="list-style-type: none"> • Eigenständige praxis- und theorieorientierte Projektarbeit aus allen Bereichen der Angewandten Naturwissenschaften, vorzugsweise aus ausgewählten Fachgebieten der Angewandten Chemie. • Die Masterarbeit wird in der Regel in der Hochschule oder in einem in- oder ausländischen Unternehmen oder Forschungsinstitut angefertigt, welches einen den Studienzielen entsprechenden Arbeitsplatz anbietet. • Während der Masterarbeit werden die Studierenden durch mindestens eine Professorin oder einen Professor aus dem Studiengang betreut, die oder der auch anleitet und die Abschlussarbeit beurteilt. 				

4	Lehrsprachen <ul style="list-style-type: none"> • Deutsch/Englisch
5	Teilnahmevoraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • siehe Prüfungsordnung
6	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none"> • Projektbericht (Masterarbeit)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • siehe Prüfungsordnung
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none"> • keine
9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none"> • Note geht mit 32% ein.
10	<u>Modulbeauftragte/r</u> und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none"> • <u>Prof. Dr. R. Hirsch</u>
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <ul style="list-style-type: none"> • keine

Masterseminar					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
3.2	90 h	3 LP	3. Semester	jedes Semester	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Seminar 2 SWS		2 SWS / 30 h	Vor- und Nachbereitung 60 h	12 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> wissenschaftliche Arbeiten recherchieren und die Ergebnisse strukturieren und analysieren. Fachdiskussionen auf Expertenniveau führen und ihre Auffassungen wissenschaftlich begründet vertreten. Fachvorträge klar strukturieren und wissenschaftliche Ergebnisse in einem vorgegebenen Zeitrahmen präsentieren und vor einem Expertenkreis vertreten. 				
2	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> Fachvorträge und Diskussionen über aktuelle Ergebnisse aus Masterarbeiten sowie der akademischen und industriellen Forschung und Entwicklung 				
3	Lehrformen				
	<ul style="list-style-type: none"> Präsentationen mit Gruppendiskussionen 				
4	Lehrsprachen				
	<ul style="list-style-type: none"> Deutsch/Englisch 				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	<ul style="list-style-type: none"> siehe Prüfungsordnung 				
6	Prüfungsformen				
	<ul style="list-style-type: none"> Präsentation mit Disputation 				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten				
	<ul style="list-style-type: none"> bestandene Modulprüfung aktive Teilnahme an den Seminarveranstaltungen unter Einbringung von Diskussionsbeiträgen auf Expertenniveau 				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)				
	<ul style="list-style-type: none"> keine 				

9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none">• Note geht als Mittelwert aller Modulnoten mit 60% ein.
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none">• Studiengangleiter
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <ul style="list-style-type: none">• keine

Masterkolloquium					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
3.3	90 h	3 LP	3. Semester	jedes Semester	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Selbststudium				12 x 1 Studierende/r	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	Die Studierenden können				
	<ul style="list-style-type: none"> die im Rahmen der Masterarbeit erzielten Ergebnisse sowie deren Einbettung in den wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Kontext in einem wissenschaftlichen Diskurs analysieren und vertreten. 				
2	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> Im Rahmen der Masterarbeit erzielte Ergebnisse sowie deren Einbettung in den wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Kontext. 				
3	Lehrformen				
	<ul style="list-style-type: none"> Selbststudium individuelle Gespräche mit den betreuenden Dozenten 				
4	Lehrsprachen				
	<ul style="list-style-type: none"> Deutsch/Englisch 				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	<ul style="list-style-type: none"> siehe Prüfungsordnung 				
6	Prüfungsformen				
	<ul style="list-style-type: none"> Kolloquium 				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten				
	<ul style="list-style-type: none"> bestandene Modulprüfung 				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)				
	<ul style="list-style-type: none"> keine 				
9	Stellenwert der Note für die Endnote				
	<ul style="list-style-type: none"> Note geht mit 8% ein. 				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende				
	<ul style="list-style-type: none"> Lehrende der Angewandten Chemie 				
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen				
	<ul style="list-style-type: none"> keine 				

Teil 2 – Ergänzungsmodule

Ergänzende Modulangebote

Semester	Modul	Name	ECTS	SWS	Lehr- sprache
SoSe					
	2.3a	Qualitätsmanagement	3	2	D
WiSe					
	2.3b	Verfahrens- und Anlagensicherheit	3	2	D

Qualitätsmanagement					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
2.3a	90 h	3 LP	1. oder 2. Semester	SoSe	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Seminar 2 SWS		2 SWS / 30 h	Vor- und Nachbereitung 60 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • die Grundsätze des Qualitätsmanagements zur Erlangung von Kundenzufriedenheit praktisch anwenden. • prozess- statt produktorientiert agieren, indem Prozesse aus Produktion und Dienstleistung im Team mit geeigneten Kommunikationstechniken identifiziert, beschrieben, analysiert und bewertet werden. 				
2	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Qualität: Kundenanforderung, Qualitätssicherung, Qualitätsmanagement, Audit und Zertifizierung an Hand ISO 9000 • QM-Systeme: DIN EN ISO 9000 (kurz ISO 9000), TQM (Total Quality Management), KVP (Kontinuierlicher Verbesserungsprozess), Kaizen (Veränderung zum Besseren), Six Sigma (Null-Fehler-Modell) • Prozessverständnis: Six Sigma, Deming- und DMAIC-Zyklus, SIPOC, Process Map, Cause&Effect-Matrix, FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) • Prozessfähigkeit: Prozessfähigkeitsindizes, Statistische Prozesskontrolle (Regelkarten) • Messsystemanalyse: Variable und attributive Daten • Lean Management: Push- und Pull-Produktion, 6 Ms als Ursache von Variation, House of Lean – Toyota Production System, 5 Prinzipien von Lean, 8 Arten von Verschwendung und Ausschuss, 5 S von Lean • Change Management • Engpassanalyse • Entscheidungstheorie 				
3	Lehrformen <ul style="list-style-type: none"> • seminaristischer Unterricht und Übungen • Erarbeitung der Modulinhalte in Selbststudium und Gruppenarbeit 				
4	Lehrsprachen <ul style="list-style-type: none"> • Deutsch 				
5	Teilnahmevoraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • keine 				

6	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none">• mündliche Prüfung
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none">• bestandene Modulprüfung
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none">• Kann z. B. als Teil des Wahlmoduls (50% Anteil) oder als Zusatzmodul belegt werden.
9	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none">• keine Note
10	<u>Modulbeauftragte/r</u> und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none">• Dr. P. Bell, Prof. Dr. M. Eisenacher
11	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <i>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</i> <ul style="list-style-type: none">• Töpfer, A., <i>Six Sigma: Konzeption und Erfolgsbeispiele für praktizierte Null-Fehler-Qualität</i>, Springer• Rath und Strongs <i>Six Sigma Pocket Guide, Werkzeuge zur Prozessverbesserung</i>, TÜV-Media• Lunau, St. (Hrsg.), <i>Six Sigma + Lean Tool Set</i>, Springer

Verfahrens- und Anlagensicherheit					
Modulnummer	Workload	Credits	Studien-semester	Häufigkeit des Angebots	Dauer
2.3b	90 h	3 LP	2. oder 1. Semester	WiSe 2015/2016	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Geplante Gruppengröße	
a) Seminar 2 SWS		2 SWS / 30 h	Vor- und Nachbereitung 60 h	24 Studierende	
1	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • zur Verbesserung der Verfahrens- und Anlagensicherheit mit den Methoden der Gefährdungsbeurteilung und -bewertung (Process Hazard Analysis) technische Risiken vornehmlich in der chemischen Industrie ermitteln, sowie • geeignete Gegenmaßnahmen in den Bereichen Explosionsschutz, Gefahren bei chemischen Reaktionen (mit Schwerpunkt thermische Stabilität), Beherrschung chemischer Reaktionen mit Mitteln der Prozessleittechnik und Druckentlastungseinrichtungen ableiten bzw. entwickeln. 				
2	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Risikobetrachtung • Grundzüge zur Anwendung des PAAG-Verfahrens • Grundlagen des Explosionsschutzes <ul style="list-style-type: none"> ○ Methoden zur Ermittlung von explosionschutztechnischen Zonen ○ Methoden zur Ermittlung von wirksamen Zündquellen ○ Übung: Beurteilung von Messungen und Anwendung auf ein konkretes Beispiel mit dem Ziel der Aufstellung eines Sicherheitskonzeptes • Methoden zur Ermittlung sicherheitstechnischer Kenngrößen • Übung: Beurteilung von Messungen und Anwendung auf ein konkretes Beispiel mit dem Ziel der Aufstellung eines Sicherheitskonzeptes • Methoden zur Druckentlastung incl. Anwendung von prozessleittechnischen Maßnahmen 				
3	Lehrformen <ul style="list-style-type: none"> • seminaristischer Unterricht und Übungen • Erarbeitung der Modulinhalte in Selbststudium und Gruppenarbeit 				
4	Teilnahmevoraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • keine 				

5	Prüfungsformen <ul style="list-style-type: none"> • mündliche Prüfung
6	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • bestandene Modulprüfung
7	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none"> • Kann z. B. als Teil des Wahlmoduls (50% Anteil) oder als Zusatzmodul belegt werden.
8	Stellenwert der Note für die Endnote <ul style="list-style-type: none"> • Keine Note
9	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende <ul style="list-style-type: none"> • R. Hufschmidt (Lehrbeauftragter), Dr. M. Schriewer (Lehrbeauftragter), <u>Prof. Dr. J. Wilkens</u>
10	Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen <i>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</i> <ul style="list-style-type: none"> • Crawl, D.A.; Lonvar, J.F.: Chemical Process Safety, Prentice Hall, 1990 • Kuhlmann, A.: Einführung in die Sicherheitswissenschaft, 2. Auflage, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 2000 • Lees, F. P.: Loss Prevention in the Process Industries Vol. 1 & 2, John Wiley & Sons, New York & Toronto, 2005 • Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Plant and Process Safety, Chapt. 1: Safety Problems in Chemical Plants, 6th ed., 2000 Electronic Release, Wiley-VCH, Weinheim, 1999 • Steinbach, J.: Chemische Sicherheitstechnik, Verlag Chemie, 1995

Studienplan Beginn Sommersemester

Modul	Name	ECTS	SWS	Lehrsprache
1. Semester				
1.1	Angewandte Übergangsmetallchemie	3(6)	2	E
1.2	Prozessanalysetechnik und Prozessentwicklung	6	4	E
1.3	Praktikum Moderne Chemische Technologien	2(4)	2	D
1.4	Grüne Chemie und Wasser- und Umweltchemie	6	4	D
1.5	Praktikum Grüne Chemie	2(4)	2	D
1.6	Physikalische Chemie der Polymere und Anorganische Materialien	6	4	E
1.7	Praktikum Materialchemie	2(5)	2	D
2.3	Wahlmodul	3(6)	2	D/E
<i>Summe</i>		30	22	
2. Semester				
2.1	Biotechnologie und Bioraffinerie	6	4	E
2.2	Polymere Materialien und Polymere Kolloide	6	4	D
2.3	Wahlmodul	3(6)	2	D/E
2.4	Projektpraktikum	5	4	D/E
1.1	Moderne Synthesemethoden	3(6)	2	E
1.3	Praktikum Moderne Chemische Technologien	2(4)	2	D
1.5	Praktikum Grüne Chemie	2(4)	2	D
1.7	Praktikum Materialchemie	3(5)	2	D
<i>Summe</i>		30	22	
3. Semester				
3.1	Masterarbeit	24		D/E
3.2	Masterseminar	3	2	D/E
3.3	Masterkolloquium	3		D/E
<i>Summe</i>		30		

Studienplan Beginn Wintersemester

Modul	Name	ECTS	SWS	Lehrsprache
1. Semester				
1.1	Moderne Synthesemethoden	3(6)	2	E
1.3	Praktikum Moderne Chemische Technologien	2(4)	2	D
1.5	Praktikum Grüne Chemie	2(4)	2	D
1.7	Praktikum Materialchemie	3(5)	2	D
2.1	Biotechnologie und Bioraffinerie	6	4	E
2.2	Polymere Materialien und Polymere Kolloide	6	4	D
2.3	Wahlmodul	3(6)	2	D/E
2.4	Projektpraktikum	5	4	D/E
<i>Summe</i>		30	22	
2. Semester				
1.1	Angewandte Übergangsmetallchemie	3(6)	2	E
1.2	Prozessanalysetechnik und Prozessentwicklung	6	4	E
1.3	Praktikum Moderne Chemische Technologien	2(4)	2	D
1.4	Grüne Chemie und Wasser- und Umweltchemie	6	4	D
1.5	Praktikum Grüne Chemie	2(4)	2	D
1.6	Physikalische Chemie der Polymere und Anorganische Materialien	6	4	E
1.7	Praktikum Materialchemie	2(5)	2	D
2.3	Wahlmodul	3(6)	2	D/E
<i>Summe</i>		30	22	
3. Semester				
3.1	Masterarbeit	24		D/E
3.2	Masterseminar	3	2	D/E
3.3	Masterkolloquium	3		D/E
<i>Summe</i>		30		