

M.Sc. Angewandte Chemie

Modulhandbuch

STAND 10.11.2025

Inhalt

Digitale Chemie und statistische Versuchsplanung.....	1
Projektarbeit (I bzw. II).....	4
Nachhaltige Zukunftstechnologien.....	6
Surface Science.....	10
Umwelt und Recht.....	13
Masterarbeit.....	17
Bioorganische Chemie	20
Spezielle Gebiete der Organischen Chemie	22
Projekt Moderne Organische Synthese.....	24
Chemie der Tenside und Wissenschaftskommunikation	26
Fortgeschrittene Makromolekulare Chemie	29
Fortgeschrittenenseminar Angewandte Organische Chemie	32
Projekt Entwicklung von nachhaltigen Tensidformulierungen	34
Projekt Fortgeschrittene Makromolekulare Synthese	36
Kosmetika, Reinigungs- und Waschmittel und OC-Anwendungstechnik.....	38
Projekt Kosmetik Anwendungstechnik.....	41
Weiße Biotechnologie	44
Projekt Weiße Biotechnologie	46
Pharmazeutische Biotechnologie	48
Zell- und Systembiologie	51
Bioanalytik	53
Projekt Aktuelle Themen der Biotechnologie	56
Projekt Enzymtechnologie.....	58
Enzymologie und Anlagenplanung	60
Projekt Biomolekulares Design.....	65
Spezielle Methoden der Instrumentellen Analytik 1.....	67
Ausgewählte Kapitel der Instrumentellen Analytik (AKIA).....	71
Projekt Spezielle Methoden der Instrumentellen Analytik 1	74
Anwendungen der Spektroskopie in der Instrumentellen Analytik (ASIA)	78
Hauptseminar Instrumentelle Analytik	81
Spezielle Methoden der Instrumentellen Analytik 2.....	85
Projekt Spezielle Methoden der Instrumentellen Analytik 2	88
Projekt Probenahme	91

Umweltschutzanalytik (USA)	93
Projekt Umweltschutzanalytik	95
Biotechnologische Prozessoptimierung	97
Chemie und Energie	99
Chemie und Geisteswissenschaften.....	103
Fortgeschrittene Chemische Verfahrenstechnik.....	108
Grüne Chemie.....	112
Labormanagement	115
Mathematische Modelle und Optimierung	118
Nanotechnologie	124
Toxikologie	127
Umweltverfahrenstechnik	129

Allgemeine Hinweise:

- Dauer der Module:
Alle Module erstrecken sich jeweils über ein Semester.

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Digitale Chemie und statistische Versuchsplanung				
Code-Nr.	2600				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Allgemeines Modul / Wahlpflicht ²				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Schmitz				
Dozent:in	Prof. Dr. Schmitz				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Digitale Chemie und statistische Versuchsplanung	2	2		
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Mathematik Vorlesungen der Bachelorveranstaltungen, Digitale Chemie I und II				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden sind in der Lage eine praktische Fragestellung chemischer Systeme oder Prozesse in Versuchspläne zu übersetzen und mit Methoden der Chemometrie zur Prüfung von Hypothesen oder der Berechnung von Effekten und Signifikanz von Parametern auszuwerten.				
[Womit]	Die statistischen Analyseverfahren, Modellierungen sowie die graphischen Darstellungen sollen mit Hilfe von				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

² Es müssen drei Module aus den vier angebotenen Modulen: „Digitale Chemie und statistische Versuchsplanung“, „Nachhaltige Zukunftstechnologien“, „Umwelt und Recht“, „Surface Science“ absolviert werden.

	Tabellenkalkulationen in Excel, der Programmierung in Python und DoE-Software realisiert werden.
[Wozu]	Chemische Systeme, Vorgänge und Prozesse können mit Hilfe der statistischen Verfahren entweder durch Planung von Laborversuchen oder existierenden Prozessdaten bewertet und optimiert werden.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Verteilungsfunktionen • Vertrauensintervalle • Testen von Hypothesen, Fehler 1. und 2. Art • einfache Varianzanalyse • Signifikanzüberprüfung • Ausreißertest • Ermittlung des Versuchsumfangs und Bestimmungsgrenzen • Konstruktion von linearen und nichtlinearen Versuchsplänen • Modellierungs- und Regressionsmethoden für Versuchspläne und Datenreihen • Grundlagen der Machine-Learning Anwendungen für die Modellierung in Python • Auswertung von Versuchsplänen mittels Varianzzerlegung • Überprüfung der Validität von Modellen und Residuenanalyse • Sensitivitätsanalysen linearer und nichtlinearer Modelle
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 90-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung unter Anwendung der in den Vorlesungen und Seminaren genutzten Computersoftware.</p> <p>Testat*: Testat zur Bearbeitung und Präsentation von Computerauswertungen</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Übungen, Power-Point aus der Vorlesung und Skript
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • K. Siebertz, D. van Bebber, T. Hochkirchen, <u>Statistische Versuchsplanung: Design of Experiments (DoE)</u>, Springer, Heidelberg 2010. • T. C. Stocker, I. Steinke, Statistik: Grundlagen und Methodik, De Gruyter, Oldenburg 2022 • W. Kleppmann, Versuchsplanung: Produkte und Prozesse optimieren, Carl Hanser Verlag, Oldenburg 2020 • E. Reh, Chemometrie: Grundlagen der Statistik, Numerischen Mathematik und Softwareanwendung in der Chemie, de Gruyter, Berlin 2017

	<ul style="list-style-type: none"> • B. Klein, Numerisches Python: Arbeiten mit NumPy, Matplotlib und Pandas, Carl Hanser Verlag, München 2023 • A. Pajankar, A. Joshi, Hands-on Machine Learning with Python: Implement Neural Network Solutions with Scikit-Learn and PyTorch, Apress, New York 2022
--	--

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Projektarbeit (I bzw. II)				
Code-Nr.	2620 bzw. 2680				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen					
Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Angewandte Chemie / Pflichtmodul				
Angebotshäufigkeit	Jedes Semester				
Modulverantwortliche(r)	Alle Professor:innen des Fachbereichs Chemie				
Dozent:in	Alle Professor:innen des Fachbereichs Chemie				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Projekt			5	
	Masterseminar				1
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	15	75	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen					
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden können konkrete Fragestellungen aktueller Forschungs- und Entwicklungsthemen strukturiert und selbstorganisiert unter Anwendung von Projektmanagementmethoden kreativ lösen. Sie können die erzielten experimentellen Ergebnisse analysieren, bewerten und in wissenschaftlicher Weise schriftlich und mündlich präsentieren. Zudem können sie konstruktive Beiträge für die Diskussion aktueller wissenschaftlicher Themen formulieren.				
[Womit]	Das Modul bietet den Studierenden vor der Masterarbeit die Möglichkeit, ein abgegrenztes, dem Kenntnisstand der Studierenden angemessenen Fragestellungen der aktuellen Forschung und Entwicklung der Angewandten Chemie selbständig aber unter Betreuung zu bearbeiten.				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

[Wozu]	Das Projektmodul vertieft die Fähigkeit zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten im Fachgebiet und verstärkt die benötigte Kreativität, Lösungsfähigkeit und Resilienz der Studierenden für die Masterarbeit und eine zukünftige berufliche Tätigkeit.
Inhalt	In der Projektarbeit bearbeiten die Studierenden unter Anleitung, aber weitestgehend selbstständig, eine Problemstellung aus einem aktuellen Forschungsthema vertiefend theoretisch und experimentell. Zudem muss das Masterseminar besucht werden.
Studien- und Prüfungsleistungen	Benoteter schriftlicher Projektbericht (ca. 10-40 Seiten) und benoteter Vortrag (ca. 20 min.) Notengewichtung: Projektbericht : Vortrag = 1 : 1 Testat: Testat über die Teilnahme am Masterseminar ist grundsätzlich verpflichtend. Dabei gilt als an einem Termin teilgenommen, wenn dieser mindestens 75 von 90 min besucht wurde.
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitschriftenliteratur, Bücher, Patentschriften aus den Themengebieten • Die Literatursuche ist Bestandteil des Projektes

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Nachhaltige Zukunftstechnologien				
Code-Nr.	2640				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen	Bioökonomie und biobasierte organische Chemie, Bioraffinerien, Smart Materials & Sustainability				
Zuordnung zum Curriculum	Allgemeines Modul / Wahlpflicht ²				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Reza Saadat				
Dozent:in	Prof. Dr. Reza Saadat, Prof. Dr. Uta Bergstedt, Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Sprache	Deutsch/Englisch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Bioökonomie und biobasierte organische Chemie; Bioraffinerien	2			-
	Smart Materials & Sustainability	-			2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	-				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Smart Materials & Sustainability: Die Studierenden stellen aus den unten genannten Themen mit Hilfe des Dozenten einen Vortrag zusammen, welcher im Team von vier Studierenden vorbereitet und in dieser Konstellation auch vorgetragen wird. Sie werden komplexe Inhalte aus den genannten Themen verständlich – auch in englischer				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

² Es müssen drei Module aus den vier angebotenen Modulen: „Digitale Chemie und statistische Versuchsplanung“, „Nachhaltige Zukunftstechnologien“, „Umwelt und Recht“, „Surface Science“ absolviert werden.

	<p>Sprache – vor einem Auditorium wiedergeben.</p> <p>Bioökonomie und biobasierte OC: Die Studierenden erhalten einen Überblick über grundlegende Konzepte, biogene und nichtbiogene Rohstoffe, Stoffströme und Produktionsketten sowie Forschung in der Bioökonomie.</p> <p>Bioraffinerien: Die Studierenden erarbeiten den möglichen Einsatz verschiedener nachwachsender Rohstoffe in Bioraffinerien. Dabei lernen sie unterschiedliche Konzepte von Bioraffinerien kennen.</p>
[Womit]	<p>Smart Materials & Sustainability: Sie beschäftigen sich mit einem selbstausgesuchten Thema, recherchieren selbstständig und diskutieren ihre Erkenntnisse vorab mit dem Dozenten. Im Anschluss konzipieren sie einen Vortrag, den sie vor einem Auditorium halten.</p> <p>Bioökonomie und biobasierte OC: Die Plattformchemikalien, biobasierten Spezialchemikalien und Wertschöpfungsketten werden durch Fallbeispiele aus der Industrie vorgestellt. Die grundlegenden Konzepte, betroffenen Sektoren und Stakeholder der Bioökonomie werden in Diskussionen erarbeitet und vertieft.</p> <p>Bioraffinerien: Die Gruppen von unterschiedlichen nachwachsenden Rohstoffen werden vorgestellt und ihr Einsatz in Bioraffinerien diskutiert und bewertet.</p> <p>Unterschiedliche Bioraffinerie-Anlagen werden anhand von Fallbeispielen aus Forschung und Industrie analysiert und bewertet.</p>
[Wozu]	<p>Smart Materials & Sustainability: Die Studierenden erarbeiten Sachverhalte, werten diese aus, überprüfen sie auf ihre Plausibilität unter Aspekten der Nachhaltigkeit zur Diskussion. Sie würdigen kritisch das Ergebnis in der Gruppe und ziehen Schlüsse aus den Resultaten, wobei auch weiterführende Ideen/Konzepte erschlossen und kommuniziert werden sollen.</p> <p>Bioökonomie und biobasierte OC: Die Studierenden sollen befähigt werden, grundlegende Konzepte der Bioökonomie und der zirkulären Wertschöpfung kritisch zu würdigen, ausgewählte Wertschöpfungsketten der biobasierten organischen Chemie zu beurteilen und die Bedürfnisse wichtiger Stakeholder voneinander zu differenzieren. Bioraffinerien: Die Studierenden lernen grundlegende Konzepte die Umwandlung von nachwachsenden Rohstoffen in verschiedene Produkte kennen und die damit verbundenen Prozesse zu analysieren. Sie werden</p>

	befähigt verschiedene Konzepte von Bioraffinerien zu diskutieren und kritisch einzuschätzen.
Inhalt	<p>Smart Materials & Sustainability:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Materialien • eigenschaftsverändernde Materialien • Multi-Material-Mix Bauteile • Recyclingfähigkeit von Materialien • aktuelle und zukünftige Substitution von Materialien, Materialien im ESG Standard <p>Bioökonomie und biobasierte OC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konzepte der Bioökonomie • Sektoren und Anwendungsfelder der biobasierten Ökonomie • Biogene und nichtbiogene Rohstoffe • Chancen und Grenzen biobasierter Prozesse • Stoffströme und Produktionsketten biobasierter organischer Chemikalien (beispielhaft) • Bioökonomie: Markt und gesellschaftliche Einordnung • Erforschung und Anwendung biobasierter Produkte <p>Bioraffinerien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffe für Bioraffinerien • Stand der Technik, Prozesse und Technologien für Bioraffinerien • verschiedene Bioraffinerie-Konzepte • Systematik von Bioraffinerien • Produkte aus Bioraffinerien und deren Markt • Bioraffinerie-Wertschöpfungskette versus petrochemische Wertschöpfungskette • Zukunftsperspektive von Bioraffinerien
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 60-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung und Übungen und benoteter 30-minütiger Seminarvortrag.</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Power-Point aus der Vorlesung und Skript in elektronischer Form
Literatur:	<p>Smart Materials & Sustainability:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kulkarni. S.K.: Nanotechnology: Principles and Practices, 3. Aufl., Springer Verlag, 2015. • Hollemann-Wiberg: Lehrbuch der anorganischen Chemie, Fortführung durch N. Wiberg, 102. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin, 2007. <p>Bioökonomie und biobasierte OC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pietzsch, J. (Hrsg.): Bioökonomie für Einsteiger, Springer Spektrum, 2017

	<ul style="list-style-type: none"> • Türk, O.: Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Springer, Vieweg, 2014 • Grefe, Ch.: Global Gardening: Bioökonomie – Neuer Raubbau oder Wirtschaftsform der Zukunft?, Kunstmann, 2016 • Ulber, R., Sell, D., Hirth, Th. (Editor): Renewable Raw Materials: New Feedstocks for the Chemical Industry, Wiley-VCH, 2011 • Kabasci, S., Stevens, Ch. (Herausgeber): Bio-based Plastics, Wiley & Sons, 1. Auflage 2013 • Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 (BMBF) <p>Bioraffinerien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clark, J.H., Deswarte, F. (Herausgeber): Introduction to Chemicals from Biomass, Wiley & Sons, 2. Aufl. 2015 • Aresta, M, Dibenedetto, A., Dumeignil, F. (Editors): Biorefinery: From Biomass to chemicals and fuels, De Gruyter 2022 • Behr, A., Seidensticker, T.: Einführung in die Chemie nachwachsender Rohstoffe, Springer Verlag 2018
--	--

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Surface Science				
Code-Nr.	2630				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Allgemeines Modul / Wahlpflicht ²				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andreas Roppertz				
Dozent:in	Prof. Dr. Karlheinz Graf, Prof. Dr. Andreas Roppertz				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Kolloid-und Grenzflächen-chemie	1			1
	Oberflächenanalytik	1			1
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Mathematikmodule des Bachelorstudiums, Thermodynamische Größen und Zusammenhänge aus der Physikalischen Chemie				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden sollen die kolloidchemischen Grundlagen und Grenzflächenphänomene verstehen und einordnen lernen und unterschiedliche spektroskopische Analysetechniken und Prinzipien gegenüberstellen.				
[Womit]	Anhand der Anwendung und Einübung physikochemischer Modelle auf reale Grenzflächenszenarien werden die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge quantifiziert, vertieft und diskutiert. Anhand konkreter Fragestellungen aus der Praxis werden die Studierenden				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

² Es müssen drei Module aus den vier angebotenen Modulen: „Digitale Chemie und statistische Versuchsplanung“, „Nachhaltige Zukunftstechnologien“, „Umwelt und Recht“, „Surface Science“ absolviert werden.

	angehalten, selbständig über das geeignetste Analyseverfahren zu entscheiden.
[Wozu]	Die Beschäftigung mit den physikochemischen Grundlagen von Grenzflächen und ihrer Analytik ermöglicht die Beurteilung von Herstellungs- und Anwendungsprozessen in der Praxis, bei denen Oberflächen eine Rolle spielen, wie z. B. bei Beschichtungen, sowie die Identifizierung von Stabilitätsproblemen in Produkten wie Lacken, Schmierstoffen und Kosmetika. Dies führt zu einer fundierten Optimierung solcher Prozesse und Produkte in der Praxis, die eine Einsparung von natürlichen und monetären Ressourcen ermöglicht.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Ober- und Grenzflächenspannung von Flüssigkeiten und Festkörpern • Benetzung von Festkörpern: ideal / nicht ideal • Thermodynamik der Grenzflächen • Kolloide, Emulsionen, Schäume und dünne Filme • Invasive und nicht-invasive Oberflächenmethoden • Gas/Feststoff-Wechselwirkung zur Charakterisierung von Oberflächen • Mikroskopische Methoden (Licht-, Elektronen-, Rasterkraftmikroskopie) • Spektroskopische Methoden (UV/VIS, Raman- und IR-Spektroskopie, XPS) • Röntgendiffraktometrie • Sekundärelektronenmassenspektrometrie • Temperaturprogrammierte Sorptionsmethoden
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 90-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung und Übungen oder 45-minütige mündliche Prüfung</p> <p>Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters festgelegt.</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Übungen, Power-Point-Folien aus der Vorlesung
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • H.-J. Butt, K. Graf, M. Kappl, Physics and Chemistry of Interfaces, 4. Aufl. (oder 3.), Wiley-VCH, Weinheim 2023. • J. N. Israelachvili, Intermolecular and Surface Forces, 3. Aufl., Academic Press, Amsterdam 2015. • A. W. Adamson, A. P. Gast, Physical Chemistry of Surfaces, 6. Aufl., Wiley India, 1997. • D. Myers, Surfaces, Interfaces, and Colloids: Principles and Applications, Wiley, New York 1999.

	<ul style="list-style-type: none"> • P. W. Atkins, Physikalische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim 2013. • G. Wedler, Freund, H.J., Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley-VCH, Weinheim 2013. • L. Yeng, Materials Characterization, 2. Aufl. Wiley-VCH Weinheim, 2013 • D.A. Skoog, J.J. Leary, Instrumentelle Analytik 1. Auflage, Springer-Verlag Berlin, 1996
--	---

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Umwelt und Recht				
Code-Nr.	2650				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Allgemeines Modul / Wahlpflicht ²				
Angebotshäufigkeit	Jedes Semester				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Dirk Ebling				
Dozent:in	Prof. Dr. Michael Dornbusch, Dr. Dirk Ebling				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Luftreinhaltung	2	0	-	-
	REACH				2
	.				
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	-				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden erwerben theoretische und praxisbezogene Kenntnisse über die chemischen Zusammenhänge von Schadstoffentstehung, Ausbreitung und Wirkung auf die Umwelt. Sie kennen, erinnern und verstehen allgemeine Grundbegriffe, Formalismen und analytische Methoden zur Bestimmung von Schadstoffen und moderner Minderungstechniken für ausgewählte Schadstoffe kennen, insbesondere im Hinblick auf die gesetzlichen Vorgaben und sind in der Lage, die behandelten Prozesse und Apparate in der Betriebspraxis				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

² Es müssen drei Module aus den vier angebotenen Modulen: „Digitale Chemie und statistische Versuchsplanung“, „Nachhaltige Zukunftstechnologien“, „Umwelt und Recht“, „Surface Science“ absolviert werden.

	<p>zu differenzieren, auszuwählen, anzuwenden, mitzugestalten, einzusetzen, zu übertragen und ggf. zu überwachen. Die Studierenden kennen, verstehen und beurteilen Messmethoden, erlernen, analysieren und bewerten den Einsatz von Messtechnik und ihre (Fehler-) Grenzen. Die Studierenden verstehen die gesamtheitliche Betrachtung aller Aspekte zur Vermeidung von Luftschadstoffen unter Berücksichtigung der gesetzlichen Grundlagen des Immissionsschutzes. Sie haben einen umfassenden Überblick über die internationalen Übereinkommen und europäischen Richtlinien/Verordnungen zum Schutz der Umwelt. Sie kennen die neuen Verordnungen zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (GHS/CLP und REACH) einschl. der fachlichen Methoden zur Beurteilung von Chemikalien. REACH: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der europäischen Chemikalienrechtsprechung und können Stoffe hinsichtlich der rechtlichen Gegebenheiten einordnen. Sie können politische, rechtliche, toxikologische und gesellschaftliche Aspekte zu einem Stoff bewerten und daraus einen Standpunkt erzeugen, den Sie darstellen und verteidigen können.</p>
[Womit]	<p>Indem sie wichtige Anforderungen aus dem Bundesimmissionsschutzgesetz kennen- bzw. anwenden und auslegen lernen. Durch die Einführung und Anwendung in essenzielle Messmethoden, das Aufzeigen von Auswirkungen von Emissionen auf Klima und Umwelt, sowie die Dimensionierung und Bestimmung der Leistungsfähigkeit von Luftreinhaltsmaßnahmen wird die Fähigkeit zur experimentell-ingenieurmäßigen Arbeiten im Bereich der Luftreinhaltung geschult und das Durchschauen chemisch-technischer Zusammenhänge sowie das Übertragen auf Beispielfälle erweitert. Die Studierenden erarbeiten sich einen Überblick über das aktuelle europäische und deutsche Chemikalienrecht und üben, Stoffe und deren rechtliche Situation einzuordnen. Sie erlernen, einen Stoff zu registrieren und deren mögliche Verwendung im europäischen Raum unter Beachtung der Expositionsszenarien abzuschätzen. REACH wird in allen seinen Aspekten präsentiert und durch einen Vortrag indem ein Stoff bzw. Stoffgruppe exemplarisch vorgestellt wird, geübt. Die Grundlagen der Toxikologie werden an zahlreichen Beispielen erläutert und geübt.</p>
[Wozu]	<p>Die Studierenden erwerben damit die notwendigen Kenntnisse, um an ihren zukünftigen Arbeitsplätzen in der chemischen Industrie, Forschungseinrichtungen und</p>

	<p>Hochschulen die Verwirklichung einer prozessoptimierten, effizienten, energie- und ressourcensparenden, gesetzeskonformen Equipment- und Anlagengestaltung beurteilen zu können sowie durch sicheres, wirtschaftliches Arbeiten umweltgerechte Produktionsprozesse zu gewährleisten. Sie werden befähigt, mit Standards und Normen zu arbeiten sowie Anträge für Luftreinigungsmaßnahmen zu lesen und zu erstellen. Auch beherrschen Sie die im Berufsalltag erforderlichen Prinzipien der Abluftreinigungsmaßnahmen und können prozessbezogen die richtige Messtechnik auswählen. Die Studierenden werden in der Lage sein, wissenschaftliche Erkenntnisse auf konkrete Problemstellungen und Sachverhalte selbständig zu übertragen, das Risiko chemischer Substanzen zu bewerten, darzustellen und zu präsentieren. Beitrag der Veranstaltung zu den Schwerpunktthemen des Fachbereiches: Chemie 4.0, Oberflächen und Nachhaltigkeit. REACH ist Grundlage jedes unternehmerischen Handelns in der chemischen Industrie und somit auch Grundlage von F+E Projekten in der Industrie. Prognose Fähigkeiten zur Zukunft von Chemikalien im Rechtsraum sind wichtig, um Entwicklungen zu starten oder abzubrechen.</p>
Inhalt	<p>Luftreinhaltung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesetzestexte (z.B. aus „http://www.gesetze-im-internet.de/aktuell.html“) □ Quellen von Luftschadstoffen und deren Bedeutung □ Besprechung der relevanten Luftschadstoffe und deren Wirkungen □ Emission und Immission • Analytische Bestimmung ausgewählter Luftschadstoffe □ Minderungstechniken <p>REACH</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begriffe • Registrierung • SIEF • Risikobeurteilung • SVHC Prozess • REACH im Recycling • REACH und Polymere • CLP-VO und REACH
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete bis zu 60-minütige schriftliche Modulprüfung oder 60-minütige mündliche Modulprüfung oder benotete Studien- oder Hausarbeit (10-30 Seiten) oder 20-minütiger</p>

	<p>Vortrag gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung.</p> <p>Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters festgelegt.</p> <p>REACH Testat (Seminarvortrag) Vortrag (20 Minuten) zur rechtlichen, gesellschaftlichen, toxikologischen und politischen Situation eines Stoffes.</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	<p>Unterlagen und Power-Point aus der Vorlesung werden digital zur Verfügung gestellt.</p>
Literatur:	<p>Luftreinhaltung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesetzestexte (z.B. aus „http://www.gesetze-im-internet.de/aktuell.html") • <u>Fachwissen Umwelttechnik, Thomas Dietrich, Europa, 2011</u> • Taschenbuch der Umwelttechnik, Karl Schwister, Hanser, 2009 • Umwelt Technik – kompakt, Klaus Helling, Klett, 2008 • Basiswissen Umwelttechnik, Matthias Bank, Vogel, 2006 • K.Görner u. K.Hübner, Hütte Umweltschutztechnik, Springer Verlag (1999) • Umweltschutz in der Praxis, Fritz Baum, Oldenbourg, 1997 <p>REACH</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesetzestexte (z.B. aus „umwelt-online.de“ (Lizenzabkommen) und erläuternde Kommentare/Texte (z.B. aus Websites des BMU, UBA, BG Chemie, Wikipedia etc.) • <u>M. Führ, Praxishandbuch REACH, Carl Heymanns Verlag, 2011</u> • Peter-Christoph Storm, Umweltrecht (UmwR), Verlag Beck, neueste Auflage <p>•</p>

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Masterarbeit				
Code-Nr.	-				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen					
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtmodul				
Angebotshäufigkeit	Jedes Semester				
Modulverantwortliche(r)	Alle Professor:innen des Fachbereichs Chemie				
Dozent:in	Alle Professor:innen und Lehrbeauftragte des Fachbereichs Chemie				
Sprache	Deutsch/englisch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
		500	250		
Kreditpunkte	30 CP (davon 25 CP für die schriftliche Masterarbeit und 5 CP für das Kolloquium)				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zur Masterarbeit: mind. 80 CP siehe §§ 20 				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

	einschlägige wissenschaftliche Literatur recherchieren, sorgfältig auswerten, Lösungsstrategien entwickeln, Untersuchungen zur Problemlösung durchführen, diese methodisch auswerten, die Ergebnisse dokumentieren und schließlich in einem Bericht sowie einem Vortrag (Kolloquium) präsentieren. Hierbei sollen die erhaltenen Ergebnisse zusammengefasst, bewertet und diskutiert werden.
[Wozu]	um später in akademischen und berufspraktischen Zusammenhängen eigenständig auf entsprechende wissenschaftliche und fachpraktische Problemstellungen eingehen und diese lösen zu können.
Inhalt	<p>Wissenschaftlich anspruchsvolle Aufgabenstellung aus den Fachgebieten der Schwerpunktbereiche des Fachbereichs Chemie.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ detaillierte Literaturarbeit ✓ Entwicklung von Arbeitskonzepten ✓ tägliche Arbeitsplanung ✓ Teamarbeit in einer Arbeitsgruppe ✓ Ergebniszusammenfassung und kritische Ergebnisbewertung ✓ wissenschaftliche Dokumentation der Arbeiten, unter Verwendung moderner Darstellungsmethoden. <p>Die Durchführung der Masterarbeit außerhalb der Hochschule Niederrhein (Industrie, Forschungsinstitute) ist nach Absprache möglich.</p>
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Die wissenschaftlichen Arbeiten werden in einer schriftlichen Masterarbeit niedergelegt. Die Masterarbeit wird durch zwei PrüferInnen bewertet. Die Ergebnisse der Arbeit werden in einem Kolloquium mit nachfolgender Diskussion vorgestellt. Das Kolloquium wird als mündliche Prüfung durchgeführt und von den Prüfern der Masterarbeit gemeinsam bewertet.</p> <p>Die Bearbeitungszeit der Masterarbeit beträgt 6 Monate. Der Umfang des schriftlichen Teils der Masterarbeit soll in der Regel 40 DIN-A4-Seiten nicht unterschreiten und 140 DIN-A4-Seiten nicht überschreiten</p> <p>Näheres regelt die "Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Angewandte Chemie an der Hochschule Niederrhein"</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitschriftenliteratur, Bücher, Patentschriften aus den Themengebieten • Die Literatursuche ist Bestandteil der Masterarbeit • Hans Friedrich Ebel, Claus Bliefert (2009) „Bachelor-, Master- und Doktorarbeit: Anleitungen für den

	naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchs“, Wiley-VCH.
--	--

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Bioorganische Chemie				
Code-Nr.	2790				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	Arzneimittel Naturstoffe				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Angewandte Organische Chemie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Lindemann				
Dozent:in	Prof. Dr. Lindemann				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Arzneimittel	2	-	-	-
	Naturstoffe	2	-	-	-
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse der Organischen Chemie aus einem vorangegangenen Bachelor-Studium.				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen der chemischen Struktur von Wirkstoffen und ihrer Wirkung in biologischen Systemen. Sie beherrschen die Ansätze zur Suche neuer Strukturen und die Entwicklung von Synthesewegen zur Herstellung von Wirkstoffen mit einer definierten Struktur,				
[Womit]	indem sie an beispielhaften Stoffklassen die wesentlichen Zusammenhänge identifizieren und diskutieren, die Synthesewege analysieren sowie bei gegebenen neuen Strukturen geeignete Synthesewege erarbeiten.				
[Wozu]	Sie können Ideen zum Auffinden neuer Strukturen entwickeln, Synthesewege für diese Strukturen planen und in der Praxis umsetzen.				

Inhalt	<p>Arzneimittel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arzneimittelentwicklung, Arzneimittelklassen • Arzneimittel, die am Nervensystem wirken: u.a. Narkotika, Hypnotika, Analgetika, Lokalanästhetika • Antibiotika: u.a. Penicilline, Cephalosporine, Tetracycline, Fluorchinolone, Carbonsäuren • Arzneimittel bei Herz-Kreislaufkrankungen: u.a. Blutdrucksenker, Lipidsenker, blutverdünnende Mittel <p>Naturstoffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aminosäuren und Peptide • Peptid-Synthese • Schutzgruppen • Methoden zur Racemat-Trennung • Enantioselektive Synthese • Alkaloide • Terpene • Steroide
Studien- und Prüfungsleistungen	Benotete 90-minütige mündliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesungen.
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Power-Point aus der Vorlesung und Skript, Übungen
Literatur:	<p><u>Arzneimittel:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Mutschler; Arzneimittelwirkungen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart</u> • <u>Auterhoff; Lehrbuch der pharmazeutischen Chemie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart</u> • <u>Kleemann; Pharmaceutical Substances, Thieme Verlag, Stuttgart</u> • <p><u>Naturstoffe:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Breitmaier, Jung; Organische Chemie, Thieme Verlag, Stuttgart</u> • <u>Nuhn; Naturstoffchemie; S.Hirzel Verlag, Stuttgart</u> • <u>Habermehl; Naturstoffchemie; Springer Verlag, Berlin</u>

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Spezielle Gebiete der Organischen Chemie				
Code-Nr.	2700				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	Metallorganische Chemie und Katalyse Spezielle Gebiete der Organischen Chemie				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Angewandte Organische Chemie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Lindemann				
Dozent:in	Prof. Dr. Lindemann				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Metallorganische Chemie und Katalyse	2	-	-	-
	Spezielle Gebiete der organischen Chemie	-	-	-	2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse der Organischen Chemie aus einem vorangegangenen Bachelor-Studium.				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden beherrschen die verschiedenen Methoden zur Herstellung metallorganischer Verbindungen, können das Reaktionsverhalten dieser Verbindungen beurteilen und setzen das Potential der metallorganischen Verbindungen bzw. Katalysatoren in der Synthesechemie ein,				
[Womit]	indem sie für gegebene Synthesaufgaben die metallorganischen Verbindung evaluieren und die geeignete identifizieren, die passende Methode zur Herstellung dieser metallorganischen Verbindung				

	auswählen und somit Synthesewege für gegebene Molekülstrukturen entwickeln.
[Wozu]	Sie können komplexe Synthesewege unter Einbeziehung des großen Potentials von metallorganischen Verbindungen und Katalysatoren entwickeln und in der Praxis umsetzen, um die Synthese von neuen Molekülstrukturen zielgerichtet zu ermöglichen.
Inhalt	<p>Elementorganische Verbindungen – Einteilung, Eigenschaften, Überblick</p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellungsmethoden im Überblick • Alkalimetallorganyle • Erdalkalimetallorganyle • Al-, Zn-, Cd-Organyle • Si-, Sn-, Pb-Organyle • Co-Organyle • Übergangsmetall-Organyle • Organometallkatalyse in Laborsynthesen • Organometallkatalyse in Produktionsverfahren
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 60-minütige mündliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung.</p> <p>Testat*: Ausarbeitung eines Themas aus dem Bereich der organischen Chemie mit erfolgreich durchgeführtem Abschlussvortrag im Rahmen des Seminars.</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. § 21 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Power-Point aus der Vorlesung und Skript, Übungen
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Elschenbroich; Organometallchemie, Teubner Verlag, Wiesbaden</u> • <u>Krause; Metallorganische Chemie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg</u> • <u>Kirchner; Organometallic Chemistry and Catalysis, Springer Verlag, Berlin</u> • <u>Wijngaarden, Industrial Catalysis, Wiley-VCH, Weinheim</u>

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Moderne Organische Synthese				
Code-Nr.	2710				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Angewandte Organische Chemie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Lindemann				
Dozent:in	Prof. Dr. Lindemann				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Moderne Organische Synthese	-	-	6	-
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	0	90	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Organisch-chemische Praktika aus einem Bachelor Studiengang				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden erstellen komplexere Synthesen unter Einbeziehung moderner Reaktionen und unter Verwendung geeigneter Aufarbeitungs- und Charakterisierungsmethoden,				
[Womit]	indem sie mehrstufige Synthesen basierend auf modernen Synthesereaktionen ausarbeiten und im Labor durchführen sowie moderne Methoden zur Aufarbeitung, Aufreinigung und Charakterisierung auswählen und bei den Syntheseschritten einsetzen,				
[Wozu]	um in Projekten, Abschlussarbeiten und dem Beruf Aufgabenstellungen im Bereich der Synthesechemie wissenschaftlich und praxisgerecht bearbeiten zu können.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none">• Durchführung mehrstufige Synthesen• Detektion des Reaktionsverlaufes z.B. mittels Dünnschichtchromatographie				

	<ul style="list-style-type: none"> • Aufreinigung der Endprodukte mittels geeigneter Methoden, z.B. Säulenchromatographie • Charakterisierung der Endprodukte mittels spektroskopischer Methoden, wie IR oder NMR
Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolioprüfung: Praktikumseingangskolloquium, Gespräche am Arbeitsplatz, Protokollrücksprache
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Unterlagen zum Praktikum als Handout bzw. PDF
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Tietze, Eicher, Diederichsen ; Reactions and Synthesis ; Verlag Wiley-VCH • Eicher, Roth ; Synthese, Gewinnung und Charakterisierung von Arzneistoffen ; Thieme Verlag • Aktuelle Zeitschriftenliteratur

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Chemie der Tenside und Wissenschaftskommunikation				
Code-Nr.	2720				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen					
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Angewandte Organische Chemie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Dozent:in	Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Sprache	Deutsch/Englisch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Chemie der Tenside	2	-	-	-
	Science Communication Unit (SCU)				2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Chemie nachwachsender Rohstoffe (B.Sc.-Modul)				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden können die verschiedenen Tenside differenzieren und deren wirtschaftliche Bedeutung einschätzen. Sie können die chemischen Strukturelemente, die Synthese-Prinzipien und die anwendungstechnischen Eigenschaften von Tensiden unterscheiden. Sie erlernen die grundlegenden Prozesse und Formen der chemiebezogenen Wissenschaftskommunikation und die Grundlagen der Konzeptionslehre				
[Womit]	indem sie die Synthesen und die damit verbundenen Eigenschaften von Tensiden aller vier Tensidklassen erlernen. Sie erstellen gemeinsam ein Kommunikationskonzept und einen Beitrag zur				

	Wissenschaftskommunikation auf Englisch. Dazu gehören neben strategischen Überlegungen auch die Auswahl und Planung geeigneter medialer Formen. Die Studierenden recherchieren und schreiben gemeinsam einen Artikel für eine Fachzeitschrift, der mit einer realen Deadline versehen ist und veröffentlicht wird. Die Studierenden lernen die aktuelle Medienlandschaft kennen
[Wozu]	um die Herstellverfahren von organischen Spezialchemikalien und kosmetischen Produkten planen und Tenside entwickeln zu können. Die Studierenden planen und erstellen einen eigenen wissenschaftlichen Beitrag, damit sie die Konzeptionslehre fallbezogen in der Wissenschaftskommunikation anwenden und Fachinformationen schriftlich auf Englisch kommunizieren können.
Inhalt	<p>Vorlesung Tenside I:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tensidklassen: Strukturen und Synthesen • Eigenschaften von Tensiden • Anwendungen von Tensiden (Überblick) • Biologischer Abbau von Tensiden • Emulsionen – theoretische Hintergründe • Wirkprinzipien von Tensid-Kombinationen <p>Seminar Science Communication (SCU):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Kommunikationsprozesse • Mediale Formen • Praxis guter Wissenschaftskommunikation • Wissenschaftsjournalismus und Fachartikel • Wissenschaftskommunikation per Internet • Umgang mit Medien und PressevertreterInnen • Kommunikationskonzepte und –strategien entwickeln • Kommunikation für Forschung und Förderung • Wissenschaft im Dialog • Aktuelle Fallbeispiele und praktische Übungen <p>Schlüsselqualifikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Problemlösungsfähigkeit ➤ Kreativität ➤ Adaptionenfähigkeit ➤ Durchhaltevermögen ➤ Digital Literacy ➤ Kollaboration ➤ Agiles Arbeiten ➤ Digital Ethics ➤ Kommunikation ➤ Teamfähigkeit ➤ Projektmanagement
Studien- und Prüfungsleistungen	Benotete mündliche Prüfung während 30 min. gemäß der Prüfungsordnung. Wertung: 100 % der Note.

	<p>Testat*: Kommunikationskonzept und Beitrag zur Wissenschaftskommunikation.</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Power-Point aus der Vorlesung und dem Seminar sowie weitere Medien auf der Moodle-Plattform.
Literatur:	<p><u>Tenside I:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stache, Kosswig: Tenside • SOFW • Firmenunterlagen <p>SCU:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Könnecker, C.: Wissenschaft kommunizieren – ein Handbuch mit vielen praktischen Beispielen, Wiley-VCH, Heidelberg, 1. Auflage 2012 • Weitze, M.-D., Heckl, W. M.: Wissenschaftskommunikation – Schlüsselideen, Akteure, Fallbeispiele, Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg, 2016 • van Dam, F., de Bakker, L. Dijkstra, A.M. (redactie): Wetenschapscommunicatie, een kennisbasis, Boom Lemma, Den Haag, 2014 (Niederländisch) = Science communication, a knowledge base, Boom Lemma, Den Haag, 2016 • Internet-Quellen (blogs, vlogs) • Div. Bücher zum wissenschaftlichen Schreiben

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Fortgeschrittene Makromolekulare Chemie				
Code-Nr.	2730				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen					
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Angewandte Organische Chemie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Veronika Strehmel				
Dozent:in	Prof. Dr. Veronika Strehmel				
Sprache	Deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Fortgeschrittene Makromolekulare Chemie	2	-	-	2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	B.Sc. Makromolekulare Chemie I, Projekt Fortgeschrittene Makromolekulare Synthese				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden können moderne Polymere aufgrund ihrer Struktur-Eigenschafts-Beziehungen für moderne Anwendungsgebiete gezielt auswählen und können moderne Methoden der Polymersynthese und der chemischen Modifizierung von Polymeren sicher anwenden.				
[Womit]	Indem sie Klassifizierungsprinzipien von Polymeren, Synthesen von Homo- und Copolymeren unter Einsatz moderner Synthesemethoden: z.B. kontrollierte radikalische Polymerisationen; enzymatische Polymerisationen; Gruppentransferpolymerisation; photoinduzierte Polymerisation sowie moderne Reaktionsmedien in der Polymerchemie und Kenntnisse				

	zu Makromolekülen in Lösung sowie modernen Methoden zur Charakterisierung von löslichen Polymeren und polymeren Netzwerken einsetzen
[Wozu]	Um ihre erworbenen Kenntnisse und experimentellen Fähigkeiten auf die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen im Vergleich zu fossilen Rohstoffen als Basis für eine moderne Polymerchemie, unter Einbeziehung von bioabbaubaren Polymeren, chemischen Reaktionen und physikalischen Prozessen während der Bildung von polymeren Netzwerken, Compositen und Nanocompositen anzuwenden.
Inhalt	<u>Makromolekulare Chemie II</u> <ul style="list-style-type: none"> • Klassifizierungsprinzipien von Polymeren • Synthese von Homo- und Copolymeren unter Einsatz moderner Synthesemethoden: z.B. kontrollierte radikalische Polymerisationen; enzymatische Polymerisationen; Gruppentransferpolymerisation: photoinduzierte Polymerisation • Moderne Reaktionsmedien in der Polymerchemie • Makromoleküle in Lösung • Nachwachsende Rohstoffe im Vergleich zu fossilen Rohstoffen als Basis für eine moderne Polymerchemie • Bioabbaubare Polymere • Chemische Reaktionen und physikalische Prozesse während der Bildung von polymeren Netzwerken • Composite und Nanocomposite • Moderne Methoden zur Charakterisierung von löslichen Polymeren und polymeren Netzwerken
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 60-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung und des Seminars. Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters festgelegt.</p> <p>Testat*: Teilnahme am Seminar, mündlicher 20-minütiger Seminarbeitrag</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Vorlesungsunterlagen werden als elektronische Dateien oder als Hand-outs zur Verfügung gestellt.
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Odian, George: Principles of Polymerization, Wiley-Interscience, 2004</u> • Elias, H.-G.: Polymere, Wiley-VCH, Weinheim • Strobl: The Physics of Polymers, Concepts for Understanding Their Structures and Behavior, Springer Verlag, 2007 • Sperling, Leslie H.: Introduction to Physical Polymer Science, John Wiley & Sons, Inc. 2006

	<ul style="list-style-type: none"> • Hamley, Ian W.: Block Copolymers in Solution: Fundamentals and Applications, John Wiley & Sons, 2005 • Loos, Katja: Biocatalysis in Polymer Chemistry, Wiley-VCH 2011 • Mathers, Robert T.; Meier, Michael, A. R.: Green Polymerization Methods, Wiley VCH 2011 • Kamm, Birgit; Gruber, Patrick R.; Kamm, Michael: Biorefineries – Industrial Processes and Products, Vol. 1 u. 2, Wiley-VCH 2006 • Fakirov, Stoyko, Biodegradable Polyesters, Wiley-VCH 2015
--	---

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Fortgeschrittenenseminar Angewandte Organische Chemie				
Code-Nr.	2740				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Angewandte Organische Chemie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Dozent:in	Prof. Dr. Michael Lindemann, Prof. Dr. habil. Veronika Strehmel, Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Fortgeschrittenenseminar Angewandte Organische Chemie	-	-	-	4
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in Angewandter Organischer Chemie.				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden haben anwendungsbereite fortgeschrittene Kenntnisse der „Angewandten Organischen Chemie“ und können diese sicher bei konkreten Aufgabenstellungen einsetzen				
[Womit]	indem sie in Seminarvorträgen ihre bereits erworbenen Präsentationsfertigkeiten vervollkommen und die fachlichen Inhalte kritisch würdigen. Sie diskutieren und beurteilen die vorgestellten Themen und Beiträge innerhalb der erworbenen konstruktiv-kritischen				

	Diskussionskultur und bewerten diese in Gedankenexperimenten
[Wozu]	um organische Chemie in ihren verschiedenen Anwendungsfeldern sinnvoll in Abschlussarbeiten und beruflich anwenden zu können.
Inhalt	<p>Im Seminar sollen insbesondere aktuelle Problemstellungen aus der Praxis, sowie neue Synthesen, Methoden und Verfahren der Angewandten Organischen Chemie diskutiert und bearbeitet werden.</p> <p>Vertiefte Diskussion ausgewählter Themen aus den Gebieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verfahren und Methoden der Organischen Chemie • Synthese organisch-chemischer Verbindungen • Angewandte Makromolekulare Chemie • Angewandte Chemie von industriellen Spezialchemikalien <p>Schlüsselqualifikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Problemlösungsfähigkeit ➤ Kommunikation
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>90 minütige Klausur oder 60 minütige mündliche Modulprüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters festgelegt.</p> <p>Testat*: Mündlicher 30-minütiger Seminarvortrag.</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Seminarunterlagen als PDF im Moodle-Kurs
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Aktuelle Fachliteratur der Angewandten Organischen Chemie</u>

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Entwicklung von nachhaltigen Tensidformulierungen				
Code-Nr.	2750				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Angewandte Organische Chemie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Dozent:in	Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Entwicklung von nachhaltigen Tensidformulierungen	-	-	6	-
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	0	90	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Chemie nachwachsender Rohstoffe (B.Sc.-Modul); Praktikum Tenside (B.Sc.-Modul).				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden kennen die Anwendungen und Eigenschaften von Tensiden in kosmetischen Mitteln und Reinigungsmitteln, können diese Formulierungen entwickeln, herstellen und prüfen				
[Womit]	indem sie im Labor exemplarisch für verschiedene rinse-off-Produkte und Reinigungsmittel anhand von vorgegebenen Rahmenrezepturen eigene Formulierungen entwickeln, herstellen und anwendungstechnisch prüfen und Methoden zum Test der Produktperformance kennenlernen				

[Wozu]	um in Projekten, Abschlussarbeiten und dem Beruf tensidhaltige Verbraucherprodukte und die zugehörigen Tenside wissenschaftlich und praxisgerecht bearbeiten zu können.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Rezeptierung, Herstellung und Prüfung von Shampoos und Duschbädern • Rezeptierung, Herstellung und Prüfung von Reinigungsmitteln • Verdickung von tensidhaltigen Formulierungen • Schaummessung mit dem SITA-Foam Tester • Sensory Panel Schaum • Benchmarking von Tensiden <p>Schlüsselqualifikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Problemlösungsfähigkeit ➤ Kreativität ➤ Adaptionstfähigkeit
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>30-minütige Prüfung gemäß Prüfungsordnung über den Inhalt des Praktikums und ordnungsgemäße Abgabe der Versuchsprotokolle nach Ende des Praktikums (unbenotet)</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Unterlagen zum Praktikum als Handout bzw. PDF
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Umbach: Kosmetika • Wagner: Wasch- und Reinigungsmittel • COSSMA • SOFW • Firmenunterlagen

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Fortgeschrittene Makromolekulare Synthese				
Code-Nr.	2760				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Angewandte Organische Chemie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	-				
Dozent:in	-				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Fortgeschrittene Makromolekulare Synthese	-	-	6	-
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	0	90	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Makromolekulare Chemie I (B.Sc.-Modul); Praktikum Makromolekulare Chemie I (B.Sc.-Modul).				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden können moderne Polymere aufgrund ihrer Struktur-Eigenschafts-Beziehungen für moderne Anwendungsgebiete gezielt auswählen. Sie können moderne Methoden der Polymersynthese und der chemischen Modifizierung von Polymeren sicher anwenden. Sie haben vertiefte Kenntnisse zu modernen Reaktionsmedien und können deren Einsatz auf dem Gebiet der Polymerchemie planen. Sie kennen das Potential nachwachsender Rohstoffe für die Polymersynthese und können deren Einsatz im Vergleich zu fossilen Rostoffen kritisch würdigen. Sie haben vertiefte Kenntnisse zu bioabbaubaren Polymeren und können deren Einsatz in konkreten Anwendungen beurteilen. Sie verstehen die Zusammenhänge zwischen der Bildung, der Struktur und den Eigenschaften von				

	polymeren Netzwerken, Compositen und Nanocompositen und können Schlüsse für konkrete Anwendungen ziehen. Sie kennen moderne Methoden zur Charakterisierung von Polymeren und können diese sicher anwenden.
[Womit]	indem sie sich mit der aktuellen Literatur auf dem Gebiet der Polymersynthese und Polymercharakterisierung sowie der Anwendung von modernen Polymeren auseinandersetzen und im Labor experimentelle Arbeiten zur Synthese und Charakterisierung ausgewählter löslicher und vernetzter Polymere durchführen.
[Wozu]	um in Projekten, Abschlussarbeiten und in der sich anschließenden beruflichen Tätigkeit auf dem Gebiet der Polymere und deren Anwendung wissenschaftlich und praxisgerecht arbeiten zu können.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Blockcopolymersynthese durch kontrollierte radikalische Polymerisationen (ATRP, NMP, RAFT) sowie Untersuchung der Homopolymere (1. Block) und der Blockcopolymere mittels NMR Spektroskopie, Elementaranalyse und GPC • Miniemulsionspolymerisation einschließlich rheologische Messung und Untersuchung des synthetisierten Polymeren mittels NMR Spektroskopie • Herstellung eines vernetzten Films und dessen Untersuchung mittels Sol-Gel-Analyse und DMA • Erarbeitung einer Synthesevorschrift für vorgegebene Polymerstrukturen (z.B. statistisches Copolymer und Blockcopolymer) auf der Basis eines Literaturstudiums unter Einsatz eines modernen Datenbanksystems (z.B. SciFinder), Vorstellung der Synthesestrategie in Form eines Vortrages und Durchführung der Synthesen im Labor sowie Charakterisierung der erhaltenen Polymere mittels NMR Spektroskopie, IR Spektroskopie, Elementaranalyse und GPC
Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolioprüfung: Praktikumseingangskolloquium, Gespräche am Arbeitsplatz, Protokollrücksprache und ordnungsgemäße Abgabe der Versuchsprotokolle am Ende des Praktikums
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Unterlagen zum Praktikum als Handout bzw. PDF
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Odian, George: Principles of Polymerization, Wiley-Interscience, 2004</u> • <u>Elias, H.-G.: Polymere, Wiley-VCH, Weinheim</u> • <u>Sperling, Leslie H.: Introduction to Physical Polymer Science, John Wiley & Sons, Inc. 2006</u> • <u>Hamley, Ian W.: Block Copolymers in Solution: Fundamentals and Applications, John Wiley & Sons, 2005</u>

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Kosmetika, Reinigungs- und Waschmittel und OC-Anwendungstechnik				
Code-Nr.	2770				
ggf. Untertitel	Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmittel				
ggf. Lehrveranstaltungen	Kosmetika, Reinigungs- und Waschmittel ; OC-Anwendungstechnik				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Angewandte Organische Chemie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Dozent:in	Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Sprache	Deutsch oder Englisch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Kosmetika, Reinigungs- und Waschmittel	2	-	-	-
	OC-Anwendungstechnik	2			
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Tenside I und SCU				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigen Anwendungen von Tensiden in Wasch- und Reinigungsmitteln und kosmetischen Mitteln zu beurteilen und zu unterscheiden. Sie können die Methoden der Eingangs- und Produktionskontrolle sowie die Herstellverfahren von kosmetischen Produkten planen. Sie sind in der Lage, kosmetische Produkte zu rezeptieren und anwendungstechnisch zu untersuchen. Sie können typische Methoden der kosmetischen				

	Wirksamkeitsprüfung und des Produktmarketings von entsprechenden Rohstoffen beurteilen.
[Womit]	indem sie die Zusammensetzung, Eigenschaften, praxisgerechte Rezeptierung und Anwendung von Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmitteln sowie die wesentlichen Anforderungen und Methoden der organisch-chemischen Anwendungstechnik und der Produktkontrolle am Beispiel von Kosmetikrohstoffen kennenlernen und eigene Ideen für nachhaltige Verbraucherprodukte entwickeln
[Wozu]	um in Projekten, der Abschlussarbeit und im Beruf kosmetische Mittel, Wasch- und Reinigungsmittel und andere tensidhaltige Mittel und die dazugehörigen organisch-chemischen Inhaltsstoffe entwickeln und praxisgerecht auf Performance prüfen zu können.
Inhalt	<p>Vorlesung Tenside II:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammensetzung, Eigenschaften, Rezeptierung und Anwendung: • Waschmittel • Reinigungsmittel • Kosmetika <p>Vorlesung OC Anwendungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffprüfung und Kennzahlen • Betriebskontrollen von Kosmetikrohstoffen • Rezeptierung und Galenik und von Emulsionen • Rezeptierung und Galenik von rinse-off-Produkten • Kosmetische Anwendungstechnik • Verträglichkeitsprüfungen • Wirksamkeitsprüfungen/claim support • Vom Labor zum Scale-up • Sensorik • Benchmarking • Deklaration und Dokumentation von Produkten • Technisches Marketing von Chemikalien <p>Schlüsselqualifikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Problemlösungsfähigkeit ➤ Kreativität ➤ Unternehmerisches Handeln und Eigeninitiative ➤ Adaptionsfähigkeit
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 30-minütige mündliche Prüfung Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Power-Point aus den Vorlesungen, weitere Materialien/Medien auf der Moodle-Plattform.

Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Stache, Kosswig: Tenside • Kutz: Kosmet. Emulsionen und Cremes • Henning: Waschmittel • Wagner: Wasch- und Reinigungsmittel • Schrader, Domsch: Cosmetology - Theory and Practice I-III • De Polo: A short textbook of cosmetology • Umbach: Kosmetika • DGK: Sonnenschutzmittel • Kosmetikjahrbuch • CTFA-Handbuch • COSSMA • SOFW • Begleitmaterial zu DGK-Fortbildungskursen • Firmenunterlagen
------------	---

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Kosmetik Anwendungstechnik				
Code-Nr.	2780				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	Kosmetikpraktikum Anwendungstechnik; Seminar Vertiefung				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Angewandte Organische Chemie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Dozent:in	Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Kosmetikpraktikum Anwendungstechnik	-	-	5	-
	Seminar Vertiefung				1
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	15	75	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Chemie nachwachsender Rohstoffe (B.Sc.-Modul); Praktikum Tenside (B.Sc.-Modul)				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden kennen die Anwendungen und Eigenschaften von Kosmetikrohstoffen in verschiedenen Emulsionstypen, können diese Formulierungen entwickeln, herstellen und prüfen				
[Womit]	indem sie im Labor exemplarisch für verschiedene leave-on-Produkte anhand von vorgegebenen Rahmenrezepturen eigene Formulierungen (kosmetische Emulsionen) entwickeln, herstellen und anwendungstechnisch prüfen und Methoden zum Test der Produktperformance kennenlernen und diese Kenntnisse im Seminar vertiefen				

[Wozu]	um in Projekten, Abschlussarbeiten und dem Beruf emulsionsartige kosmetische Mittel und die zugehörigen Kosmetikrohstoffe wissenschaftlich und praxisgerecht bearbeiten zu können.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung, Herstellung und anwendungstechnische Prüfung verschiedener praxisgerechter O/W-Emulsionen • Entwicklung, Herstellung und anwendungstechnische Prüfung verschiedener praxisgerechter W/O-Emulsionen • Herstellung und anwendungstechnische Prüfung von Pickering-Emulsionen • Emulsionsstabilität prüfen mit dem LUMiSizer • Viskositätsmessungen mit verschiedenen Geräten im Vergleich • Beurteilung mikroskopischer Bilder von Emulsionen • Praktisches Sensory Assessment • Wirksamkeitsprüfung von moisturing-Formulierungen mit der Pen Station • Emulsionstechnologie: Kaltemulgierung im Vergleich zur Heißherstellung • Seminar: Theoretische Vertiefung der Praktikumsthemen durch Vorträge und Fachdiskurs <p>Schlüsselqualifikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Problemlösungsfähigkeit ➤ Kreativität ➤ Adaptionsfähigkeit
Studien- und Prüfungsleistungen	Teilnahme am Seminar und ordnungsgemäße Abgabe der Versuchsprotokolle nach Ende des Praktikums und Benoteter mündlicher Seminarbeitrag und eine 30minütige mündliche Prüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte des Praktikums.
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Unterlagen/Medien zum Praktikum und zum Seminar auf der Moodle-Plattform
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Kutz: Kosmet. Emulsionen und Cremes • Schrader, Domsch: Cosmetology - Theory and Practice I-III • De Polo: A short textbook of cosmetology • Umbach: Kosmetika • DGK: Sonnenschutzmittel • Kosmetikjahrbuch • CTFA-Handbuch • COSSMA • SOFW • Begleitmaterial zu DGK-Fortbildungskursen • Firmenunterlagen

--	--

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Weiße Biotechnologie				
Code-Nr.	2800				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Biotechnologie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michaela Wagner				
Dozent:in	Prof. Dr. Michaela Wagner				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Weiße Biotechnologie	2	-	-	2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-				
Empfohlene Voraussetzungen	keine				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden kennen das Potential neuer biotechnologischer Verfahren und Produkte in der Industriellen Biotechnologie und können diese ökologisch und ökonomisch einschätzen und gegenüberstellen.				
[Womit]	indem sie biotechnologisch erzeugte Produkte und Produktionsprozesse theoretisch analysieren und diskutieren sowie neue Methoden und Anwendungen der Industriellen Biotechnologie selbstständig literarisch recherchieren, gegenüberstellen und präsentieren				
[Wozu]	Um neue Prozesse und Produkte in der Biotechnologie etablieren zu können.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none">• Metabolic Engineering und Stammentwicklung• Screeningmethoden• Enzymproduktion in ausgewählten Organismen				

	<ul style="list-style-type: none"> • Polysaccharide • Biopolymere und deren Vorstufen • Organische Säuren • Kompatible Solute • Vitamine • Aromen • Bioreaktorentwicklung und miniaturisierte Bioreaktoren • Spezifische Mess- und Regelungstechnik • Stoff- und prozessabhängige Aufarbeitungsmethoden
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete Hausarbeit (10-30 Seiten) oder 20-minütige Präsentation eines festgelegten Themas (50%) und 20-minütige Präsentation eines ausgewählten Themas (50%). Die Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Testat*: keines</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Übungen, Power-Point aus der Vorlesung und ausgewählte Fachliteratur
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Hermann Sahm et al., Industrielle Mikrobiologie, Springer Spektrum Verlag</u> • <u>Horst Chmiel et al., Bioprozesstechnik, Springer Spektrum Verlag</u> • <u>Ausgewählte Fachliteratur</u> • Winfried Storhas, Bioverfahrensentwicklung, Wiley VCH Verlag. • Schmid, Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik. • Gabared Antranikian, Angewandte Mikrobiologie, Springer Verlag. • Venko N. Beschkov, Downstream Processing in Biotechnology, De Gruyter Verlag. • Ausgewählte Fachliteratur.

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Weiße Biotechnologie				
Code-Nr.	2810				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Biotechnologie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michaela Wagner				
Dozent:in	Prof. Dr. Michaela Wagner, wissenschaftliche Mitarbeiter im Schwerpunkt Biotechnologie				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Weiße Biotechnologie Vertiefungspraktikum	-	-	6	-
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	0	90	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Industrielle Biotechnologie (B.Sc.-Modul); Bioverfahrenstechnik II (B.Sc.-Modul); gleichzeitiger Besuch des Moduls Weiße Biotechnologie.				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden können die biotechnologische Herstellung eines Produkts selbstständig planen, experimentell durchführen, auswerten, optimieren und das Produkt aufarbeiten.				
[Womit]	indem sie im Labor die Produktivität verschiedener Produktstämme und mit unterschiedlichen Produktionsbedingungen im Kleinmaßstab über verschiedene Analytikverfahren vergleichen, die Produktion eines ausgewählten Produktionsstamms im größeren Maßstab im Bioreaktor überführen und bewerten, durch Literaturrecherche Optimierungsansätze für die Steigerung der Produktivität erarbeiten, experimentell durchführen und beurteilen sowie das Produkt anschließend mit geeigneten Downstream				

	Processing Verfahren aufarbeiten sowie die Reinheit des Produkts und die Produktausbeute bewerten. Hierfür führen die Studierenden kontinuierlich ein Laborbuch, erstellen ein Protokoll und präsentieren ihre Ergebnisse.
[Wozu]	um in Projekten, Abschlussarbeiten und dem Beruf biotechnologische Produktionsprozesse und Prozessoptimierungen wissenschaftlich und praxisgerecht bearbeiten zu können.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Planen und Durchführen von biotechnologischen Produktionsprozessen mit unterschiedlichen Produktionsstämmen im kleinen Maßstab wie Mikrotiterplatte, Deepwellplatte oder Erlenmeyerkolben. • Erstellung eines Analyseverfahrens für Substrate und biotechnologische Produkte zur Bewertung der Produktivität. • Methodische Planung zur Optimierung der Produktivität durch unterschiedliche Prozessparameter (pH-Wert, Belüftung, Substratauswahl und Substratmenge, Fütterungsstrategien, ...) • Exemplarisches Upscaling mit optimierten Prozessparameter (Durchführung im Bioreaktor) • Produktabhängige Aufarbeitungsmethoden (z.B. Nutzung einer Crossflowanlage für extrazelluläre Produkte) • Bestimmung von Reinheiten und Produktausbeuten
Studien- und Prüfungsleistungen	Erstellung eines kontinuierlichen Laborjournals und eines Abschlussprotokolls sowie benotete Ergebnispräsentation.
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Unterlagen zum Praktikum als Handout bzw. PDF
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Hermann Sahm et al., Industrielle Mikrobiologie, Springer Spektrum Verlag</u> • <u>Horst Chmiel et al., Bioprozesstechnik, Springer Spektrum Verlag</u> • <u>Ausgewählte Fachliteratur</u> • Winfried Storhas, Bioverfahrensentwicklung, Wiley VCH Verlag. • Schmid, Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik. • Gabared Antranikian, Angewandte Mikrobiologie, Springer Verlag. • Venko N. Beschkov, Downstream Processing in Biotechnology, De Gruyter Verlag. • Ausgewählte Fachliteratur.

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Pharmazeutische Biotechnologie				
Code-Nr.	2820				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	Pharmazeutische Biotechnologie, Technische Chemie				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Biotechnologie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Uta Bergstedt				
Dozent:in	Prof. Dr. Uta Bergstedt, Prof. Dr. Georg Krekel				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Pharmazeutische Biotechnologie	1	-	-	2
	Technische Chemie	1			-
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60		90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	-				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden erlernen physiologische Prozesse bei Wirkstoffverwertung und -abbau. Die Veranstaltung deckt Biopharmazeutika (z.B. Biosimilars, Immunogenität), ausgewählte Pharmaproteine, Produktionsstandards (GMP, GHP) sowie Themen wie Antibiotika, Vakzine, Antikörper, Gentherapie, Zulassung von Biopharmazeutika und personalisierte Therapie ab. Sie erwerben in Bezug auf die Produktionsprozesse von Biopharmazeutika ein Verständnis für das Zusammenspiel von physikalisch-chemischen Zustandsänderungen. Sie lernen Bilanzgleichungen und				

	mechanische Grundoperationen aus verfahrenstechnischer Sicht kennen.
[Womit]	indem sie die Besonderheiten von Biopharmazeutika an ausgewählten Beispielen erarbeiten und Produktionsprozesse von Biopharmazeutika nach GMP-Standards diskutieren sowie Gentherapie und personalisierte Therapie kennenlernen. In der seminaristisch durchgeführten Vorlesung zur Technischen Chemie lernen sie Beispiele aus der ingenieurtechnischen Praxis kennen.
[Wozu]	um die etablierten Verfahren der pharmazeutischen Biotechnologie zu verstehen und um die neuesten Entwicklungen würdigen zu können. Und um Produktionsprozesse von Biopharmazeutika planen und entwickeln zu können und die Grundoperationen der technischen Chemie damit verbinden zu können.
Inhalt	<p>Pharmazeutische Biotechnologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besonderheiten von Biopharmazeutika - Rationales Design von Wirkstoffen - Produktion von Biopharmazeutika nach GMP-Standards - Antibiotika, Vakzine, Monoklonale Antikörper - Gentherapie - Zulassung von Biopharmazeutika - personalisierte Therapie <p>Technische Chemie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufgaben der Verfahrenstechnik - Gebiete der mechanische Verfahrenstechnik - Stoff- und Energiebilanzen - Charakterisierung disperser Systeme - Aufbereitungsprozesse und Trennen disperser Systeme - Mischprozesse
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 60 minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung und des Seminars „Pharmazeutische Biotechnologie“ und eine 20 minütige Modulprüfung zur Veranstaltung Technische Chemie.</p> <p>Gewichtung „Pharmazeutische Chemie“ und „Technische Chemie“ 3:1</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Übungen, Power-Point aus der Vorlesung und Skript
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Dingermann, T.: Gentechnik - Biotechnik, WVG Verlag • Fischer, D.: Die Pharmaindustrie, Elsevier Verlag

	<ul style="list-style-type: none"> • Krämer, I.: Rekombinante Arzneimittel, Springer Verlag • Sahm, H.: Industrielle Mikrobiologie, Springer Verlag • Schmid, R.: Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik, Wiley-VCH Verlag • Wink, M.: Molekulare Biotechnologie, Wiley-VCH Verlag • Klebe, G.: Wirkstoffdesign: Entwurf und Wirkung von Arzneistoffen, Springer Spektrum Verlag • Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V. (vfa) Informationen von Internetseiten: www.vfa.de • Boston Consulting Group: Medizinische Biotechnologie in Deutschland, aktuelle BCG Reporte • Biospektrum (Fachzeitschrift) Springer Verlag, diverse, aktuelle Artikel <p>Technische Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baerns, M. et al.: Technische Chemie, Wiley VCH Verlag • Behr: Einführung in die Technische Chemie, Springer Verlag • Reschetilowski, W.: Handbuch Chemische Reaktoren, Springer Verlag • Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik, Springer Verlag
--	--

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Zell- und Systembiologie				
Code-Nr.	2830				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Biotechnologie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michaela Wagner				
Dozent:in	Prof. Dr. Michaela Wagner, Prof. Dr. Uta Bergstedt				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Zellbiologie	2	-	-	-
	Systembiologie	2			
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	keine				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden können die komplexen Vorgänge in eukaryotischen Zellen verstehen, kennen zellkulturtechnische Methoden, und können systembiologische Analyse von Zellen durchführen.				
[Womit]	indem sie zellbiologische und systembiologische Prinzipien beschreiben und das Wissen aus der Lehrveranstaltung auf neue Aufgaben und Fragestellungen übertragen.				
[Wozu]	Um Zellsysteme analysieren und sie für biotechnologische Anwendungen im Beruf einsetzen zu können.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none">• Zellkompartimente und Organellen• Transportmechanismen in eukaryotischen Zellen• Proteinsortierung und sekretorische Wege				

	<ul style="list-style-type: none"> • Cytoskelett • Zellentwicklung • Zellzyklus, Zellzykluskontrolle und Krebs • Methoden der Zellkulturtechnik • Reaktionsebenen in der Zelle • Metabolische Systeme • Regulationsnetzwerke in der Zelle • Integration von experimentellen und rechnerischen Ansätzen an Beispielen • Proteom-, Genom-, Metabolomanalysen
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 120 minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung Testat*: kein</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Power-Point aus der Vorlesung und ausgewählte Fachliteratur
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Bruce Alberts et al., Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie, Wiley VSH Verlag.</u> • Sabine Schmitz, Der Experimentator: Zellkultur, Springer Spektrum Verlag. • Gerhard Gstraunthaler et al., Zell- und Gewebekulturen, Springer Spektrum Verlag. • Edda Klipp et al., Systems Biology: A Textbook, Wiley-VCH Verlag. • Eberhard Voit, A first Course in Systems Biology, Garland Science. • Jens Nielsen, Systems Biology Wiley-VCH Verlag. • Ron Milo et al., Cell Biology by the Numbers, Taylor & Francis. • Röbbbe Wünschiers, Wiley-Schnellkurs Bioinformatik für Anwender, Wiley-VCH Verlag. • Michael J. Agostino, Practical Bioinformatics, Garland Sciences. • Arthur M. Lesk, Introduction to Genomics, Oxford Press. • Paul M. M. Selzer et al., Angewandte Bioinformatik: Eine Einführung, Springer Spektrum Verlag. • Ausgewählte Fachliteratur

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Bioanalytik				
Code-Nr.	2840				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	Molekularbiologische Analytik, Biophysikalische Methoden				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Biotechnologie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Uta Bergstedt				
Dozent:in	Prof. Dr. Uta Bergstedt, Prof. Dr. Kerstin Hoffmann-Jacobsen				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Molekularbiologische Analytik				2
	Biophysikalische Methoden				2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	-				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden können die verschiedenen Methoden zur Analyse von DNA, RNA, Proteinen, Kohlenhydraten und Lipiden einschätzen und die geeignete Methode für ein analytisches Problem auswählen. Dazu gehören Techniken wie PCR, Gel-Elektrophorese, Western Blot, DNA-Sequenzierung, Massenspektrometrie und Bioinformatik. Sie lernen, komplexe Biomoleküle zu extrahieren, zu quantifizieren, zu trennen und zu charakterisieren. Sie können die Methoden der physikalischen Chemie nutzen, um Proteineigenschaften zu analysieren. Strukturbioologische Analysen können				

	anhand der verwendeten Methode bewertet werden. Die Anwendung dieser Techniken in der Forschung, Diagnostik und Industrie wird betont und die Studierenden lernen, molekularbiologische und biophysikalischen Daten zu interpretieren.
[Womit]	Die Studierenden erlernen Kenntnisse über Techniken wie PCR, Gel-Elektrophorese, Western Blot, DNA-Sequenzierung, Massenspektrometrie und Bioinformatik. Dabei wird der Fokus auf die Extraktion, Quantifizierung, Trennung und Charakterisierung von DNA, RNA, Proteinen, Kohlenhydraten und Lipiden gelegt. Der Einsatz dieser Methoden in Forschung, Diagnostik und Industrie wird betont, wodurch die Studierenden umfassende Fähigkeiten in der Interpretation von molekularbiologischen Daten entwickeln. Die biophysikalischen Methoden zur Analyse der Eigenschaften von Proteinen wie Größe, Bindungsaffinität zu Liganden oder Stabilität, die im industriellen Umfeld zum Einsatz kommen, werden detailliert erklärt, deren Anwendungsbereich diskutiert und anhand konkreter Beispiele vertieft. Die strukturellen Methoden zur Aufklärung der Proteinstruktur werden eingeführt und der Prozess der Proteinstrukturanalyse wird anhand einer Exkursion oder einer Übungseinheit veranschaulicht.
[Wozu]	Die molekularbiologische Analytik vermittelt Studierenden wesentliche Fähigkeiten zur Erforschung genetischer und proteomischer Grundlagen von biologischen Prozessen, ermöglicht Anwendungen in Diagnostik, Industrie und personalisierter Therapie, und befähigt zur effektiven Analyse großer Datensätze durch Bioinformatik. Die Kenntnis der biophysikalischen Methoden und die Fähigkeit die entsprechenden Daten zu interpretieren ermöglicht Studierenden Proteine in unterschiedlichster Umgebung, von der Wechselwirkung mit einem Arzneimitteln über Waschmittel bis zur Aufklärung biologischer Prozesse, mit physikalisch-chemischen Methoden zu charakterisieren.
Inhalt	Molekularbiologische Analytik: <ul style="list-style-type: none"> • Reinigung und Anreicherung von Biomolekülen • Immunologische Nachweisverfahren • Elektrophoretische Verfahren • Modifikationen von Proteinen und Proteinkomplexen • Mikroskopische Verfahren • Aufbau von Biosensoren, Biochips, Microarrays und deren Einsatzmöglichkeiten in den omics-Technologien • Kohlenhydratanalyse: Lipidanalyse (Extraktion, Trennung, Quantifizierung) • Nukleinsäureanalyse: Extraktion, Quantifizierung, Trennung, Charakterisierung von DNA und RNA

	<ul style="list-style-type: none"> • Hochdurchsatztechnologien für Kohlenhydrate, Lipide, Nucleinsäuren • Anwendung in Forschung, Diagnostik, Industrie <p>Biophysikalische Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen der Industrie an biophysikalische Methoden • Spektroskopische Methoden <ul style="list-style-type: none"> - UV-Spektroskopie und Fluoreszenzspektroskopie • Protein-Assays • Einführung in die Strukturbioogie
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 120-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß der PO über den Inhalt der Vorlesungen/Seminars bzw. 60-minütige mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird vor Beginn der Veranstaltung festgelegt.</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Ausgabe von Skript und vorlesungsbegleitenden Unterlagen in moodle.
Literatur:	<p><u>Molekularbiologische Analytik</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mülhardt, C.: Der Experimentator – Molekularbiologie/Genomics, Springer Spektrum • Gey, M.: Instrumentelle Analytik und Bioanalytik, Springer Spektrum Verlag • Lottspeich, F.: Bioanalytik, Springer Spektrum Verlag • Wink, Michael: Molekulare Biotechnologie, Wiley VCH Verlag • BioSpektrum (Fachzeitschrift), Springer <p><u>Biophysikalische Methoden</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Campbell, I., Biophysical Techniques, Oxford University Press, Oxford. • <u>Walla, P.J., Modern Biophysical Chemistry, Wiley VCH, Weinheim.</u> • Winter, R, Noll, F, Methoden der biophysikalischen Chemie, Springer Vieweg. • <u>Lottspeich, F., Bioanalytik, Springer Vieweg.</u>

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Aktuelle Themen der Biotechnologie				
Code-Nr.	2850				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Biotechnologie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Uta Bergstedt				
Dozent:in	Prof. Dr. Uta Bergstedt				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Biotechnologiepraktikum MA	-	-	6	-
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	0	90	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Biotechnologie (M.Sc.-Modul)				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden kennen die Anforderungen an biotechnologische Produktionsprozesse und können biotechnologische Prozesse planen, durchführen und optimieren.				
[Womit]	indem sie biotechnologische Produktionsprozesse planen und durchführen können und ein Verständnis dafür entwickeln, welche Herausforderungen bei der Übertragung in den industriellen Maßstab bestehen.				
[Wozu]	um biotechnologische Projekte wissenschaftlich und praxisgerecht bearbeiten zu können.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none">Optimierung von Biokatalysatoren für die industrielle Produktion				

	<ul style="list-style-type: none"> • Effizienzsteigerung in biotechnologischen Produktionsprozessen • Nutzung von Mikroorganismen oder Enzymen in industriellen Prozessen • Immobilisierung von Biokatalysatoren • Methoden zur Charakterisierung von Biomolekülen und Produkten • Konzeption und Umsetzung neuer biotechnologischer Produkte • Anwendung von Informatikmethoden in der biotechnologischen Forschung und Entwicklung
Studien- und Prüfungsleistungen	Mündliche 30-minütige Prüfung, ordnungsgemäße Abgabe der Versuchsprotokolle nach Ende des Praktikums
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Unterlagen zum Praktikum als Handout bzw. PDF
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Jäger, K.: Einführung in die Enzymtechnologie, Springer Verlag</u> • <u>Guisan, J. et al.: Immobilization of Enzymes and Cells, Humana Press</u> • <u>Doran, P.: Bioprocess Engineering Principles, Academic Press</u> • <u>Chmiel, H.: Bioprozesstechnik, Spektrum Verlag</u> • <u>diverse aktuelle Artikel</u>

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Enzymtechnologie				
Code-Nr.	2860				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Biotechnologie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Uta Bergstedt				
Dozent:in	Prof. Dr. Uta Bergstedt				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Enzymtechnologiepraktikum MA	-	-	6	-
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	0	90	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Enzymologie (M.Sc.-Modul)				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden kennen die Anwendungen und Eigenschaften von Enzymen und können diese modifizieren, herstellen und auf ihre Reinheit und Aktivität hin prüfen.				
[Womit]	Indem sie Fähigkeiten im Design, der Herstellung und der Analyse von Enzymen im Kontext praktischer Anwendung entwickeln.				
[Wozu]	um enzymtechnologische Projekte wissenschaftlich und praxisgerecht bearbeiten zu können und in der Lage zu sein, ihre Kenntnisse in Forschung und industrielle Prozesse zu integrieren.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none">• Praktische Kenntnisse in Enzymanwendungen• Optimierung von enzymatischen Reaktionen				

	<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl und Anpassung von Enzymen für spezifische Prozesse • Skalierung von enzymatischen Reaktionen • Techniken zur Proteinexpression • Methoden zur Proteinreinigung • Charakterisierung von Enzymen
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Portfolioprüfung: Ein Kolloquium zum Praktikum, ordnungsgemäße Abgabe der Versuchsprotokolle nach Ende des Praktikums</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	<p>Unterlagen zum Praktikum als Handout bzw. PDF</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Jäger, K.: Einführung in die Enzymtechnologie, Springer Verlag • Buchholz, K.: Biocatalysts and Enzyme Technology, Wiley VCH Verlag • Bisswanger, H.: Enzyme, Wiley VCH Verlag • Bisswanger, H.: Enzyme Kinetics, Wiley VCH Verlag • Lesk, A.: Introduction to Protein Science, Oxford Press • Chmiel, H.: Bioprozesstechnik, Spektrum Verlag • diverse aktuelle Artikel

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Enzymologie und Anlagenplanung				
Code-Nr.	2870				
ggf. Untertitel	Enzymologie und Grundlagen der Anlagenplanung				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Biotechnologie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Uta Bergstedt				
Dozent:in	Prof. Dr. Uta Bergstedt, Prof. Dr.-Ing. habil. Heyko Jürgen Schultz				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Enzymologie	1	-	-	1
	Anlagenplanung	1	-	-	1
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-				
Empfohlene Voraussetzungen	Grundvorlesungen zur Biochemie, Mathematik, Physik und Chemie (incl. Praktika).				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden erwerben ein Verständnis für die Reaktionsmechanismen von Enzymen, ihre Regulation und Reaktionskinetiken. Sie werden mit speziellen Methoden für das Screening, die Produktion und Aufreinigung von Enzymen vertraut gemacht. Verschiedene Einsatzgebiete von Enzymen in der industriellen Produktion sowie der Aufbau und die Funktionsweise von Enzymreaktoren werden behandelt. Einblick in die gezielte Modifikation von Enzymen zur Prozessoptimierung wird vermittelt, wobei die umfassende Betrachtung, einschließlich Stammoptimierung und Downstream-Prozess, als entscheidend für eine maximale Raum/Zeit/Ausbeute				

	<p>herausgestellt wird. Des Weiteren erwerben die Studierenden umfassende theoretische und praktische Kenntnisse in der Planung von Chemie- und Biotechnologiefanlagen, inklusive Neu-, Umbau- und Instandhaltungsprojekten sowie der Berücksichtigung verschiedener Gewerke. Sie werden mit Grundbegriffen, Formalismen und Projektierungswerkzeugen der (Bio-) Verfahrenstechnik vertraut gemacht, lernen eigenständig in Teams zu planen und präsentieren ihre Ergebnisse in Vorträgen unter Berücksichtigung ökonomischer und sicherheitsrelevanter Aspekte. Darüber hinaus entwickeln sie Fähigkeiten zur Gestaltung und Optimierung chemischer/biotechnologischer Reaktoren, können Anlagen planen, bewerten und präsentieren. Die Ausbildung beinhaltet auch Literaturrecherche, Teamarbeit, Konfliktlösung und Fachkommunikation, um vertiefte Kenntnisse in der Planung von Chemie- und Biotechnologiefanlagen zu erlangen.</p>
[Womit]	<p>Die Vertiefung in unterschiedliche Einsatzgebiete von Enzymen sowie der Aufbau von Enzymreaktoren wird anhand praktischer Beispiele veranschaulicht. Die Methodik zur gezielten Modifikation von Enzymen wird durch Konzepte vermittelt und diskutiert. Fallstudien verdeutlichen die umfassende Betrachtung von Stammoptimierung, Prozessoptimierung und Downstream-Prozessen. Studierende setzen erlernte Theorien eigenständig um, indem sie Verfahrensvarianten analysieren, evaluieren und das optimale auswählen. Dabei differenzieren sie zwischen verschiedenen Projektphasen und Projektschätzungen, wenden die Theorie kreativ und kritisch auf praktische Anwendungsbeispiele an. Darüber hinaus entwickeln sie Fähigkeiten in Literaturrecherche, Teamarbeit, Konfliktlösung, Präsentationstechniken sowie freiem Sprechen und Fachkommunikation.</p>
[Wozu]	<p>Die Veranstaltung vermittelt Studierenden grundlegende Kenntnisse über biotechnologische (insbesondere enzymatische) und chemische Prozesse sowie deren Anwendungen in Industriezweigen wie der chemischen Industrie, Lebensmitteltechnologie und pharmazeutischen Technologie. Durch das Verständnis von Reaktionsmechanismen und gezielter Enzymmodifikation erwerben sie die Fähigkeit, biotechnologische Prozesse zu optimieren und innovative, nachhaltige Lösungen zu entwickeln. Das Modul fördert die Gestaltung und Planung von Prozessen in der Betriebspraxis unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Umweltverträglichkeit. Es unterstützt kritischen</p>

	<p>wissenschaftlichen Diskurs, technische Kreativität und Entscheidungskompetenz in Bezug auf den Einsatz von Equipment. Zudem vermittelt es Future Skills wie Problemlösungsfähigkeit, Kreativität und Digital Literacy sowie klassische Schlüsselkompetenzen wie Kommunikation und Projektmanagement für die Anwendung in der biotechnologischen und chemischen Industrie.</p>
Inhalt	<p>Enzymologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enzymstrukturen - Kinetiken von Enzymreaktionen - Methoden zur Enzymuntersuchung - Regulation von Enzymen - Expression, Produktion und Aufarbeitung von Enzymen - Enzymscreening - Optimierung von Enzymen (chemisch, ortsgerichtete Mutagenese) - künstliche Enzyme - Enzyme in der Industrie - Immobilisierung von Enzymen - Enzymmembranreaktoren <p>Anlagenplanung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Allgemeine Einführung (Planung im Unternehmen, Grundkonzepte der Anlagenplanung) - Projektierung allgemein - Moderne Projektmanagementtools - Vorgehensweise bei der Anlagenplanung - Vor- und Grobplanung - Detailplanung - Erstellung von Grund-, Verfahrens- und R&I-Fließbildern - Aufstellungs- und Rohrleitungsplanung - Grundlagen der Ausführung - Verfahrensarten und Reaktionsführung - Stoffdatenermittlung mittels Gruppenbeitragsmodellen - PINCH-Analyse - Kostenschätzung - Terminplanung - Erstellung von Spezifikationen für Apparate und Maschinen
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 60 minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung Enzymologie.</p> <p>Für die Anlagenplanung erfolgt die Bewertung eines Gruppen- und eines Einzelvortrags (jeweils die schriftliche Form und der Vortrag selber) in der Gewichtung 1 : 1.</p> <p>Gewichtung Enzymologie : Anlagenplanung ist 1 : 1.</p> <p>Testat*: -</p>

	(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Übungen, Power-Point aus der Vorlesung und Skript Moodle Kursraum für Vorlesung und Seminar
Literatur:	<p>Enzymologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jäger, K.: Einführung in die Enzymtechnologie, Springer Verlag - Buchholz, K.: Biocatalysts and Enzyme Technology, Wiley VCH Verlag - Bisswanger, H.: Enzyme, Wiley VCH Verlag - Bisswanger, H.: Enzyme Kinetics, Wiley VCH Verlag - Lesk, A.: Introduction to Protein Science, Oxford Press - Chmiel, H.: Bioprozesstechnik, Spektrum Verlag - Schmid, R.: Taschenbuch der Bio- und Gentechnik, Wiley VCH Verlag - Artikel aus der Fachliteratur (Bücher, Journale, Patentschriften) <p>Anlagenplanung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Artikel aus der Fachliteratur wie Büchern, Journalen und Patentschriften - Diverse aktuelle Normen, Richtlinien und Merkblätter - Ripperger, S., Nikolaus, K.: Entwicklung und Planung verfahrenstechnischer Anlagen, Springer - Zenke / Vollmer: Anlagenplanung, Anlagenbau, Anlagenbetrieb für Unternehmen, De Gruyter - Horst Chmiel, Ralf Takors, Dirk Weuster-Botz: Bioprozesstechnik, Springer - Ralf Takors: Kommentierte Formelsammlung Bioverfahrenstechnik, Springer - Helmus, F.P.: „Anlagenplanung“, WILEY-VCH, Weinheim - Klaus H. Weber: Engineering verfahrenstechnischer Anlagen - Praxishandbuch mit Checklisten und Beispielen, Springer - Blass, E.: „Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse“, Springer Verlag - Vauck, R.A., Müller, H.A.: „Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik“, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. - Sattler, K., Kasper, W.: „Verfahrenstechnische Anlagen – Planung, Bau und Betrieb“, WILEY-VCH, Weinheim - Ullrich, H.: „Wirtschaftliche Planung und Abwicklung verfahrenstechnischer Anlagen“, Vulkan – Verlag, Essen - Vogel, G.H.: „Verfahrensentwicklung“, WILEY-VCH, Weinheim - Wagner, W.: „Planung im Anlagenbau“, Vogel-Buchverlag, Würzburg

	<ul style="list-style-type: none"> - Herbert Vogel: „Process Development“ in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. B4, B. - Elvers, S. Hawkins, G. Schulz (Eds.), VCH, Weinheim - Onken, U.; Behr, A.: „Chemische Prozesskunde“, Lehrbuch der Technischen Chemie, Band 3, M. Baerns et al. (Hrsg.), Georg Thieme, Stuttgart - Koolen, J.L.A.: „Design of Simple and Robust Process Plants“, WILEY-VCH, Weinheim - Emig, G., Klemm, E.: „Technische Chemie“, Springer - M. Baerns, H. Hofmann, A. Renken: „Chemische Reaktionstechnik“, Lehrbuch der Technischen Chemie, Band 1, M. Baerns et al. (Hrsg.), Georg Thieme - J. Gmehling, A. Brehm: „Grundoperationen“, Lehrbuch der Technischen Chemie, Band 2, M. Baerns et al. (Hrsg.), Georg Thieme, Stuttgart - P. Grassmann: „Physikalische Grundlagen der Verfahrenstechnik“, Sauerländer, Aarau - P. Bahke. et al.: „Miniplant-Technik“, L. Deibele, R. Dohrn (Hrsg.), Wiley-VCH, Weinheim - Bayer, T. et al.: „Micro Process Engineering“, O. Brand et al. (Eds.), WILEY-VCH, Weinheim - A. Dimian, C. Sorin Bildea: „Chemical Process Design“, WILEY-VCH, Weinheim - M. Baerns et al.: „Technische Chemie“, WILEY-VCH, Weinheim - W. Stohrhas: „Bioverfahrensentwicklung“, WILEY-VCH, Weinheim - E. Ignatowitz: Chemietechnik, Verlag Europa-Lehrmittel - W. Hemming, W. Wagner: Verfahrenstechnik, Vogel Verlag - D. S. Christen: Praxiswissen der chemischen Verfahrenstechnik. Springer - Zlokarnik, M., „Scale-up“, WILEY-VCH, Weinheim - Liepe, F., „Verfahrenstechnische Berechnungsmethoden“, diverse Bände, VCH, Weinheim - Matthias Kraume: Transportvorgänge in der Verfahrenstechnik - Grundlagen und apparative Umsetzungen, Springer - VDI-Wärmeatlas in aktueller Ausgabe - H.-D. Bockhardt, P. Güntzschel, A. Poetschukat: Grundlagen der Verfahrenstechnik für Ingenieure. Deut. Verl. f. Grundstoffind - E. Fitzer, W. Fritz, G. Emig: Technische Chemie, Springer - Johann G. Stichlmair, James R. Fair, „Distillation: Principles and Practice“, John Wiley & Sons - Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry in aktueller Ausgabe
--	--

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Biomolekulares Design				
Code-Nr.	2880				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Biotechnologie				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michaela Wagner				
Dozent:in	Prof. Dr. Michaela Wagner, Prof. Dr. Kerstin Hoffmann-Jacobsen				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Biomolekulares Design von Proteinen	-	-	2,5	0,5
	Biomolekulares Design von DNA	-	-	2,5	0,5
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	15	75	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Biotechnologische Grundkenntnisse über Transkription, Translation und die Tertiärstruktur von Proteinen				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden können digitale Strategien zum biomolekularen Design von Expressionssystemen, Proteinen und Liganden entwickeln.				
[Womit]	indem sie verschiedene Techniken der in silico-Klonierung mit ausgewählten Programmen durchführen sowie digitale Methoden zur Analyse der Proteinstruktur, der Proteinfunktion und der molekularen Erkennung anwenden und die Daten interpretieren. Daraus resultierend können die Studierenden für eine konkrete Problemstellung ein biomolekulares Design von der				

	Stammentwicklung bis zum Proteindesign digital entwerfen und evaluieren.
[Wozu]	Um das digitale Design in verschiedenen Anwendungsfeldern von der Waschmittelindustrie bis zur Medikamentenentwicklung nutzen zu können.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende in silico Anwendungen, von Primer-Design, über PCR, Restriktion und Ligation • Spezielle Klonierungstechniken • Rationales Design auf DNA-Ebene • Directed Evolution und SeSam • Biosensoren und Cell Surface Display für Directed Evolution • Homologiemodellierung • Molekulardynamiksimulationen • Docking • Stabilitätsberechnung
Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolioprfüfung: Schriftliche Ausarbeitung eines anwendungsorientierten Projektes zum biomolekularen Design und Vortrag
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Elektronisches Skript, Übungen, Video Tutorials, wissenschaftliche Literatur, Software
Literatur:	<p>S. Choi, H. Ro, H. Yi, DNA Cloning: A Hands-on Approach, Springer 2019.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Randall A. Hughes, Synthetic DNA, Springer 2017. • S. Chandran, K. W. George, DNA Cloning and Assembly, Springer 2020. • Skern, Tim. Exploring protein structure: principles and practice. Springer International Publishing, 2018. • Jernigan, R. L., Dill, K., Bahar, I. Protein Actions: Principles and Modeling. USA: CRC Press LLC, 2017. • Schneider, Gisbert, and Karl-Heinz Baringhaus. Molecular design: concepts and applications. John Wiley & Sons, 2008.

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Spezielle Methoden der Instrumentellen Analytik 1				
Code-Nr.	2890				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Instrumentelle Analytik und Umweltschutzanalytik				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Jürgen Schram				
Dozent:in	Prof. Dr. Jürgen Schram				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Spezielle Methoden der Instrumentellen Analytik 1	2		-	2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Projektmodul „Spezielle Methoden der instrumentellen Analytik“				
Empfohlene Voraussetzungen	B. Sc. oder B.Eng. mit IA verwandten Inhalten				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden beherrschen eine Auswahl an speziellen Methoden der instrumentellen Analytik und sind in der Lage deren Aufbau und deren funktionelle Begründung causal nachzuvollziehen. Die Veranstaltung vermittelt in Theorie und Praxis die Befähigung die nachfolgend angegebenen Instrumental Analytischen Methoden zu beschreiben, erklärend zu verstehen (Vorlesung und Übung) und sinnvoll anzuwenden (Praktikum). Dabei stehen Datenauswertung und Grenzen der Anwendbarkeit speziell im Fokus.				
[Womit]	Indem sie sich die Wissenschaftlichen Hintergründe und aus diesen ableitend die Funktions-Mechanismen der				

	jeweiligen Methoden erarbeiten und so naturwissenschaftlich causal nachzuvollziehen und zu analysieren lernen. Dabei identifizieren sie an Beispielfragestellungen die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge sowie Auswertungsstrategien. Die Studierenden können chemischer Analysen mittels instrumentalanalytischer Methoden durchführen, die Resultate mittels einfachen mathematisch-statistischen Methoden auswerten und die Ergebnisse dokumentieren.
[Wozu]	Sie können bei chemisch analytischen Fragestellungen aus den erarbeiteten Methoden sowohl die Einsetzbarkeit und Grenzen der jeweiligen Methoden erkennen. Zudem können Sie die bearbeiteten Methoden erklärend verstehen (Vorlesung und Übung) und somit sinnvoll anwenden (Praktikum), Anwendungsstrategien erarbeiten – aber auch die Anwendungs-Grenzen der jeweiligen Methoden erarbeiten. Die erhaltenen Daten können wissenschaftlich aufgearbeitet und interpretiert werden.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Supplements und Vertiefungen zu den Methoden und analytischen Anwendungen und damit den diesbezüglichen Kenntnissen zu den IA-Grundvorlesungen 1 & 2: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Allgemeines <ul style="list-style-type: none"> ▪ Allg. Prinzipien der Instrumentellen Analytik ▪ Kalibration und Validierung ◦ Spektroskopische Methoden <ul style="list-style-type: none"> ▪ Atomspektroskopie (AAS, ICP-OES) ▪ Molekülspektroskopie (UV/ Vis, IR, MS, NMR) ▪ Elektrochem. Methoden ◦ Chromatographische und Nichtchromatographische Methoden <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chromatographische Trennmethode (GC, LC, DC, CE) ▪ Nichtchromatographische Trennmethode ▪ CFA/ FIA • Allgemeine methodenunabhängige Analysenprinzipien <ul style="list-style-type: none"> ◦ PN-strategien und –statistik ◦ Probenvorbereitungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufschlüsse-Vertiefung ▪ SPE-Vertiefung ▪ Extraktionen ect. - Vertiefung • Vertiefende Kalibrations- und Auswertetechniken <ul style="list-style-type: none"> ◦ Kalibration mit Isotopen ◦ Isotopenverdünnung Vertiefung ◦ Multivariate Auswertungen

	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumental-Analytische Methoden • Atomspektroskopie <ul style="list-style-type: none"> ◦ RFA ◦ TXRF-Einführung ◦ REM ◦ ICP-MS Vertiefung ◦ AAS – Untergrundkomp. Techniken • Elektrochem. Methoden / Vertiefung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Polarographie ◦ Dekametrie ◦ Impedanzspektroskopie ◦ sonstiges • Molekülspektroskopie <ul style="list-style-type: none"> ◦ NMR Vertiefung ◦ Raman ◦ NIR ◦ MS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verschiedene Massendispersive Techniken ▪ Isotopenanalytik • Chromatographie - Vertiefung <ul style="list-style-type: none"> ◦ TDS-GC ◦ AMD-DC ◦ UPLC / Capillary-LC ◦ Hochtemperatur LC • Wirkungsbezogene Analytik • Element-Speciesanalytik • Hybrid-Methoden <ul style="list-style-type: none"> ◦ LC-MS ◦ GC-MS ◦ GC-IR ◦ GC-Raman ◦ LC-GC ◦ LC-DC ◦ GCxGC ◦ LCxLC
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 120-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung und Übungen.</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Skizzierte zu vervollständigende Hand-Outs/pdf's werden zur Verfügung gestellt.
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Alle nachfolgende Literatur – im falle von Monographienn und Lehrbüchern – in derr aktuellsten Auflage</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Skoog; Leary: Instrumentelle Analytik; Springer, Berlin 1996 • Schwedt; Schreiber; Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH, 2007 • Schwedt, Georg: Analytische Chemie Grundlagen, Methoden und Praxis Stuttgart ; New York Thieme, 1995 ISBN 3-13-100661-7 • Otto, Matthias Analytische Chemie Wiley-VCH Weinheim: 2006 ISBN 13: 978-3-527-31416-4 • Karl Cammann (Hrsg.) Instrumentelle analytische Chemie Verfahren, Anwendungen und Qualitätssicherung Heidelberg ; Berlin: Spektrum, Akad. Verl., 2001 ISBN 3-8274-0057-0 • Vertiefende Originalliteratur zu den jeweiligen Themen <ul style="list-style-type: none"> • <u>Vertiefende Originalliteratur zu den jeweiligen Themen</u>
--	---

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Ausgewählte Kapitel der Instrumentellen Analytik (AKIA)				
Code-Nr.	2900				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	AKIA 1AKIA 2				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Instrumentelle Analytik und Umweltschutzanalytik				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Martin Jäger				
Dozent:in	Prof. Dr. Hoffmann-Jacobsen, Prof. Dr. Martin Jäger				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	AKIA 1	1		-	1
	AKIA 2	1			1
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse der Instrumentellen Analytik und Spektroskopie				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden verstehen auf vertiefter theoretischer Ebene die nachfolgend angegebenen instrumental analytischen Methoden. Sie können diese mathematisch-physikalisch beschreiben und erklären. Die Studierenden sollen ausgewählte theoretische Kapitel der Spektroskopie und Spektrometrie vertieft erarbeiten und weitere selbständig erarbeiten lernen. Mittels dieses Verständnis können sie spektroskopische Daten kritisch hinterfragen und eine geeignete Methode für konkrete Fragestellungen ableiten.				
[Womit]	Sie vollziehen nach und wenden mathematisch-physikalische Verfahren zur Beschreibung der spektroskopischen Methoden und Analyse der				

	spektroskopischen Signale und Spektren an. Dabei absolvieren sie auch kleinere Übungseinheiten zur computergestützten Strukturanalyse, so dass der praktische Zusammenhang zwischen Daten und Information erkannt wird.
[Wozu]	Sie analysieren die Zusammenhänge zwischen physikalischen Prinzipien und den erwarteten spektralen Signale. Dies befähigt sie in einer zukünftigen Tätigkeit spektroskopische Ergebnisse selbständig wissenschaftlich auszuwerten. Sie können wissenschaftliche Veröffentlichungen auf den behandelten Gebieten verstehen, kritisch interpretieren und bewerten.
Inhalt	<p>AKIA 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fluoreszenzspektroskopie • Röntgenkristallstrukturanalyse: vom anorganischen Kristall bis zur Proteinstrukturanalyse • Einführung in die NMR-basierte Strukturaufklärung von Proteinen • Hochauflösende Mikroskopie <p>AKIA 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Theorie und Modelle der homo- und heteronuclearen 1D und 2D-NMR Spektroskopie: Energielevel, Kopplung, Relaxation, Vektormodell, Pulsfolgen, 1D und 2D Experimente. • Theorie der Analysatoren von Massenspektrometern: Quadrupole, Ionenfallen, Time-of-Flight-Analysatoren, Ionencyclotronresonanz-Zellen, Orbitrap. • Einsatz rechnerunterstützter Methoden der Strukturermittlung
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 60-minütige mündliche Prüfung Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	PDF aus Vorlesungsfolien in moodle
Literatur:	<p><u>AKIA 1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Atkins, Paul, de Paula, Julio, Physikalische Chemie, Wiley, New York. • Hollas, J. Michael, Basic and Atomic Spectroscopy, RSC Chemical Texts. • Massa, Werner, Kristallstrukturbestimmung, Springer, Berlin. • Winter, Roland, Noll, Frank, Czeslik, Claus, Methoden der Biophysikalischen Chemie, Springer, Berlin.

	<ul style="list-style-type: none"> • Originalliteratur <p><u>AKIA 2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Keeler, James: Understanding NMR Spectroscopy, 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK 2010. • J. H. Groß: Mass Spectrometry – A Textbook, 2. Aufl. Springer, Heidelberg 2011. • Originalliteratur
--	--

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Spezielle Methoden der Instrumentellen Analytik 1				
Code-Nr.	2890				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Instrumentelle Analytik und Umweltschutzanalytik				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Jürgen Schram				
Dozent:in	Prof. Dr. Jürgen Schram, Prof. Dr. Martin Jäger				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Projekt SIA	0	0	6	-
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	0	90	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	SIA 1 mit IA verwandten Inhalten				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden beherrschen im der Praxis eine Auswahl an speziellen Methoden der instrumentellen Analytik und sind in der Lage sie gemäß deren Aufbau und deren funktionelle Begründung zum Zwecke von Chemischen analysen einzusetzen. Die Veranstaltung vermittelt in Theorie und Praxis die Befähigung die nachfolgend angegebenen Instrumental Analytischen Methoden und sinnvoll bestimmungsgemäß anzuwenden (Praktikum). Dabei stehen Datenauswertung und Grenzen der Anwendbarkeit speziell im Fokus.				
[Womit]	Indem sie an anwendungsorientierten analytischen Beispiel-Fragestellungen die wesentlichen praktischen Techniken zunächst unter Anleitung und dann eigenständig anzuwenden lernen. Dabei identifizieren sie				

	an den praktischen Beispielfragestellungen die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge sowie Auswertungsstrategien. Die Studierenden können chemischer Analysen mittels instrumentalanalytischen Methoden durchführen, die Resultate mittels einfachen mathematisch-statistischen Methoden auswerten und die Ergebnisse dokumentieren.
[Wozu]	Sie können bei chemisch analytischen Fragestellungen praxisnah bearbeiten und diesbezügliche Methoden entwickeln. Dabei erkennen sie sowohl die praktische Einsetzbarkeit und Grenzen der jeweiligen Methoden. Zudem können Sie entsprechende wissenschaftliche Anwendungsstrategien erarbeiten – aber auch die Anwendungs-Grenzen der jeweiligen Methoden berücksichtigen. Die erhaltenen Daten können wissenschaftlich aufgearbeitet und interpretiert werden.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Projektpraktikums-Versuche zu folgenden analytischen Fragestellungen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Allgemeines <ul style="list-style-type: none"> ▪ Allg. Prinzipien der Instrumentellen Analytik ▪ Kalibration und Validierung ◦ Spektroskopische Methoden <ul style="list-style-type: none"> ▪ Atomspektroskopie (AAS, ICP-OES) ▪ Molekülspektroskopie (UV/ Vis, IR, MS, NMR) ▪ Elektrochem. Methoden ◦ Chromatographische und Nichtchromatographische Methoden <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chromatographische Trennmethode (GC, LC, DC, CE) ▪ Nichtchromatographische Trennmethode ▪ CFA/ FIA • Projektpraktikums-Versuche zu folgenden analytischen Fragestellungen und allgemeinen methodenunabhängige Analysenprinzipien <ul style="list-style-type: none"> ◦ PN-strategien und –statistik ◦ Probenvorbereitungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufschlüsse-Vertiefung ▪ SPE-Vertiefung ▪ Extraktionen ect. - Vertiefung • Praktische Anwendung vertiefender Kalibrations- und Auswertetechniken <ul style="list-style-type: none"> ◦ Kalibration mit Isotopen ◦ Isotopenverdünnung Vertiefung ◦ Multivariate Auswertungen • Praktische Anwendung folgender Instrumental-Analytischer Methoden • Atomspektroskopie

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ RFA ◦ TXRF-Einführung ◦ REM ◦ ICP-MS Vertiefung ◦ AAS – Untergrundkomp. Techniken • Elektrochem. Methoden / Vertiefung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Polarographie ◦ Dekametrie ◦ Impedanzspektroskopie ◦ sonstiges • Molekülspektroskopie <ul style="list-style-type: none"> ◦ NMR Vertiefung ◦ Raman ◦ NIR ◦ MS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verschiedene Massendispersive Techniken ▪ Isotopenanalytik • Chromatographie - Vertiefung <ul style="list-style-type: none"> ◦ TDS-GC ◦ AMD-DC ◦ UPLC / Capillary-LC ◦ Hochtemperatur LC • Wirkungsbezogene Analytik • Element-Speciesanalytik • Hybrid-Methoden <ul style="list-style-type: none"> ◦ LC-MS ◦ GC-MS ◦ GC-IR ◦ GC-Raman ◦ LC-GC ◦ LC-DC ◦ GCxGC ◦ LCxLC
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Portfolioprüfung: 5 Kolloquien; Abtestate der Versuche Testat*:</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Praktikumsaufgaben, so wie skizzierte zu vervollständigende Hand-Outs/pdf's werden zur Verfügung gestellt.
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Alle nachfolgende Literatur – im Falle von Monographien und Lehrbüchern – in der aktuellsten Auflage</u> • Skoog; Leary: Instrumentelle Analytik; Springer, Berlin 1996 • Schwedt; Schreiber; Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH, 2007

	<ul style="list-style-type: none"> • Schwedt, Georg: Analytische Chemie Grundlagen, Methoden und Praxis Stuttgart ; New York: Thieme, 1995 ISBN 3-13-100661-7 • Otto, Matthias Analytische Chemie Wiley-VCH Weinheim: 2006 ISBN 13: 978-3-527-31416-4 • Karl Cammann (Hrsg.) Instrumentelle analytische Chemie Verfahren, Anwendungen und Qualitätssicherung Heidelberg ; Berlin: Spektrum, Akad. Verl., 2001 ISBN 3-8274-0057-0 • Vertiefende Originalliteratur zu den jeweiligen Themen <ul style="list-style-type: none"> • <u>Vertiefende Originalliteratur zu den jeweiligen Themen</u>
--	---

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Anwendungen der Spektroskopie in der Instrumentellen Analytik (ASIA)				
Code-Nr.	2920				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	Organische Spurenanalytik; Prozessanalytische Technologien (PAT)				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Instrumentelle Analytik und Umweltschutzanalytik				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Martin Jäger				
Dozent:in	Prof. Dr. Martin Jäger				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Organische Spurenanalytik	1	-	-	1
	Prozessanalytische Technologien (PAT)	1			1
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in Methoden der instrumentellen Analytik				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden wenden instrumentell-analytische Methoden auf chemische Prozesse und spurenanalytische Problemstellungen an. Sie planen den Einsatz dieser Methoden für Prozesse und Untersuchungen, die Empfindlichkeit im Spurenbereich erfordern. Sie analysieren und beurteilen Beispiele aus der industriellen Praxis und dem Umweltbereich.				

[Womit]	Die Studierenden erlernen die Vorgehensweisen von prozess- und spurenanalytischen Methodologien und wenden diese auf Praxisbeispiele an. Sie analysieren und bewerten Case studies.
[Wozu]	Die Studierenden können die Messaufgabe definieren, deren Durchführung planen und umsetzen. Sie können Substanzen im Spurenbereich auffinden, identifizieren und quantifizieren. Sie können chemische, biotechnologische und pharmazeutische Prozesse monitoren und Verfahren zu ihrer Regelung entwerfen und einsetzen.
Inhalt	<p>Organische Spurenanalytik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Probenvorbereitung, Matrixabtrennung, Konzentrationsgewinn • Spurenanalytische Verfahren für organische Verbindungen • Methoden der Empfindlichkeitssteigerung • Hyphenated-Techniken • Target und non-target Analyse • Impurity Profiling • Einführung in Metabolite ID und Metabolomics <p>PAT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Prozessanalytik (PAT) • Messaufgabe • in-line, on-line, at-line und off-line Konzepte Variogramme / Theory of Sampling • Prozessanalytik mit spezifischen und integralen Methoden • Prozessanalytik mit ausgewählten spektroskopischen und chromatographischen Methoden • Anwendung von multivariaten Datenanalysemethoden auf spektroskopische Prozessanalysemethoden • Prozessmonitoring und Prozesskontrolle • Fallbeispiele / case studies aus Akademie und Industrie
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotetes 30-minütiges Kolloquium oder benotete 30-minütige Präsentation</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	PDF aus Folien; Fachartikel
Literatur:	<p><u>Organische Spurenanalytik</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Fachartikel aus wiss. Journalen</u> <p>PAT</p> <ul style="list-style-type: none"> • K. Bakeev (ed.) „Process Analytical Technology“ 2nd edition, John Wiley & Sons, Chichester 2010.

	<ul style="list-style-type: none"> • R. Kessler „Prozessanalytik: Strategien und Fallbeispiele“ Wiley-VCH, Weinheim 2006. • W. Kessler „Multivariate Datenanalyse: Für die Pharma-, Bio- und Prozessanalytik“, Wiley-VCH, Weinheim 2006. • Originalartikel aus Fachliteratur und Zeitschriften
--	---

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Hauptseminar Instrumentelle Analytik				
Code-Nr.					
ggf. Untertitel	HSIA				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Instrumentelle Analytik und Umweltschutzanalytik				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Jürgen Schram				
Dozent:in	Prof. Dr. Jürgen Schram				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Hauptseminar Instrumentelle Analytik	2		-	2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	“				
Empfohlene Voraussetzungen	Gute theoretische Kenntnisse der Methoden der Instrumentellen Analytik.				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden beschreiben und erklären die Anwendung instrumentell-analytischer Methoden in unterschiedlichen Anwendungsfeldern. Sie verstehen die Methoden in ihren physikalisch-chemischen Grundlagen, setzen sie unter Berücksichtigung anwendungsspezifischer Rahmenbedingungen sinnvoll ein und vergleichen ihre Möglichkeiten kritisch. Sie beurteilen die Leistungsfähigkeit und Grenzen verschiedener Verfahren und setzen sich mit aktuellen Problemstellungen, neuen Verfahren und innovativen Methoden auseinander.				
[Womit]	Die Studierenden arbeiten mit Vorträgen, Gedankenexperimenten und vertieften				

	Seminar-diskussionen. In Seminarvorträgen wenden sie ihre Präsentations-fertigkeiten an, üben sich in konstruktiv-kritischer Diskussion und entwickeln gemeinsam Lösungsansätze zu praxisrelevanten Fragestellungen. Der Themenkatalog umfasst aktuelle Entwicklungen, neue analytische Verfahren und praxisorientierte Fallbeispiele.
[Wozu]	Die Studierenden können instrumentell-analytische Methoden in unterschiedlichen Anwendungskontexten fundiert bewerten, gezielt auswählen und fachgerecht einsetzen. Sie sind in der Lage, Stärken und Grenzen verschiedener Verfahren zu analysieren, wissenschaftlich zu argumentieren und ihre Ergebnisse adressatengerecht zu präsentieren. Darüber hinaus vertiefen sie ihre Kompetenzen in wissenschaftlicher Diskussion, methodischem Problemlösen und interdisziplinärer Zusammenarbeit.
Inhalt	<p>Im Seminar sollen insbesondere aktuelle Problemstellungen aus der Praxis, sowie neue Methoden und Verfahren diskutiert und bearbeitet werden. Vertiefte Diskussion ausgewählter Themen aus folgendem Themenkatalog:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lebensmittelanalytik ○ Gesundheits- / Arbeitsschutz ○ Indoor-Messungen ○ Arbeitsplatz-Messungen ○ Sicherheitstechnik ○ Medizin / Diagnostik ○ Pharmazie ○ Bioanalytik ○ Materialwissenschaft ○ Elektronikindustrie ○ Korrosion ○ Qualitätskontrolle ○ Prozessanalytik ○ Kosmologie ○ Forensische Analytik ○ Archäometrie ○ Umweltschutz ○ Analytik in der Bauchemie ○ Strahlenschutz ○ Geochemische Analytik
Studien- und Prüfungsleistungen	Benotete 60- minütige schriftliche Modulprüfung oder 45-minütiges Kolloquium gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte des Seminars. Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters festgelegt.

	(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Skizzierte zu vervollständigende Hand-Outs/pdf's werden zur Verfügung gestellt.
Literatur:	<p>Aktuelle Zeitschriften-Literatur zu den o.g. Themen und folgende Lehrbücher</p> <p><u>Skoog; Leary:</u> <u>Instrumentelle Analytik;</u> <u>Springer, Berlin 1996</u></p> <p>Schwedt; Schreiber; Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH, 2007</p> <p>Schwedt, Georg: Analytische Chemie Grundlagen, Methoden und Praxis Stuttgart ; New York Thieme, 1995 ISBN 3-13-100661-7</p> <p>Otto, Matthias Analytische Chemie Wiley-VCH Weinheim: 2006 ISBN 13: 978-3-527-31416-4</p> <p>Karl Cammann (Hrsg.) Instrumentelle analytische Chemie Verfahren, Anwendungen und Qualitätssicherung Heidelberg ; Berlin: Spektrum, Akad. Verl., 2001 ISBN 3-8274-0057-0</p> <p>Bechmann, Wolfgang / Schmidt, Joachim Struktur- und Stoffanalytik mit spektroskopischen Methoden Verlag Teubner, Stuttgart, 2000 ISBN 3-519-03552-9</p> <p>Jürgen Böcker Spektroskopie Instrumentelle Analytik mit Atom- und Molekülspektroskopie Würzburg; Vogel, 1997 ISBN 3-8023-1581-2</p> <p>Schmidt, Werner Optische Spektroskopie, eine Einführung 2. Aufl., Verlag Wiley-VCH Weinheim, 2000 ISBN 3-527-29828-2</p> <p>Hesse, M. ; Meier, H. ;Zeeh, B. Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie</p>

	<p>6., überarb. Aufl. Thieme Verlag, Stuttgart 2002 ISBN 3-13-576106-1</p> <p>C.N. Banwell; E.M. McCash Molekülspektroskopie; Ein Grundkurs Oldenbourg Verlag München Wien 1999</p> <p>Lottspeich, Friedrich \neg[Hrsg.] Bioanalytik Verlag Spektrum, Akad. Verl. Heidelberg 1998 ISBN 3-8274-0041-4</p>
--	---

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Spezielle Methoden der Instrumentellen Analytik 2				
Code-Nr.	2940				
ggf. Untertitel	SIA 2				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Instrumentelle Analytik und Umweltschutzanalytik				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Jürgen Schram				
Dozent:in	Prof. Dr. Jürgen Schram				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Spezielle Methoden der Instrumentellen Analytik 2	2		-	2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Projektmodul SIA 2				
Empfohlene Voraussetzungen	B. Sc. oder B.Eng. mit IA verwandten Inhalten				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden beherrschen eine Auswahl an speziellen Methoden der instrumentellen Analytik und sind in der Lage deren Aufbau und deren funktionelle Begründung causal nachzuvollziehen. Die Veranstaltung vermittelt in Theorie und Praxis die Befähigung die nachfolgend angegebenen Instrumental Analytischen Methoden zu beschreiben, erklärend zu verstehen (Vorlesung und Übung) und sinnvoll anzuwenden (Praktikum). Dabei stehen Datenauswertung und Grenzen der Anwendbarkeit speziell im Fokus.				

[Womit]	<p>Indem sie sich die Wissenschaftlichen Hintergründe und aus diesen ableitend die Funktions-Mechanismen der jeweiligen Methoden erarbeiten und so naturwissenschaftlich kausal nachzuvollziehen und zu analysieren lernen. Dabei identifizieren sie an Beispielfragestellungen die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge sowie Auswertungsstrategien. Die Studierenden können chemischer Analysen mittels instrumentalanalytischer Methoden durchführen, die Resultate mittels einfachen mathematisch-statistischen Methoden auswerten und die Ergebnisse dokumentieren.</p>
[Wozu]	<p>Sie können bei chemisch analytischen Fragestellungen aus den erarbeiteten Methoden sowohl die Einsetzbarkeit und Grenzen der jeweiligen Methoden erkennen. Zudem können Sie die bearbeiteten Methoden erklärend verstehen (Vorlesung und Übung) und somit sinnvoll anwenden (Praktikum), Anwendungsstrategien erarbeiten – aber auch die Anwendungs-Grenzen der jeweiligen Methoden erarbeiten. Die erhaltenen Daten können wissenschaftlich aufgearbeitet und interpretiert werden.</p>
Inhalt	<p>Ausgewählte Kapitel der Instrumentellen Analytik Entwicklung von Analysenstrategien in den Anwendungsbereichen der Instrumentellen Analytik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausgewählte Kapitel spezieller Methoden der Instrumentellen Analytik • Monitore • Gasanalytik • Oberflächenanalyse • (Anorganische) Massenspektrometrie <ul style="list-style-type: none"> ○ MS-Probeneintragstechniken ○ LA-ICP-MS ○ MS-Detektoren • IMS • Mößbauer-Spektroskopie • LIPS/LIBS • Neutronenaktivierung • SERS-RAMAN • Analytik mit Synchrotron-Strahlung • Mobile / Tragbare Analysensysteme • Chemisch-analytische optische Mikroskopie • Standard-Referenz-Materialien • Sensoren • Spezielle Bioanalytik <ul style="list-style-type: none"> ○ Einzelpunkte der Bioanalytik • Allgemeine Technologie <ul style="list-style-type: none"> ○ Pumpen-LC ○ Vakuum-Pumpen • Aktuelle Trends der Instrumentellen Analytik <p>Alle diese Punkte werden in etwa in gleichem Maße vermittelt.</p>

Studien- und Prüfungsleistungen	Benotete 120-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung. Testat*: - (*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Skizzierte zu vervollständigende Hand-Outs/pdf's werden zur Verfügung gestellt.
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Alle nachfolgende Literatur – im Falle von Monographien und Lehrbüchern – in der aktuellsten Auflage</u> • Skoog; Leary: Instrumentelle Analytik; Springer, Berlin 1996 • Schwedt; Schreiber; Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH, 2007 • Schwedt, Georg: Analytische Chemie Grundlagen, Methoden und Praxis Stuttgart ; New York Thieme, 1995 ISBN 3-13-100661-7 • Otto, Matthias Analytische Chemie Wiley-VCH Weinheim: 2006 ISBN 13: 978-3-527-31416-4 • Karl Cammann (Hrsg.) Instrumentelle analytische Chemie Verfahren, Anwendungen und Qualitätssicherung Heidelberg ; Berlin: Spektrum, Akad. Verl., 2001 ISBN 3-8274-0057-0 • Vertiefende Originalliteratur zu den jeweiligen Themen • <u>Vertiefende Originalliteratur zu den jeweiligen Themen</u>

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Spezielle Methoden der Instrumentellen Analytik 2				
Code-Nr.	2960				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Instrumentelle Analytik und Umweltschutzanalytik				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Jürgen Schram				
Dozent:in	Prof. Dr. Jürgen Schram, Prof. Dr. Martin Jäger				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Projekt SIA 2	0	0	6	-
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	0	90	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-				
Empfohlene Voraussetzungen	SIA 1 mit IA verwandten Inhalten				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden beherrschen in der Praxis eine Auswahl an speziellen Methoden der instrumentellen Analytik und sind in der Lage sie gemäß deren Aufbau und deren funktionelle Begründung zum Zwecke von Chemischen Analysen einzusetzen. Die Veranstaltung vermittelt in Theorie und Praxis die Befähigung die nachfolgend angegebenen Instrumental Analytischen Methoden und sinnvoll bestimmungsgemäß anzuwenden (Praktikum). Dabei stehen Datenauswertung und Grenzen der Anwendbarkeit speziell im Fokus.				
[Womit]	Indem sie an anwendungsorientierten analytischen Beispiel-Fragestellungen die wesentlichen praktischen Techniken zunächst unter Anleitung und dann eigenständig anzuwenden lernen. Dabei identifizieren sie				

	an den praktischen Beispielfragestellungen die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge sowie Auswertungsstrategien. Die Studierenden können chemischer Analysen mittels instrumentalanalytischen Methoden durchführen, die Resultate mittels einfachen mathematisch-statistischen Methoden auswerten und die Ergebnisse dokumentieren.
[Wozu]	Sie können bei chemisch analytischen Fragestellungen praxisnah bearbeiten und diesbezügliche Methoden entwickeln. Dabei erkennen sie sowohl die praktische Einsetzbarkeit und Grenzen der jeweiligen Methoden. Zudem können Sie entsprechende wissenschaftliche Anwendungsstrategien erarbeiten – aber auch die Anwendungs-Grenzen der jeweiligen Methoden berücksichtigen. Die erhaltenen Daten können wissenschaftlich aufgearbeitet und interpretiert werden.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Projektpraktikums-Versuche zu folgenden analytischen Fragestellungen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Allgemeines <ul style="list-style-type: none"> ▪ Allg. Prinzipien der Instrumentellen Analytik ▪ Kalibration und Validierung <p>Ausgewählte praktische Versuche (Projektpraktikum) aus unten genannten Bereichen der Kapitel der Instrumentellen chemischen Analytik nach Entwicklung von Analysenstrategien in den nachfolgenden Anwendungsbereichen der Instrumentellen Analytik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausgewählte Kapitel spezieller Methoden der Instrumentellen Analytik • Monitore • Gasanalytik • Oberflächenanalyse • (Anorganische) Massenspektroskopie <ul style="list-style-type: none"> ◦ MS-Probeneintragstechniken ◦ LA-ICP-MS ◦ MS-Detektoren • IMS • Mösbauer-Spektroskopie • LIPS/LIBS • Neutronenaktivierung • SERS-RAMAN • Analytik mit Synchrotron-Strahlung • Mobile / Tragbare Analysensysteme • Chemisch-analytische optische Mikroskopie • Standard-Referenz-Materialien • Sensoren • Spezielle Bioanalytik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Einzelpunkte der Bioanalytik • Allgemeine Technologie

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pumpen-LC ○ Vakuum-Pumpen • Aktuelle Trends der Instrumentellen Analytik
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>5 Kolloquien zu je ca. 15 Minuten</p> <p>Testat*: - (*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Praktikumsaufgaben, so wie skizzierte zu vervollständigende Hand-Outs/pdf's werden zur Verfügung gestellt.
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Alle nachfolgende Literatur – im falle von Monographienn und Lehrbüchern – in derr aktuellsten Auflage</u> • Skoog; Leary: Instrumentelle Analytik; Springer, Berlin 1996 • Schwedt; Schreiber; Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH, 2007 • Schwedt, Georg: Analytische Chemie Grundlagen, Methoden und Praxis Stuttgart ; New York Thieme, 1995 ISBN 3-13-100661-7 • Otto, Matthias Analytische Chemie Wiley-VCH Weinheim: 2006 ISBN 13: 978-3-527-31416-4 • Karl Cammann (Hrsg.) Instrumentelle analytische Chemie Verfahren, Anwendungen und Qualitätssicherung Heidelberg ; Berlin: Spektrum, Akad. Verl., 2001 ISBN 3-8274-0057-0 • Vertiefende Originalliteratur zu den jeweiligen Themen • <u>Vertiefende Originalliteratur zu den jeweiligen Themen</u>

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Probenahme				
Code-Nr.	2950				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen					
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Instrumentelle Analytik und Umweltschutzanalytik				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Jäger				
Dozent:in	Prof. Dr. M. Jäger, Prof. Dr. J. Schram				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Projekt			6	
	Masterseminar				
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	0	90	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen					
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden können Fragestellungen aktueller Forschungs- und Entwicklungsthemen aus dem Bereich Probenahme zur Instrumentellen Analyse strukturiert und selbstorganisiert unter Anwendung von Projektmanagementmethoden kreativ lösen. Sie können die erzielten experimentellen Ergebnisse analysieren, bewerten und in wissenschaftlicher Weise schriftlich und mündlich präsentieren. Zudem können sie konstruktive Beiträge für die Diskussion aktueller wissenschaftlicher Themen formulieren.				
[Womit]	Das Modul bietet den Studierenden vor der Masterarbeit die Möglichkeit, ein abgegrenztes, dem Kenntnisstand der Studierenden angemessenen Fragestellungen der aktuellen Forschung und Entwicklung der Instrumentellen Analytik selbständig im Team zu bearbeiten.				

[Wozu]	Das Projektmodul vertieft die Fähigkeit zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten im Fachgebiet und verstärkt die benötigte Kreativität, Lösungsfähigkeit und Resilienz der Studierenden für die Masterarbeit und eine zukünftige berufliche Tätigkeit. Die Studierenden entwickeln ihre Teamfähigkeit und Teamarbeit weiter.
Inhalt	In der Projektarbeit bearbeiten die Studierenden unter Anleitung, aber weitestgehend selbstständig in Teams, eine Problemstellung aus einem aktuellen Forschungs- oder Praxisthema vertiefend theoretisch und experimentell.
Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftlicher Projektbericht und Vortrag (ca. 20 min.) Notengewichtung: Projektbericht : Vortrag = 1 : 1
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Originalliteratur, Bücher, Patentschriften aus den Themengebieten • Die Literatursuche ist Bestandteil des Projektes

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Umweltschutzanalytik (USA)				
Code-Nr.	2970				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen	Umweltschutzanalytik (USA)				
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Instrumentelle Analytik und Umweltschutzanalytik				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Martin Jäger				
Dozent:in	Prof. Dr. Martin Jäger				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	USA	2	2	-	-
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen	SIA 1, SIA 2				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden kennen die Umweltkompartimente und die Einflüsse menschlicher (industrieller) Aktivitäten auf die Umwelt. Sie lernen ausgewählte, spezifische und komplexe Methoden der Umweltschutzanalytik und deren praktische Anwendung kennen. Sie wählen die geeigneten Analyse- und Probenahmemethoden aus und stellen diese gegenüber.				
[Womit]	Sie werden mit Fallbeispielen aus dem Umweltschutz konfrontiert, erarbeiten im Team den wissenschaftlichen Hintergrund, schlagen Lösungsstrategien vor und analysieren Fallvarianten. Sie beurteilen anhand relevanter Gesetze, Verordnungen und technischer Regeln das Ausmaß der menschlichen Einflüsse. Die Studierenden arbeiten in Teams, wobei Arbeits- und				

	Aufgabenteilung und besonders die Informationsweitergabe über Schnittstellen zwischen den Teams und die Kommunikation der Ergebnisse im Fokus stehen.
[Wozu]	Sie entscheiden über Maßnahmen und planen ggf. deren Durchführung. Sie tun dies vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Verantwortung im Bereich Umweltschutz. Die Studierenden erkennen, dass Umweltanalytik durch einen ausgeprägt fächerübergreifenden Charakter gekennzeichnet ist.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Umweltkompartimente • Probennahme in den Kompartimenten • Analytische Techniken und Methoden in den Kompartimenten • Ökotoxikologie ausgewählter Stoffklassen • Gefährdungsevaluation und -verfahren • Bewertung und Maßnahmen
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 90-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung und Übungen.</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	PDF aus Folien zum Modul
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Heinz, Andreas und Reinhardt, Guido Chemie und Umwelt, 4., aktualisierte und erweiterte Aufl. Vieweg Lehrbuch; Braunschweig, Wiesbaden 1996. • Fent, Karl Ökotoxikologie: Umweltchemie – Toxikologie – Ökologie, 4. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2013 • Originalliteratur

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Projekt Umweltschutzanalytik				
Code-Nr.	2980				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen					
Zuordnung zum Curriculum	Schwerpunktspezifisches Studium Instrumentelle Analytik und Umweltschutzanalytik				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Jäger				
Dozent:in	Prof. Dr. M. Jäger, Prof. Dr. J. Schram				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Projekt			5	
	Masterseminar				1
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	15	75	60		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung					
Empfohlene Voraussetzungen					
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden können Fragestellungen aktueller Forschungs- und Entwicklungsthemen aus dem Bereich Umweltschutzanalytik strukturiert und selbstorganisiert unter Anwendung von Projektmanagementmethoden kreativ lösen. Sie können die erzielten experimentellen Ergebnisse analysieren, bewerten und in wissenschaftlicher Weise schriftlich und mündlich präsentieren. Zudem können sie konstruktive Beiträge für die Diskussion aktueller wissenschaftlicher Themen formulieren.				
[Womit]	Das Modul bietet den Studierenden vor der Masterarbeit die Möglichkeit, ein abgegrenztes, dem Kenntnisstand der Studierenden angemessenen Fragestellungen der aktuellen Forschung und Entwicklung der Instrumentellen Analytik selbständig im Team zu bearbeiten.				

[Wozu]	Das Projektmodul vertieft die Fähigkeit zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten im Fachgebiet und verstärkt die benötigte Kreativität, Lösungsfähigkeit und Resilienz der Studierenden für die Masterarbeit und eine zukünftige berufliche Tätigkeit. Die Studierenden entwickeln ihre Teamfähigkeit und ihre Teamarbeit weiter.
Inhalt	In der Projektarbeit bearbeiten die Studierenden unter Anleitung, aber weitestgehend selbstständig in Teams, eine Problemstellung aus einem aktuellen Forschungs- oder Praxisthema vertiefend theoretisch und experimentell. Zudem muss das Masterseminar besucht werden.
Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftlicher Projektbericht und Vortrag (ca. 20 min.) Notengewichtung: Projektbericht : Vortrag = 1 : 1 Die Teilnahme am Masterseminar ist grundsätzlich verpflichtend. Dabei gilt als an einem Termin teilgenommen, wenn dieser mindestens 75 von 90 min besucht wurde.
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Originalliteratur, Bücher, Patentschriften aus den Themengebieten • Die Literatursuche ist Bestandteil des Projektes

Wahlpflichtmodule:

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Biotechnologische Prozessoptimierung				
Code-Nr.	2010				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Wahlmodul / Wahlpflicht				
Angebotshäufigkeit	Alle 3 Semester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michaela Wagner				
Dozent:in	Prof. Dr. Michaela Wagner, Prof. Dr. Miriam Sari				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Prozessoptimierung der Lebensmittel-Biotechnologie	1			2
	Prozesssimulationen in der Biotechnologie				1
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	-				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden können eine eigenständige Konzeptionierung und Optimierung von Fermentationsprozessen in der Lebensmittelbiotechnologie erarbeiten				
[Womit]	Indem sie verschiedene Prozessführungen der Lebensmittelbiotechnologie vergleichen und selbstständig bewerten, prozesstechnische, biotechnologische und				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

	<p>lebensmittelrelevante Belange im interdisziplinären Team kritisch betrachten und diskutieren, bei einer eigenständigen Recherche die erworbenen Kenntnisse auf neue Prozesse übertragen und ihre Konzeptionierung präsentieren sowie Fermentationssimulationen am Computer durchführen.</p>
[Wozu]	<p>Um innovative und kreative Lösungsansätze der Lebensmittelbiotechnologie in fachübergreifender Teamarbeit formulieren zu können und Fermentationsprozesse digital überführen zu können.</p>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Fermentationsprozesse, Prozessführungen und deren praktische Anwendungen • Screening von Organismen und Produkten, Prozessentwicklung und Prozessanalytik, Auswahl passender Downstreaming Prozesse • Lebensmittelrelevante Beurteilungen biotechnologischer Prozesse im Kontext der Bioökonomie und Nachhaltigkeit, rechtliche Rahmenbedingungen, gesundheitlicher Nutzen, Marketing, Akzeptanz und Verbrauchertrends • Simulation von Fermentationsprozessen
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 30-minütige Abschlusspräsentation. Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	<p>Power-Point aus der Vorlesung</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Chmiel, H.: Bioprozesstechnik, 3. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag • Sahm, H.: Industrielle Mikrobiologie, 1. Auflage Springer Spektrum Verlag • Storhas, W.: Bioverfahrensentwicklung, 2. Aufl. Wiley VCH Verlag GmbH • Ralf Takors: Kommentierte Formelsammlung Bioverfahrenstechnik • Volker C. Hass: Praxis der Bioprozesstechnik mit virtuellem Praktikum • Fachaufsätze

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Chemie und Energie				
Code-Nr.	2011				
ggf. Untertitel	Chemische und physikalische Verfahren zur Energiewandlung und -speicherung				
ggf. Lehrveranstaltungen					
Zuordnung zum Curriculum	Wahlmodul / Wahlpflicht				
Angebotshäufigkeit	Jedes Semester				
Modulverantwortliche(r)	Dr. D. Ebling				
Dozent:in	Dr. D. Ebling				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Chemie und Energie				4
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Technische Chemie, Physikalische Chemie				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Durch Vermittlung von Verständnis und Anwendung chemischer Verfahren und Kreislaufprozesse zur Speicherung und Wandlung von Energie erwerben die Studierenden neben dem chemischen und physikalischen Fachwissen, die Fähigkeit, den Entwicklungsstand von aktuellen Verfahren und Projekten der Industrie in diesem Bereich zu beurteilen, die verschiedenen Stufen vom Laborwissen bis zu einer breiten industriellen Anwendung im wirtschaftlichen Wettbewerb und der damit einhergehenden gesellschaftlichen Relevanz zu bewerten und damit Lösungen für eine Weiterentwicklung des				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

	technologischen Reifegrades auch für unbekannte Verfahren zu entwickeln.
[Womit]	Die Studierenden hinterfragen und klassifizieren eigene Ziele zur Entwicklung erneuerbarer Energie vor dem Hintergrund einer globalen Ökobilanz und der klimatischen Herausforderungen. In einem selbst gewählten Thema werden Inhalte eigenständig von den Studierenden recherchiert, erarbeitet und präsentiert und für eine kritische Auseinandersetzung aufbereitet. Sie sind in der Lage, die erarbeitete Position gegen kritische Argumente auch gegenüber einer größeren Gruppe zu vertreten.
[Wozu]	In Diskussionen sind die Studierenden in der Lage, sowohl die Position des Verfechters wie auch des Gegners einer umstrittenen Thematik aus dem Bereich der chemischen Energiewandlung mit fundierten Argumenten zu untermauern, unabhängig von ihrer persönlichen Meinung, um hieraus ein objektives Gesamtbild zu formulieren
Inhalt	<p>I. Chemische Verfahren zur technischen Energiewandlung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemie und Energie Überblick <ul style="list-style-type: none"> ○ Klimapolitische Ziele, Treibhauseffekt, Herausforderungen der chemischen Energieträger und -Speicher • Aktuell verwendete Energieträger und ihre Herstellung <ul style="list-style-type: none"> ○ Fossile Brennstoffe, Typen, Umwandlung, Radioaktive Energieträger, Biokraftstoffe • Methoden zur Energiewandlung <ul style="list-style-type: none"> ○ Thermodynamische Prozesse ○ Fossile Energiequellen ○ Prinzipien nachhaltiger Stromerzeugung Windkraft, Solarzellen, Biokraftstoffe ○ Prinzipien nachhaltiger Wärmeherzeugung, Solarthermie, Wärmepumpen ○ Kraftstoffe, Benzinersatzstoffe, Dieselerersatzstoffe • Chemische Kreislaufprozesse zur Energiespeicherung <ul style="list-style-type: none"> ○ CO₂-Kreislaufprozesse, Power to Gas, Elektrochemische CO₂-Reduktion ○ Verfahren, Anwendungspotenziale, Zukunftsfähigkeit/Wirtschaftlichkeit • Verfahren zur Herstellung nachhaltiger Brennstoffe <ul style="list-style-type: none"> ○ Chemische Verfahren, Biologische Varianten ○ Anwendungspotenziale, Zukunftsfähigkeit/Wirtschaftlichkeit ▪ Weitere ausgewählte Themen (optional) <ul style="list-style-type: none"> ○ Speicherung von Thermischer Energie

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Physikalische Speicherung ▪ Phase change materials ▪ Als chemische Energie ○ Nutzung von Abwärme ○ Wärmekraftmaschinen (ORC, Stirling, ...) und Anwendungsbereiche ○ Thermoelektrik: Materialien, Bauelemente, Anwendungen ○ Technische Anwendungen von Sorptionskältemaschinen, Kompressorwärmepumpen, Thermoelektrischen Wärmepumpen ○ Systemaufbauten <p>II. Elektrochemische Verfahren zur Erzeugung und Speicherung von Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Elektrochemie <ul style="list-style-type: none"> ○ Elektrochemische Doppelschicht ○ Elektrochemische Thermodynamik ○ Elektrochemische Kinetik ○ Transportprozesse ○ Voltammetrie und andere Messverfahren ○ Halbleiterelektrochemie ○ Photoelektrochemie ○ Technische Anwendungen • Speicherung von elektrischer Energie <ul style="list-style-type: none"> ○ Primärzellen: Alkali-Mangan ○ Sekundärzellen: Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid, Nickel-Cadmium, Lithium-Ionen, Natrium-Schwefel, Redox-Flow ○ Anwendungen: Systemtechnik, Hybridisierung, portable Geräte, Fahrzeugtechnik, regenerative Energien ○ Herstellung, Sicherheitstechnik und Entsorgung Grundlagen und Hintergrund: Materialien und Elektrochemie, Zell- und Batteriekonzepte, Systemtechnik, Anwendungen ○ Aufbau und Funktion von Brennstoffzellen, Komponenten ○ Technischer Wirkungsgrad, Strom-Spannungskennlinien von Brennstoffzellen ○ Messung von Kennlinien, Präparation von Zellen, Analytik, Hybridisierung <p>Elektrochemische Syntheseverfahren (optional)</p>
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>1. 45 minütiger Vortrag zu einem ausgewählten Kapitel aus dem Themenfeld und</p> <p>2. benotete 120-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>

Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Seminarskript und Übungsblätter als pdf-Files auf der Homepage/MoodleLehrvideos und weitere Informationen in der Sciebo- Cloud
Literatur:	<p>Fessmann, Oth: Angewandte Chemie und Umwelttechnik für Ingenieure. Ecomed 2002.</p> <p>Zahoransky (Hrsg.): Energietechnik – Systeme zur Energieumwandlung. Springer Vieweg, 2013</p> <p>Wesselak: Regenerative Energietechnik, Springer Vieweg 2013</p> <p>Adolf J. Schwab: Elektroenergiesysteme: Smarte Stromversorgung im Zeitalter der Energiewende, 6. Auflage, Springer Vieweg 2019</p> <p>Wolfgang Maus: Zukünftige Kraftstoffe, Springer Vieweg 2019</p> <p>Quaschnig: Regenerative Energiesysteme. Hanser, 2013</p> <p>Pleite: Die Zukunft unserer Energieversorgung, Springer, 2014</p> <p>Sternier: Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, Springer, 2014</p> <p>Schwab: Elektroenergiesysteme. Springer 2015</p> <p>Ekardt, Jahrhundertaufgabe Energiewende, Zentrale Politische Bildung, 2015</p> <p>Heuck: Elektrische Energieversorgung. Springer 2013</p> <p>Labuhn, Romberg: Keine Panik vor Thermodynamik! Springer 2012</p> <p>Häberle: Fachwissen Umwelttechnik. Europa Lehrmittel 2011</p> <p>Information zur pol. Bildung, Spektrum der Wissenschaft, Siemens (Pictures of the Future)</p> <p>Hamann/Vielstich, Elektrochemie, Wiley-VCH, 2005</p> <p>Winter, Nitsch: Wasserstoff als Energieträger</p> <p>Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry</p> <p>Kirk, Othmer: Encyclopedia of Chemical Technology</p> <p>Larminie, Dicks: Fuel cell systems explained</p> <p>R. Holze: Leitfaden der Elektrochemie, Teubner-Verlag, Stuttgart 1998 L.F.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trueb und P. Ruetschi: Batterien und Akkumulatoren, Springer, Berlin 1998

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Chemie und Geisteswissenschaften				
Code-Nr.	2012				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen	Archäometrie und Forensik & Ethik der Chemie				
Zuordnung zum Curriculum	Wahlmodul / Wahlpflicht				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Jürgen Schram				
Dozent:in	Prof. Dr. Jürgen Schram				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Archäometrie und Forensik	1			1
	Ethik der Chemie	1			1
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen der Chemie, Grundlagen der Instrumentellen Analytik				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Archäometrie und Forensische Analytik Die Studierenden verstehen die Rolle der Chemie als messende Naturwissenschaft im Umfeld der Archäologie, Restaurierung und Denkmalpflege. • entwickeln die Fähigkeit interdisziplinär kulturhistorische Fragestellungen mit chemisch analytischen Methoden zu untersuchen und die zu den jeweiligen Fragestellungen notwendigen chemisch analytischen Methoden auszuwählen. • entwickeln die Kompetenz Methoden und entsprechende Probenahmetechniken in Hinblick auf Minimalinvasivität zu bewerten und zu optimieren				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

	<p>Ethik der Chemie• verstehen die Rolle der Chemie für Gesellschaft und gesellschaftliche Prozesse• entwickeln die Fähigkeit Wechselwirkung von Chemie und Gesellschaft zu analysieren und differenziert zu betrachten.• werden befähigt Lösungsansätze für entsprechende resultierende Konflikte abhängig von technischen und gesellschaftlichen Rahmenparametern zu entwickeln</p>
[Womit]	<p>Archäometrie und Forensik: sind in der Lage die kulturhistorische Bedeutung eines Objektes zu verstehen und daraus Handlungsgrenzen im chemisch analytischen Vorgehen abzuleiten.• sind in der Lage entsprechende Fingerprint-Aussagen in Hinblick auf archäometrische Fragestellungen mit chemisch analytischen Methoden zu erarbeiten. Sie verstehen die Rolle der Chemie als messende Naturwissenschaft im Umfeld der Forensik. Sie entwickeln die Fähigkeit interdisziplinär forensische Fragestellungen mit chemisch analytischen Methoden zu untersuchen und die zu den jeweiligen Fragestellungen notwendigen chemisch analytischen Methoden auszuwählen.• entwickeln die Kompetenz Methoden und entsprechende Probenahmetechniken in Hinblick auf forensische Fragestellung zu bewerten und zu optimieren</p> <p>Ethik: lernen interdisziplinär zu denken und interdisziplinäre Ansätze gesellschaftlicher Prozesse kritisch einzuschätzen.• lernen Ansätze der Interessenkonflikte anhand ausgewählter praktischer Probleme zu kommentieren und kritisch zu hinterfragen. Dadurch lernen sie den Nutzen solcher Ansätze für die Praxis einzuschätzen.</p>
[Wozu]	<p>Archäometrie und Forensik: sind in der Lage die forensische Bedeutung eines Objektes zu verstehen und daraus Handlungsgrenzen im chemisch analytischen Vorgehen abzuleiten.• sind in der Lage entsprechende Fingerprint-Aussagen in Hinblick auf archäometrische Fragestellungen mit chemisch analytischen Methoden zu erarbeiten• lernen interdisziplinär zu denken und interdisziplinäre Ansätze kritisch einzuschätzen.</p> <p>Ethik: können die Konsequenzen chemischer Entwicklungen in Hinblick auf Nachhaltigkeit und Umweltkonsequenzen einschätzen.• können die unterschiedlichen Prinzipien von langfristiger Schadensvermeidung anhand ethischer Parameter diskutieren und bewerten.• Besitzen ein Handwerkszeug zur gesellschaftlichen Diskussion von Konflikten im Umfeld der Chemie</p>
Inhalt	ARCHÄOMETRIE und FORENSIK

	<p>ARCHÄOMETRIE:</p> <p>Datierungsmethoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • C14-Datierung • Obsidian-Methode • Thermolumineszenz • Isotopenmethoden <p>Prospektionsmethoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gründe für Prospektion • Geomagnetismus • Konduktometrische Methoden <p>Klassifizierungsmethoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Grundlagen • Analytisch chemische Methoden • Analytik der Hauptkomponenten • Analytik der Spurenbestandteile • Isotopenanalytische Methoden • Fingerprinting • Kulturhistorische Interpretationen <p>Restaurierung/Konservierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemische Schadensanalyse • Materialanalyse • Minimalinvasiv vs zerstörungsfrei • Materialalterung und Reversibilität <p>Fälschungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fingerprinting • Alters- und Materialanalyse <p>FORENSIK</p> <p>Spurensicherung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikrospuren • Spurenkonservierung • Tat und Täter Ww <p>Forensische Toxikologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forensische Probenahme • Vergiftungen und ihre Analytik • Rechtsmedizinisches Umfeld • Spezielle forensisch toxikologische Analysenmethoden <p>Drogenanalytik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Illegale Drogen als Substanz • Illegale Drogenkonsum-Nachweise • Alkoholnachweise • Begleitstoffanalytik <p>Kriminaltechnische Analytik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikrospuren • Glas
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • • Lack • • Brandbeschleuniger • Explosivstoffe: • • Schmauchspuren • • Sprengstoffanalytik <p>Produktpiraterie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • Fingerprinting • • Material-Analytik <p>ETHIK IN DER CHEMIE</p> <p>Definition Ethik in:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • Philosophie • • Religion • • Wirtschaft <p>Ethische Zielsetzung im Umfeld der Chemie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • Nachhaltigkeit • • Umweltneutralität • • Kosten/Nutzen • • Soziales <p>Ethische Konflikte im Umfeld der Chemie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • Toxikologie • • Umweltkatastrophen • • Anthropogene Klimaveränderungen • • Ernährung, Agrarchemie und Intensiv-Landwirtschaft • • Chemieunfälle • • Kernchemie • • Bio und Nano – Fluch oder Segen <p>Analytische Instrumente zur Situationsbeschreibung von Konflikten</p> <ul style="list-style-type: none"> • • Werte und deren Wichtung • • Emotionale Bewertungen • • Technologische Bewertungen • • Wirtschaftliche Bewertungen • • Emotion gegen Sachwissen • • Ethik-Gap • • Ethik-Compliance <p>Konfliktlösungsstrategien</p> <ul style="list-style-type: none"> • • Emotion & Sachwissen gegen Sachwissen & Emotion • • Kompromissfähigkeit • • Wechselseitiges Überzeugen vs. juristische Lösung <p>Geschichtliche Beispiele für Konfliktlösungen im Umfeld der Chemie</p>
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 90-minütige mündliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung.</p> <p>Testat*: -</p>

	(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Vorlesungsunterlagen werden ausgedruckt zur Verfügung gestellt.
Literatur:	<u>Archäometrie und Forensische Analytik</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Vorlesungsunterlagen</u> • <u>Diverse Fachartikel</u> Ethik und Chemie Johannes De Graaf, Ethik und Chemie, De Gruyter 2014

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung	Fortgeschrittene Chemische Verfahrenstechnik				
Code-Nr.	2020				
ggf. Untertitel	CVT				
ggf. Lehrveranstaltungen					
Zuordnung zum Curriculum	Wahlmodul / Wahlpflicht				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr.-Ing. habil. Heyko Jürgen Schultz				
Dozent:in	Prof. Dr.-Ing. habil. Heyko Jürgen Schultz				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	CVT	2			2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen					
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden erwerben theoretische und praxisbezogene Kenntnisse über den Aufbau von Chemieanlagen und die Funktion ihrer Komponenten. Sie verstehen, beschreiben, erklären, interpretieren, erläutern und kategorisieren verfahrenstechnische Grundoperationen. Je nach chemisch-verfahrenstechnischer Aufgabenstellung wenden sie die Kenntnisse an, übertragen diese auf andere Sachverhalte, berechnen zugehörige Aufgaben, werten Berechnungsergebnisse aus, evaluieren und wählen Verfahren aus und stellen in Frage kommende, entwickelte Prozesse gegenüber. Die Befähigung zur Beurteilung und Einschätzung und selbstständige Planungsfähigkeit soll vorbereitet werden. Die Studierenden kennen, erinnern und verstehen allgemeine Grundbegriffe, Formalismen und wichtige				

	<p>Grundoperationen (Auswahl) der Verfahrenstechnik. Sie sind in der Lage, die behandelten Prozesse und Apparate in der Betriebspraxis zu differenzieren, auszuwählen, zu konstruieren, anzuwenden, mitzugestalten, einzusetzen, zu übertragen und ggf. zu überwachen. Sie dokumentieren Prozesse und Anlagen in Form von Fließbildern unterschiedlicher Detailtiefe. Durch die Aufnahme, Verarbeitung und Interpretation von chemisch-technischen Messdaten wird die Fähigkeit zum experimentell-ingenieurmäßigen Arbeiten im Bereich der Verfahrenstechnik geschult und das Durchschauen chemisch-technischer Zusammenhänge sowie das Übertragen auf Beispielfälle erweitert.</p>
[Womit]	<p>Dies gelingt, indem sie für wichtige Auslegungs-, Dimensionierungs- und Optimierungsmethoden chemie-/verfahrenstechnische Prozesse und Grundoperationen an Beispielaufgaben die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge identifizieren, diskutieren und veranschaulichen sowie die Formalismen, Formeln und Techniken einüben und anwenden, dabei berechnen und konstruieren sie chemie- und verfahrenstechnische Bauteile, wählen aus und differenzieren diese, erstellen und entwickeln geeignete Anlagenkonzepte und Fließbilder.</p>
[Wozu]	<p>Die Studierenden erlernen damit die notwendigen Kenntnisse, um an ihren zukünftigen Arbeitsplätzen in der chemischen Industrie, Forschungseinrichtungen und Hochschulen die Verwirklichung einer prozessoptimierten, effizienten, energie- und ressourcensparenden, gesetzeskonformen Equipment- und Anlagengestaltung beurteilen zu können sowie durch sicheres, wirtschaftliches Arbeiten nachhaltige Produktionsprozesse zu gewährleisten.</p> <p>Fließbilderstellung führt zu Prozessverständnis und Dokumentationserfahrungen auch im Hinblick auf das Behördenengineering. Mit diesem Modul werden folgende Future Skills bzw. ausgewählte Schlüsselkompetenzen gemäß Definition des Stifterverbandes (https://www.stifterverband.org/future-skills/framework) vermittelt und adressiert: Problemlösungsfähigkeit, Kreativität, Unternehmerisches Handeln und Eigeninitiative, Adaptionsfähigkeit und Durchhaltevermögen im Bereich „Klassische Fähigkeiten“, Digital Literacy, Kollaboration, Agiles Arbeiten und Digital Learning im Bereich „Digitale Grundfähigkeiten“ sowie Kommunikation, Teamarbeit und Projektmanagement im Bereich „Klassische Schlüsselkompetenzen“. Beitrag der Veranstaltung zu den Schwerpunktthemen des</p>

	Fachbereiches: Chemie 4.0, Oberflächen und Nachhaltigkeit.
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung, allgemeine Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> - Was ist Verfahrenstechnik? (Definitionen, Grundbegriffe); Stoff- und Energiebilanzen. - Bestandteile von Chemieanlagen - Fließbilder • Ähnlichkeitslehre: <ul style="list-style-type: none"> - Dimensionsanalyse, dimensionslose Kennzahlen, Maßstabsübertragung • Verweilzeit, Verweilzeitverteilung • Feststoffe: <ul style="list-style-type: none"> - Korngrößenverteilung (RRSB), Klassieren, (Trockenmischen s.u.) • Vereinigen (Mischen): <ul style="list-style-type: none"> - Mischen durch Rühren - Rührkessel, Rührer, Rührströmungen, Rührleistung, Statisches Mischen, Trockenmischen; Mischungszustand (Mischungsgrad) • Trennen: <ul style="list-style-type: none"> - Flüssigkeits-Feststoff-Gemische: <ul style="list-style-type: none"> - Schwerkraftsedimentieren, Zentrifugieren/Hydrozyklonieren, Filtrieren; Trocknen - Gas-Feststoff-Gemische: <ul style="list-style-type: none"> - Zyklonieren, Elektroentstauben - Flüssigkeitsgemische <ul style="list-style-type: none"> - Destillieren, Rektifizieren - Extraktion - Trocknung - Ab- und Adsorption <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Versuche z.B.: Trocknung, Wärmeaustauscher, Suspendieren (Rühren), Verweilzeit (Kaskade), Kreispumpen, Siebanalyse, Flotation, Strömungsmessungen • (Jeweils Messwertaufnahme und ausführliche Auswertung, z.B. mittels „Excel“.)
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 75 minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung.</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	<p>Übungen, Power-Point aus der Vorlesung und Skript, Separate Moodle-Kursräume für Vorlesung und Praktikum. Ausführliche Versuchsbeschreibungen/-anleitungen werden über Moodle bereit gestellt.</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Gesetzestexte (z.B. aus „http://www.gesetze-im-internet.de/aktuell.html“)</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): www.dguv.de</u> • <u>Umwelt-online: www.umwelt-online.de</u> • <u>Diverse aktuelle Normen, Richtlinien und Merkblätter</u> • <u>E. Ignatowitz: Chemietechnik. 13. Aufl., Verlag Europa-Lehrmittel (2022), ISBN: 978-3-8085-8537-5.</u> • <u>W. Hemming, W. Wagner: Verfahrenstechnik. 11. Aufl., Vogel Verlag (2011), ISBN: 978-3-8343-3243-1.</u> • <u>D. S. Christen: Praxiswissen der chemischen Verfahrenstechnik. Springer (2009), ISBN: 978-3-540-88974-8</u> • <u>Zlokarnik, M., „Scale-up“, 2. Auflage, WILEY-VCH, Weinheim, 2005, ISBN: 9783527314225</u> • <u>Judat, H., et al., „Rührtechnik“, Sonderdruck aus Handbuch Apparate, VULKAN, Essen</u> • <u>Zlokarnik, M., „Rührtechnik“, 1. Auflage, Springer, Berlin, 1999</u> • <u>Liepe, F., „Verfahrenstechnische Berechnungsmethoden, T1.4“, VCH, Weinheim, 1988</u> • <u>Matthias Kraume: Transportvorgänge in der Verfahrenstechnik - Grundlagen und apparative Umsetzungen, Springer, ISBN: 978-3-642-25149-8, 2012</u> • <u>VDI-Wärmeatlas in aktueller Ausgabe</u> • <u>H.-D. Bockhardt, P. Güntzschel, A. Poetschukat: Grundlagen der Verfahrenstechnik für Ingenieure, 4. Aufl., Deut. Verl. f. Grundstoffind (2006), ISBN: 978-3527309108.</u> • <u>E. Fitzer, W. Fritz, G. Emig: Technische Chemie. Springer (2013), ISBN: 978-3-662-10229-9</u> • <u>Johann G. Stichlmair, James R. Fair, „Distillation: Principles and Practice“, John Wiley & Sons, 1998</u> • <u>Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry in aktueller Ausgabe</u> • <u>Blass, E.: „Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse“, 2. Aufl., Springer Verlag, Berlin, ISBN 978-3-540-61823-2, 1997.</u> • <u>Vauck, R.A., Müller, H.A.: „Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik“, 11. Aufl., Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Stuttgart, 2000.</u> <p><u>Zusätzlich für das Praktikum:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Patat, Kirchner: Prakt. der Techn. Chemie. 4. Aufl. (oder neuere), de Gruyter (2019), ISBN: 9783111510163</u> • <u>W. Reschitilowski: Techn.-Chem. Praktikum, Wiley-VCH (2002), ISBN: ISBN:9783527306190</u> • <u>VDI-Wärmeatlas in aktueller Ausgabe</u>
--	---

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Grüne Chemie				
Code-Nr.	2013				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen	Grüne Organische und Makromolekulare Chemie, Technische Photochemie				
Zuordnung zum Curriculum	Wahlmodul / Wahlpflicht				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. V. Strehmel				
Dozent:in	Prof. Dr. V. Strehmel, Prof. Dr. B. Strehmel				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Grüne Organische und Makromolekulare Chemie	1			1
	Technische Photochemie	1			1
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	-				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden sind in der Lage die Prinzipien der Grünen Chemie kritisch anzuwenden und umweltfreundliche Prozesse und Technologien sicher auszuwählen und zu planen. Die Studierenden haben ein Verständnis für Licht und dessen Nutzung sowohl in technologischen Prozessen als auch in der Diagnostik entwickelt und können dieses sicher anwenden.				
[Womit]	Indem sie ihr erworbenes anwendungsbereites Wissen zu alternativen Rohstoffquellen für die Gewinnung von Ausgangsstoffen für eine moderne chemische Industrie				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

	effektiv nutzen und ihr entwickeltes Verständnis für eine „ideale grüne Synthese“ sowohl niedermolekularer organischer als auch makromolekularer Stoffe anwenden und indem sie photochemische Prozesse und Technologien planen und modellieren können und gezielt Licht zur Nutzung in modernen Technologien auswählen können.
[Wozu]	Um den grünen Charakter chemischer Reaktionen und Prozesse zu beurteilen und zu quantifizieren und ihre anwendungsbereiten Kenntnisse zu einer „Grünen Synthesechemie“ sicher auf konkrete Aufgabenstellungen anzuwenden und um Licht als Reagenz und Werkzeug in der Diagnostik, der Medizin und in der Biologie sicher anzuwenden..
Inhalt	<p>Grüne Organische und Makromolekulare Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prinzipien einer „Grünen Chemie“ - Umweltfreundlichkeit von chemischen Prozessen - Design einer idealen Synthese - Click-Reaktionen als Beispiel für eine Abfallvermeidungsstrategie - Enzym-katalysierte Reaktionen - Alternative Rohstoffquellen - Energieökonomie - Quantifizierung des „Grünen Charakters“ von chemischen Reaktionen und Prozessen - Anwendung der Prinzipien einer „Grünen Chemie“ auf organisch-chemische Reaktionen und Prozesse - Anwendung der Prinzipien einer „Grünen Chemie“ auf die Synthese und das Recycling von Polymeren <p>Technische Photochemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Industrie 4.0 und lichtgesteuerte Prozesstechnologien - Licht als kleinstes Reagenz und Werkzeug - Lichtquellen (Laser, LEDs, Excimer Strahler, Hg Lampen) - Energieeffizienz und Licht - Quantifizierung photochemischer Prozesse, Quantenausbeuten - Photochemische Synthesetechnologien - Mikroreaktoren in der photochemischen Synthese

	<ul style="list-style-type: none"> - Photochemische Prozesstechnologien - Licht in der Diagnostik und Medizintechnik
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>90 minütige Klausur oder 60 minütige mündliche Modulprüfung. Die Prüfungsform wird vor Beginn der Veranstaltung festgelegt. Die Teilnahme am Seminar ist verpflichtend.</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Folien zur Vorlesung und Vorlesungsunterlagen sofern diese digital vorliegen
Literatur:	<p>Grüne Organische und Makromolekulare Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kamm, Birgit; Gruber, Patrick R.; Kamm, Michael: Biorefineries – Industrial Processes and Products, Vol. 1 u. 2, Wiley-VCH 2006 - Mathers, Robert T.; Meier, Michael, A. R.: Green Polymerization Methods, Wiley VCH 2011 - Fakirov, Stoyko, Biodegradable Polyesters, Wiley-VCH 2015 <p>Technische Photochemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Ab 2024: Bernd Strehmel, Veronika Strehmel, John H. Malpert, <i>Applied and Industrial Photochemistry</i></u> • J. P. Fouassier, J. Lalevée, Photoinitiators for Polymer Synthesis. Scope, Reactivity and Efficiency, Wiley-VCH <p>Bis dahin gelten die folgenden Literaturempfehlungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - R. C. Evans, P. Douglas, H. D. Burrow, Hugh D., <i>Applied Photochemistry</i> - N.J. Turro, J. C. Scaiano, V. Ramamurthy, <i>Principles of Molecular Photochemistry: An Introduction</i> <p>D. Wöhrle, M. W. Tausch, W.-D. Stohrer, <i>Photochemie. Konzepte, Methoden, Experimente</i></p>

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Labormanagement				
Code-Nr.	2014				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen	Seminar Labormanagement				
Zuordnung zum Curriculum	Wahlmodul / Wahlpflicht				
Angebotshäufigkeit	Jedes Semester				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Ebling				
Dozent:in	Dr. Ebling				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Labormanagement				4
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Keine Vorkenntnisse erforderlich, eine persönliche Auseinandersetzung mit der geplanten beruflichen Tätigkeit ist aber hilfreich				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Insgesamt analysieren, planen und beurteilen die Studierenden einen Laboralltag aus Sicht des Laborleiters/ der Laborleiterin. Während des Kursus werden sie mit überraschenden Situationen konfrontiert, zu denen sie Lösungen erproben können.				
[Womit]	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">kennen wesentliche Anforderungen, die bei Führung und Betrieb eines (analytischen) Labors erforderlich sind.führen Rollenspiele zur Personalführung durch und beurteilen situatives Führungsverhalten				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

	<ul style="list-style-type: none"> • planen ein fiktives Projekt. • stellen Formen des Qualitätsmanagements gegenüber • analysieren und beurteilen moderne Wirtschaftssysteme • analysieren internationale Bilanzreporte • erlernen Methoden und beurteilen den Erfolg von Projekten • differenzieren zwischen LIMS und ELN und beurteilen diese für den Einsatz im Labor
[Wozu]	<p>Die Studierenden erwerben damit die notwendigen Kenntnisse, um an ihren zukünftigen Arbeitsplätzen in der chemischen Industrie, Forschungseinrichtungen und Hochschulen qualifiziert Führungsaufgaben zu übernehmen. Sie werden befähigt, mit Standards und Normen zu arbeiten sowie Projekte und Forschungslabore qualifiziert zu führen.</p>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das Thema <ul style="list-style-type: none"> ✓ Programm der Seminarreihe, Erwartungen der Teilnehmer • Unternehmensstrukturen, Organisationseinheiten <ul style="list-style-type: none"> ✓ Funktionaler Aufbau, Business Unit, Matrix ✓ Vision und Mission Statements • Führung und Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> ✓ Rekrutierungsprozesse, Auswahl, Mitarbeitergespräche, Zielvereinbarungen, Leistungsbeurteilung, Belohnungssysteme, Verhandlungen, Managementstile, Selbstorganisation • Projektmanagement <ul style="list-style-type: none"> ✓ Projektmanager Skills, Team Members ✓ Projektplanung und Milestones ✓ Planungstools (Software) • Arbeits- und Umweltschutz im Labor (HSE) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Berufsgenossenschaft, Arbeitsunfälle, Gefährdungsermittlung, Laborrichtlinien (BGI/GUV-I-850-0) (u.a. Gefährliche Arbeiten, Kleidung und persönliche Schutzausrüstung) • Qualitätsmanagement <ul style="list-style-type: none"> ✓ GLP, GMP, ISO 9001 und DIN EN ISO 17025, Akkreditierung, Zertifizierung • Finanzen <ul style="list-style-type: none"> ✓ Arten von Laboratorien, Kostenarten, Planung von Personal- und Sachkosten, Kostenermittlung für Analysen und Berichte, Internationale Bilanzierung, NPV und ROI Berechnungen, Cashflow • Supply Chain / Wertschöpfungskette <ul style="list-style-type: none"> ✓ Supply Chain Management, Modelle, Case Studies • Material- und Informationsfluss

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Abläufe zentral/dezentral, Erstellen von Prüfplänen, Proben- und Informationsfluss im Labor • Labor-Informations- und Managementsysteme (LIMS) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Grundlagen und Systeme, Rohdaten, Auswahl und Beschaffung des LIMS • Exkursion
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 120-minütige schriftliche oder 45 minütige mündliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte des Seminars. Die Prüfungsform wird vor Beginn der Veranstaltung festgelegt.</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Power-Point aus der Vorlesung und Skript, Unterlagen sind im entsprechenden moodle-classroom verfügbar.
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • P. Bamfield: Research and Development Management in the Chemical and Pharmaceutical industry, 2nd edition, Wiley-VCH, Weinheim 2003. • G. Wess: Führung und Management für Naturwissenschaftler, deGruyter, Berlin 2013. • K. G. Liphard: Labormanagement, Wiley-VCH, Weinheim 2014. • <u>Weiterführende Literatur zu den behandelten Themen wird während der Präsenzveranstaltungen bekanntgegeben.</u>

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Mathematische Modelle und Optimierung				
Code-Nr.	2015				
ggf. Untertitel	MMO				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Wahlmodul / Wahlpflicht				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Karlheinz Graf				
Dozent:in	Prof. Dr. Karlheinz Graf				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	MMO	3			1
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Mathematik-Vorlesungen aus dem Bachelor-Studium, Grundkenntnisse Physikalische Chemie				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden sollen Verfahren der numerischen Mathematik und Optimierung kennenlernen und sie auf reale Fragestellungen der Technischen Chemie und verwandter Gebiete anwenden.				
[Womit]	Sie präsentieren alleine oder im Team nach einer digitalen Literaturrecherche dem Plenum anhand eigenständig ausgewählter technischer oder physikochemischer Problemstellungen die Anwendung mathematischer Näherungsverfahren, sowie klassischer und aktueller Optimierungsstrategien. Die Ergebnisse werden kritisch diskutiert und im Hinblick auf Effizienz der jeweiligen Methode eingeordnet und mit anderen				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

	Methoden verglichen und bewertet. Als typische Methoden kommen neben analytischen Rechnungen, auch computergestützte Werkzeuge wie Kurvenanpassungstools oder numerische Näherungsrechnungen mittels Excel oder nach Absprache Programmierertools wie Python und Visual Basic zum Einsatz.
[Wozu]	Dieses Modul befähigt die Studierenden, sowohl in weiterführenden Arbeiten wie Master- oder Doktorarbeiten, als auch im Unternehmen komplexe Prozesse auf der Basis von Fachwissen ökonomisch, sowie ökologisch im Sinne von Ressourcenminimierungen zu optimieren.
Inhalt	<p>Mathematische Modelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Näherungsverfahren: Interpolation und Nullstellen • Numerische Ableitung und Integration • Fortgeschrittene Inhalte zu Skalar- und Vektorfeldern und Anwendung auf Hydrodynamik • Transportprozesse • Numerische Lösung von Differentialgleichungen <p>Optimierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Optimierung • Näherungsverfahren nach Nelder-Mead • Fibonacci-Suche • Weitere aktuelle Methoden als studentische Vorträge
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 120 minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung und Übungen und Präsentation einer Übungsaufgabe und/oder Vortrag über ausgewählte Themen aus einem der beiden Bereiche (unbenotet) Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Übungen, Power-Point aus der Vorlesung und/oder Skript
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <u>U. Hoffmann, H. Hofmann, Einführung in die Optimierung mit Anwendungsbeispielen aus dem Chemieingenieurwesen, Wiley-VCH, Weinheim 1982 (nur in Bibliotheken vorhanden oder gebraucht erhältlich)</u> • <u>W. Krabs, Einführung in die lineare und nicht-lineare Optimierung für Ingenieure, Vieweg + Teubner, Stuttgart 2012.</u> • <u>Th. Unger, S. Dempe, Lineare Optimierung – Modell, Lösung, Anwendung, Vieweg + Teubner,</u>

	<p>Stuttgart 2010 (Beispiele aus den Wirtschaftswissenschaften).</p> <ul style="list-style-type: none"> • K. Marti, D. Gröger, Einführung in die lineare und nichtlineare Optimierung, Physica-Verlag, Heidelberg 2000.
--	--

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Nachhaltigkeit in der industriellen Chemie				
Code-Nr.					
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen	Nachhaltigkeit in der industriellen Chemie; Chemisches Nachhaltigkeitskonzept				
Zuordnung zum Curriculum	Wahlmodul / Wahlpflicht				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester (digital)				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Dozent:in	Prof. Dr.-Ing. Uta Bergstedt, Prof. Dr. Andreas Roppertz, Prof. Dr. Andrea Wanninger				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Nachhaltigkeit in der industriellen Chemie	-			2
	Chemisches Nachhaltigkeitskonzept				2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	-				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• sind in der Lage, die Prinzipien der Nachhaltigkeit in der Chemie, der Biotechnologie und im Chemieingenieurwesen zu erläutern und kritisch zu würdigen.• sind in der Lage, die Grundlagen nachhaltiger chemischer und biologischer Produkt- und				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

	Prozessentwicklung auf eine Konzeptentwicklung anzuwenden.
[Womit]	indem sie die Prinzipien der Nachhaltigkeit in der Chemie, der Biotechnologie und im Chemieingenieurwesen anhand eines Seminars zu den Grundlagen und mit industriebezogenen Fallbeispielen kennen und erarbeiten die Inhalte im wissenschaftlichen Diskurs mit den Lehrenden. Sie spielen in interdisziplinären Gruppen ein digitales Businessplanspiel SusCase zur Entwicklung eines nachhaltigen Produktes. Sie wenden kreatives und unternehmerisches Denken in ihrem Konzept an, das sie am Semesterende vorstellen.
[Wozu]	Sie können die Prinzipien der Nachhaltigkeit auf eigene Konzepte der nachhaltigen Produkt- und Prozessentwicklung im industriellen Kontext der Chemie, der Biotechnologie und des Chemieingenieurwesens anwenden.
Inhalt	<p>Nachhaltigkeit in der industriellen Chemie: (asynchron - Moodle, digital und live - Zoom):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzipien der Nachhaltigkeit • UN-Nachhaltigkeitsziele • Indikatoren für Nachhaltigkeit in Chemie und Chemieingenieurwesen • Nachhaltige (bio)chemische Produktentwicklung • Nachhaltige (bio)chemische Verfahrensentwicklung • Circular Economy (Zirkuläre Wertschöpfung) • Grundlagen des Life Cycle Assessments • Fallstudien - Industrielle Beispiele aus der: <ul style="list-style-type: none"> - Biotechnologie - Organischen Chemie und Kosmetikchemie - Technischen Chemie/Chemischen Technik <p>Chemisches Nachhaltigkeitskonzept:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführungsphase: Team building (Studierende und MentorInnen) und Ideenentwicklung • Digitales Businessplanspiel SusCase (10 Steps) <ul style="list-style-type: none"> - Das Planspiel wird Moodle-basiert gespielt - Gruppen zu 4-6 Studierenden - 10 Steps, einer pro Woche - Inhalt: Entwicklung eines nachhaltigen Waschmittels • Konzepterarbeitung in gemischten Gruppen von 4-6 Studierenden (M. Sc. und M. Eng.) <p>Schlüsselqualifikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Problemlösungsfähigkeit ➤ Kreativität ➤ Unternehmerisches Handeln und Eigeninitiative ➤ Adaptionsfähigkeit ➤ Durchhaltevermögen ➤ Digital Literacy

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kollaboration ➤ Digital Ethics ➤ Kommunikation ➤ Teamfähigkeit ➤ Projektmanagement
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete mündliche Gruppenpräsentation während 30 min. gemäß der Prüfungsordnung und Note aus SusCase (50%). Wertung: 50 % der Note. Mündliche Prüfung während 30 min. gemäß der Prüfungsordnung. Wertung: 50 % der Note.</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Moodle-Kursplattform, Power Point, digitale Medien, Bücher, Fachzeitschriften, Firmeninformationen
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • www.suschem.org • www.chemiehoch3.de • Cavani, F.; Centi, G.; Perathoner, S.; Trifiró, F. (eds.): Sustainable Industrial Chemistry - Principles, Tools and Industrial Examples, Wiley-VCH, Heidelberg, 1. Auflage 2009 • Türk, O.: Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Grundlagen – Werkstoffe – Anwendungen, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2014. • Nachhaltigkeitsstrategien und -berichte von Unternehmen (biotechnologische und chemische Industrie, Konsumgüterindustrie)

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Nanotechnologie				
Code-Nr.	2017				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Wahlmodul / Wahlpflicht				
Angebotshäufigkeit	Jedes Sommersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Reza Saadat				
Dozent:in	Prof. Dr. Karlheinz Graf, Prof. Dr. Reza Saadat				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Nanotechnologie	-			2
	Festkörperphysik	1,5			0,5
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen der Synthesechemie und der Mathematik				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Seminar Nanotechnologie: Die Studierenden stellen mit Hilfe des Dozenten einen Vortrag zusammen, welches im Team von ca. 2 Studierenden geschieht und in dieser Konstellation auch vorgetragen wird. Sie erarbeiten Sachverhalte, werten diese aus und überprüfen diese auf ihre Plausibilität. Festkörper: Die Studierenden erfahren anhand ausgewählter Kapitel der Festkörperphysik, wie der Aufbau der Materie zu typischen physikochemischen Eigenschaften der festen Stoffe auf verschiedenen Längenskalen führt.				
[Womit]	Seminar Nanotechnologie: indem sie anhand der vom Dozenten aufgelisteten Themen eine Literaturrecherche				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

	<p>und Zusammenstellung vorbereiten, diese in Themen aufteilen und in einem Vortrag ausarbeiten. Hier werden sowohl Lehrbücher als auch andere wissenschaftliche Veröffentlichungen (Fachjournale, Patente, etc) herangezogen, so dass der Wissensstand immer aktuell gehalten wird. Anhand von Übungen werden typische Beispiele für Festkörpereigenschaften berechnet, entweder manuell oder mittels Datenprogrammen wie Excel, und der Bezug zur Nanotechnologie diskutiert.</p>
[Wozu]	<p>Seminar Nanotechnologie: Die Studierenden sind in der Lage komplexe Inhalte aus den unten genannten Themen in Vortragsform verständlich – auch in englischer Sprache – wiederzugeben. Sie würdigen kritisch das Ergebnis in der Gruppe und ziehen Schlüsse aus den Resultaten, wobei auch weiterführende Ideen/Konzepte erschlossen und kommuniziert werden sollen. Sie beschäftigen sich stets mit den neuesten Erkenntnissen auf dem Gebiet der Nanotechnologie und ermitteln aktuelle Inhalte aus diversen Quellen. Auf Basis des theoretischen Verständnisses von Festkörpereigenschaften können neuartige Nanomaterialien entwickelt und ihre Eigenschaften vorhergesagt werden. Dies ermöglicht die Weiterentwicklung von Funktionsmaterialien in der Praxis.</p>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Nanoskala, Nano vs. Bulk • Effekte der Nanoskala auf Physik, Chemie und Biologie • Synthese Labor, Synthese im techn. Maßstab • Nachhaltige Produkte und Technologien • • Festkörper: • Kristallstrukturen • Arten von Wechselwirkungen • Mechanische Eigenschaften • Schwingungsmoden (Phononen) • Thermische Eigenschaften • Elektronen und Energiebänder
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benoteter 30-minütiger Vortrag gemäß Prüfungsordnung und Teilnahme an Übungen (unbenotet)</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	<p>Power-Point aus dem Seminar, selbstzusammengestellte Literatur</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Kulkarni. S.K.: Nanotechnology: Principles and Practices, 3. Aufl., Springer Verlag, 2015.

	<ul style="list-style-type: none"> • Hollemann-Wiberg: Lehrbuch der anorganischen Chemie, Fortführung durch N. Wiberg, 102. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin, 2007. • C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, 15. Aufl., Oldenbourg, München 2013. • N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Festkörperphysik, 2. Aufl., Walter de Gruyter Oldenburg, München 2005. • H. Ibach, H. Lüth, Festkörperphysik, 7. Aufl., Springer, 2009. • K. Kopitzki, P. Herzog, Einführung in die Festkörperphysik, Springer, Heidelberg 2017.
--	---

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Toxikologie				
Code-Nr.	2018				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Wahlmodul / Wahlpflicht				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michaela Wagner				
Dozent:in	Prof. Dr. Michaela Wagner				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Toxikologie	2			2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse Chemie				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden verstehen typische toxische Wirkmechanismen und können Gefahren spezifischer Stoffgruppen bewerten.				
[Womit]	Indem sie in Beispielaufgaben mit Modellsubstanzen stattfindende toxikokinetischen Prozesse bestimmen und durch das Erkennen spezifischer Wirkmechanismen Effekte auf Organismen und Umwelt bewerten und diskutieren				
[Wozu]	Um gesundheits- oder umweltgefährliche Substanzen zu erkennen und Risiken einzuschätzen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none">• Toxikokinetik• Toxikodynamik				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis-Wirkungsbeziehungen • Organsysteme • Ökotoxikologie • Testsysteme und Modellorganismen • Risikoabschätzung
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 60-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung (50%) und benotete 20-minütige Präsentation eines ausgewählten Themas (50%).</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Power-Point aus der Vorlesung, ausgewählte Fachliteratur
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Fent, Karl (2013). <i>Ökotoxikologie: Umweltchemie-Toxikologie-Ökologie</i>. Georg Thieme Verlag. • Barth, H., K. Ernst und P. Papatheodorou (2022). <i>Toxikologie für Einstieger</i>. Berlin, Heidelberg, Springer. • Marquadt, Hans und Siegfried G. Schäfer (1994). <i>Lehrbuch der Toxikologie</i>. Mannheim, BI-Wissenschaftsverlag.

Studiengang	M.Sc. Angewandte Chemie / M.Eng. Chemieingenieurwesen ¹				
Modulbezeichnung	Umweltverfahrenstechnik				
Code-Nr.	2019				
ggf. Untertitel	UVT				
ggf. Lehrveranstaltungen	-				
Zuordnung zum Curriculum	Wahlmodul / Wahlpflicht				
Angebotshäufigkeit	Jedes Wintersemester				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andreas Roppertz				
Dozent:in	Prof. Dr. K. Hoffmann-Jacobsen, Prof. Dr. A. Roppertz, Dr. D. Ebling				
Sprache	deutsch				
Lehrform / SWS	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Umweltverfahrenstechnik	2			2
Arbeitsaufwand / h	Präsenzstudium	Praxis	Eigenstudium		
	60	0	90		
Kreditpunkte	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine				
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen der Verfahrenstechnik und der Analytik				
Modulziele und angestrebte Kompetenzen					
[Was]	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Umweltverfahrenstechnik auf dem Gebiet der Rohstoffgewinnung, Produkterzeugung und Recycling sowie der Abwasser- und Abluftbehandlung technischer Prozesse.				
[Womit]	indem sie die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge der Umweltverfahrenstechnik erlernen. Anhand vorgegebener Beispiele identifizieren und diskutieren die Studierenden im Seminar die Problemstellung und erarbeiten eigenständig Lösungsansätze.				

¹ Verwendbarkeit des Moduls in beiden angegebenen Studiengängen

[Wozu]	Sie können die Wertigkeit und Bedeutung von Stoffen und/oder Produkten während ihres Lebenszyklus einschätzen. Sie erhalten einen Überblick über die globale Verteilung von Rohstoffen, deren Gewinnungsprozessen und Nutzung. Ferner können sie für zukünftige Herausforderungen Stoffkreisläufe schließen, indem sie die technische Realisierung der stofflichen Nutzung und Aufbereitung von Rest-/Abfall- und Spurenstoffen beherrschen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Globale Rohstoffverteilung • Gewinnung von Rohstoffen für die industrielle Nutzung • Ansätze zur Nachhaltigkeit bei der Rohstoffgewinnung • Produktrecycling • Schadstoffminderung aus industriellen Abgasen • Weitergehende Abwasserbehandlung • Abwasserrecycling • Abwasser und Energie
Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Benotete 120 minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung und Übungen.</p> <p>Testat*: -</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §18 PO)</p>
Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Übungen, Power-Point aus der Vorlesung und Skript
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Hans Martens, Recyclingtechnik, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 2011 • Ulrich Förstner, Stephan Köster, Umweltschutztechnik, Springer Vieweg, 2018 • S. Wagner, N. Graf, H. Böchzelt, H. Schnitzer, Nachwachsende Rohstoffe für die chemische Industrie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 30/2005 • Wilhelm Keim, Dr. Michael Röper, Rohstoffbasis im Wandel, Dechema Positionspapier 2010 • Rolf Stiefel, Abwasserrecycling: Technologien und Prozesswassermanagement, Springer Verlag, Berlin. • Diverse DWA-Regelwerke zum Bau und Betrieb von Abwasseranlagen • Pinnekamp et al.: Energie und Abwasser Handbuch NRW; MULNV NRW, Düsseldorf, 2017.