

Modulhandbuch

(Version 22-09-2023)

Master (M.Eng.) - Studiengang Chemieingenieurwesen

Wahlmodulgruppen

Technische Chemie

Lackingenieurwesen

Inhaltsverzeichnis

Optimierung	4
Chemometrie & Versuchsplanung (DOE)	4
Programmierung und Numerik	4
Umwelt und Recht	8
Luftreinhaltung	8
REACH	8
Toxikologie	8
Marketing und Personalmanagement / -führung	12
Prozesskunde und Katalyse	15
Prozesskunde	15
Katalyse	15
Theorie und Anwendung der Spektroskopie	19
Quantenmechanik und Atomphysik	19
Prozessanalytik	19
Grüne Chemie	21
Grüne Organische und Makromolekulare Chemie	21
Technische Photochemie	21
Surface Science	25
Kolloid-und Grenzflächenchemie	25
Oberflächenanalytik	25
Biotechnik	29
Mikrobiologie	29
Bioverfahrenstechnik	29
Chemie und Geisteswissenschaften	32
Archäometrie und Forensische Analytik	32
Ethik der Chemie	32
Röntgendiffraktometrie	36
Nachhaltigkeit in der industriellen Chemie	38
Chemie und Energie	41
Modellierung, Numerische Optimierung und Automatisierungstechnik (MNOA)	46
Erstellung mathematischer Modelle	46
Numerische Optimierung	46
Automatisierungstechnik	46
Anlagenplanung und Konzessionierung	53
Anlagenplanung	53
Konzessionierung	53
Technische Chemie	58
Technische Chemie I (MVT)	58
Technische Chemie II (TVT)	58

Reaktionstechnik und Verfahrensentwicklung	64
Reaktionstechnik II	64
Verfahrensentwicklung	64
Lackchemie II	67
Monomere und Polymere	67
Lackanalytik	70
Lackprüf- und Messtechnik	70
Elektrochemie und Transportprozesse	70
Methoden der physikalischen Chemie	70
Beschichtungstechnologie	74
Untergründe und Vorbehandlung	74
Korrosions- und Bautenschutz	74
Lackchemie III	78
Lackrohstoffe II	78
Lackformulierung	78
Lacktechnologie II	83
Herstellungsverfahren	83
Lackprozesskunde	83
Applikationsverfahren	83
Vertiefungspraktikum	86
Projektmodul	88
Masterarbeit	90
Masterarbeit	90
Kolloquium	90

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Optimierung				
Code-Nr.:	4610 (Modul), 4611 (Prüfung)				
ggf. Untertitel	Chemometrie & Versuchsplanung (DOE) Programmierung und Numerik				
ggf. Lehrveranstaltungen:					
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Cleve				
DozentIn:	Prof. Dr. Cleve				
Sprache:	Deutsch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Angewandte Chemie und M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Chemometrie & DOE	2	-	-	1
	Programmierung & Numerik	2			1
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Chemometrie & DOE	51		54	
	Programmierung & Nummerik	51		54	
Kreditpunkte:	7 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	Mathe-, Physik- und DV-Vorlesung, Physikalische Chemie				
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Mit erfolgreichem Abschluss des Kurses werden die Teilnehmenden in der Lage sein:</p> <p>Excel als Tool zur Datenauswertung, Visualisierung und zur Lösung statistischer und mathematischer Fragestellungen der Chemometrie und Versuchsplanung zu nutzen.</p> <p>Statistische Verteilungsfunktionen und Prüfmethode auf Fragestellungen unterschiedlicher chemischer Branchen auszuwählen und anzuwenden.</p> <p>Fehlerrechnung, Fehlerfortpflanzung und Kalibriergeradenverfahren nach DIN sicher zu beurteilen und zu beherrschen.</p> <p>Lineare-, nichtlineare-, multiple lineare Regressionen zur Berechnung der Regressionskoeffizienten von Modellfunktionen sicher zu nutzen und gegenüber stellen zu können.</p> <p>Versuchspläne 1. und 2. Ordnung sowie Mischungspläne zu planen, aufzustellen, zu berechnen und kritisch zu bewerten.</p>				

	<p>Methoden der Versuchsplanung optimiert auf eigene Fragestellungen weiterzuentwickeln um daraus Rückschlüsse zur Optimierung zu erhalten.</p> <p>Die mathematischen Algorithmen zur multivariaten Datenanalyse zur Auswertung großer Datenmengen zu beurteilen und verwenden.</p> <p>Um den Stellenwert der Programmierung & Numerik unter Visual Basic in der chemischen Industrie zu betonen, wird die Umsetzung der Lerninhalte an praxisnahen Beispielen aus den Bereichen der Verfahrenstechnik, Chemometrie und Instrumentellen Analytik festgemacht und gegenübergestellt.</p> <p>Die Studierenden haben fundierte Kenntnisse über die Programmierung numerischer Lösungs- und Berechnungsverfahren unter Visual Basic. Sie sind in der Lage nach Abschluss der Veranstaltung umfangreiche Programmierungen auf andere Sachverhalte der chemischen Praxis im beruflichen Alltag zu planen, kritisch zu bewerten, zu übertragen und in Software umzusetzen.</p>
<p>Inhalt</p>	<p>Warum Versuchsplanung; Vorgehensweise im Überblick, Ziel- und Einflussgrößen Datenquellen & Vorbehandlung, Transformationen, Excel & VBA Datensortierung, grafische Visualisierung von Messdaten & Funktionen, 3 D-Diagramme, Balken- & Säulen-diagramme, Fehlerindikatoren, Numerisches Integrieren & Differenzieren, Matrizenrechnung, Gleichungssysteme, Transzendente Gln., Solver unter Excel Daten, Häufigkeitsdiagramme, Median-Statistik, Streumaße, Verteilungsfunktionen (Binominal-, Normal-, t-, F-, Poisson-, Chi- Quadrat-, Weibullverteilung), Vertrauensintervalle Prüfverfahren, Testen von Hypothesen und Verteilungen, Einseitiger-, Zweiseitiger t-Test, Mittelwerte, Chi Quadrat, p-Werte, einfache und zweifache Varianzanalyse, Wahrscheinlichkeitsnetz, Korrelationsmatrix Ausreißer, Fehlerfortpflanzung Lineare- nichtlineare Regression, Kalibriergeradenverfahren, Nachweis-, Erfassungs-, Bestimmungsgrenze, Vertrauensintervall der Vorhersage und Parameter mit Signifikanzüberprüfung, Konfidenzbänder Verallgemeinerung der Geradenregression, multiple lineare Regression, Residuenanalyse, Signifikanz der Koeffizienten Voll- und Teilfaktorielle Versuchspläne, Konstruktionsprinzip, Berechnung der Effekte und Regressionskoeffizienten, Varianzanalyse, Vertrauensbereiche, Mittelwertabweichung Überblick Versuchspläne (z.B. 2³-, zentral zusammengesetzte-, D-optimale-, Mischungspläne usw.), Koeffizientenberechnung unter Excel, Signifikanz der Parameter, Optimierungsmöglichkeiten, Nutzung von DOE-Software an praktischen Beispielen, Softwareüberblick, Validierung Hauptkomponentenanalyse, Eigenwerte, Eigenvektoren,</p>

	<p>Nipals-Algorithmus, Hauptkomponentenregression</p> <p>Die inhaltlichen Schwerpunkte sind wie folgt gegliedert.</p> <p>Vertiefte Kenntnisse der Visual Basic und Makroprogrammierung insbesondere unter Excel</p> <p>Programmcode zu Matrizenberechnungen (Addition/Subtraktion, Transponierung/Multiplikation und Invertierung, Eigenwerte, Eigenvektoren)</p> <p>Algorithmen zur Lösung von linearen und nichtlinearen Gleichungen sowie Gleichungssystemen</p> <p>Numerische Differentiation- und Integrationsverfahren von Funktionen einer und mehrerer Veränderlichen</p> <p>Runge Kutta-Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen (DGLn.) 1. und 2. Ordnung und Numerik zur Lösung von partiellen DGLn</p> <p>Umsetzung der Numerik im Programmcode zu linearen, nicht linearen und multiplen linearen Regression, sowie die Methoden der Hauptkomponentenanalyse (Nipals-Algorithmus) und Hauptkomponentenregression</p> <p>Im Seminar können Beispiele aus den entsprechenden Schwerpunktbereichen z.B. zu Transportphänomenen, Versuchsplanung, Bilanzierung, Optimierung, Fouriertransformspektroskopie und Chemometrie eigenständig ausgewählt, geplant, programmiert und präsentiert werden.</p>
<p>Studien- Prüfungsleistungen:</p>	<p>Benotete 90-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung unter Anwendung von Excel mit Visual Basic über die Inhalte der Vorlesungen und Seminare</p> <p>Voraussetzung zur Klausurteilnahme ist das Testat zu:</p> <p>Programmierung & Numerik Es beinhaltet die Bearbeitung von Programmieraufgaben und die Erstellung einer VBA-Projektarbeit mit Präsentation</p> <p>Chemometrie & DoE Es beinhaltet die Auswertung eines statistischen Versuchsplans</p>
<p>Vorlesungs- und Übungsunterlagen:</p>	<p>Vorlesungsskript und Übungsblätter als pdf-Files auf der Homepage</p> <p>Lehrvideos und Excel-Berechnungsvorlagen in der Sciebo-Cloud</p>
<p>Literatur</p>	<p><u>M. Otto, Chemometrie, Statistik und Computereinsatz in der Analytik, Weinheim, VCH, 1997, ISBN 3-527-28837-6</u></p> <p>W. Kleppmann, Taschenbuch Versuchsplanung, Hanser-Verlag, 6. Auflage, 2009, Carl Hanser Verlag München Wien, ISBN 978-3-446-42033-5</p> <p>C. Gundlach, Entwicklung eines ganzheitlichen Vorgehensmodells zur problemorientierten Anwendung der</p>

	<p>statistischen Versuchsplanung, kassel university press GmbH, Kassel 2004, ISBN 389958-068-0</p> <p>T. Wember, Technische Statistik und statistische Versuchsplanung Bestellung: http://www.versuchsplanung.de/kompetenz/dr-theo-wember</p> <p>M. Monka, Statistik am PC, 5. Auflage, 2008, Carl Hanser Verlag München, ISBN 978-3-446-41555-3</p> <p>H. Martens und T. Naes, Multivariate Calibration., John Wiley & Sons. Ltd. (1993), New York</p> <p>K. Danzer, H. Hobert, C. Fischbacher, K.-U. Jagemann, Chemometric, Grundlagen und Anwendungen, Springer 2001, ISBN 3-540-41291-3</p> <p>B. Held, VBA mit Excel; Rheinwerk-Verlag 2013, ISBN 978-3-8362-2579-3</p> <p>M. Weber, M. Breden, Das Excel-VBA Codebook, Addison Wesley Verlag, 2005, München, ISBN 3-8273-323-568</p> <p><u>S.Wang, W. Schmidt, Berechnungen in der Chemie und Verfahrenstechnik mit Excel und VBA, Wiley VCH, Weinheim, 2015, ISBN 978-3-527-33716-3</u></p> <p>M. Otto, Chemometrie, Statistik und Computereinsatz in der Analytik, Weinheim, VCH, 1997, ISBN 3-527-28837-6</p> <p>W. Dahmen, A. Reusken, Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008, ISBN 978-3-540-76493-9</p>
--	---

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Umwelt und Recht				
Code-Nr.:	4620 (Modul), 4621 (Prüfung)				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Luftreinhaltung REACH Toxikologie				
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Dr. Ebling				
DozentIn:	Dr. Ebling, Prof. Dr. Dornbusch, Prof. Dr. Nickisch-Hartfiel				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Angewandte Chemie und M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Luftreinhaltung	2	-		-
	REACH	2	-		
	Toxikologie	2			
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Luftreinhaltung	34		36	
	Chemikalien- und Umweltrecht	34		36	
	Toxikologie - alte Bewertung	34		36	
Kreditpunkte:	7 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundvorlesungen in Mathematik, Physik und Chemie				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden kennen die chemischen Zusammenhänge von Schadstoffentstehung, Ausbreitung und Wirkung auf die Umwelt. Sie lernen analytische Methoden zur Bestimmung von Schadstoffen und moderner Minderungstechniken für ausgewählte Schadstoffe kennen, insbesondere im Hinblick auf die gesetzlichen Vorgaben.</p> <p>Sie verstehen die gesamtheitliche Betrachtung aller Aspekte zur Vermeidung von Luftschadstoffen unter Berücksichtigung der gesetzlichen Grundlagen des Immissionsschutzes.</p> <p>Sie haben einen umfassenden Überblick über die</p>				

	<p>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.</p> <p>Die Studierenden erhalten einen Überblick über das aktuelle europäische und deutsche Chemikalienrecht und können Stoffe und deren rechtliche Situation einordnen. Sie sind in der Lage einen Stoff zu registrieren und deren mögliche Verwendung im europäischen Raum unter Beachtung der Expositionsszenarien abzuschätzen.</p> <p>Es werden Zusammenhänge zwischen chemischer Struktur und Wirkmechanismen von Chemikalien, Wirkstoffen und toxischen Substanzen auf Lebewesen beschrieben.</p> <p>Ausgewählte Testsysteme, mit denen die biologische Wirkung und Toxizitäten qualitativ und quantitativ beurteilt werden können, werden gegenübergestellt und deren Aussagekraft beurteilt.</p> <p>Die Wechselwirkungen von molekularen Wirkmechanismen, insbesondere die Metabolisierung toxischer Substanzen und die daraus resultierenden Schädigung, Anreicherung bzw. Ausscheidung aus dem Organismus werden erläutert.</p> <p>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.</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">• Internationale Übereinkommen,• Grundlagen des europäischen Chemikalienrechts REACH• Prinzipien zur Registrierung von Stoffen• Grundlagen der CLP-VO• Deutsche Gesetze/Verordnungen die EU-Recht in nationales Recht implementieren, Analytische Methoden zur Einstufung von Chemikalien <p>Toxikologie:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Toxikokinetik • Toxikodynamik - Aufnahmepfade, Verteilung • Vorstellung der üblichen Toxizitätstests - Dosis-Wirkungsbeziehung • Risikoabschätzung • Fremdstoffmetabolismus • Entgiftungsmechanismen • Oxidativer Stress • Wirkung toxischer Stoffe im Organismus (Organtoxizität) - Haut, Lunge, Leber, Niere • Gentoxizität Teratogenität.
Studien- Prüfungsleistungen:	Benotete bis zu 180 minütige schriftliche Modulprüfung oder 60 minütige mündliche Modulprüfung oder benotete Studien- oder Hausarbeit oder Vortrag gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesungen. REACH Testat (Seminarvortrag)
Vorlesungs- und Praktikumsunterlagen	Unterlagen sind von der Homepage als pdf-Datei herunterladbar oder werden als skizzierte, zu vervollständigende Hand-Outs ausgegeben.
Medienformen:	PowerPoint-Präsentation, Folien, Tafel, Flip-Chart
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>Toxikologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Marquardt, Schäfer: Lehrbuch der Toxikologie,</u>

	<p><u>wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2013</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Eisenbrand, Toxikologie für Naturwissenschaftler und Mediziner: Stoffe, Mechanismen, Prüfverfahren, Wiley-VCH, 2001• Führmann: Allgemeine Toxikologie für Chemiker, Springer Vieweg, 1999• Aktories, Klaus (Herausgeber): Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, Urban und Fischer, 2013• Wolfgang Dekant :Toxikologie - Eine Einführung für Chemiker, Biologen und Pharmazeuten, Springer Spektrum, 2010• Zeitschriften• Peter Kurzweil:Toxikologie und Gefahrstoffe - Gifte - Wirkungen – Arbeitssicherheit, Europa Lehrmittel, 2013
--	---

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Marketing und Personalmanagement / - führung				
Code-Nr.:	4630 (Modul), 4631 (Prüfung)				
ggf. Untertitel	Externe und interne Kunden begeistern				
ggf. Lehrveranstaltungen:	Marketing, Personalmanagement / -führung				
Semester:	1. und 2. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Dr. Gallert				
DozentIn:	Dr. Gallert				
Sprache:	deutsch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Angewandte Chemie M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Marketing, Personalmanagement, Personalführung		-		4
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Marketing, Personalmanagement, Personalführung	68		112	
Kreditpunkte:	6 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Kenntnisse in den Bereichen: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Internes Rechnungswesen, Externes Rechnungswesen und Finanzierung / Investition				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können die Grundlagen des Marketing entlang eines Marketingkonzeptes erklären und auf neue Gegebenheiten übertragen, um CI, Marktforschung, Strategien, Maßnahmen und Kontrolle zu planen. Sie können bestehende Marketingkonzepte beurteilen, um Verbesserungsvorschläge zu entwickeln.</p> <p>Sie sind in der Lage, Strategien und Maßnahmen im Rahmen des Personalmanagements zu entscheiden, zu planen und deren Umsetzung vorzubereiten.</p> <p>Sie können Vorgehensweisen im Rahmen der Personalführung beurteilen und kritische Empfehlungen abgeben.</p> <p>Sie kennen die Aspekte des Neuro Leadership und dessen Grundlage.</p>				
Inhalt:	<p>Marketing</p> <p>1.1 Vision, Leitbild & Corporate Identity (CI)</p> <p>1.2 Marktforschung</p> <p>1.3 Strategien im Bezug auf Kunden</p> <p>1.4 Strategien im Wettbewerb</p> <p>1.5 Produkt - und Preispolitik</p>				

	<p>1.6 Kommunikations- und Vertriebspolitik 1.7 Kontrolle 2. Personalmanagement 2.1 Employer Branding 2.2 Personalgewinnung 2.3 Personalentwicklung 2.4 Personalcontrolling 2.5 Sonstige Aspekte 3. Personalführung 3.1 So „ticken“ Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter 3.2 Managementkonzepte 3.3 Führungsstile 3.4 Neuro Leadership und weitere neuronale Aspekte</p>
Studien- Prüfungsleistungen:	<p>Die Prüfungsleistung besteht in einer Portfolio Prüfung. Hierzu werden kompetenzorientierte Prüfungsleistungen während des Semesters erbracht, bewertet und zu einer Gesamtnote zusammengefügt. Informationen zu den präzisen Prüfungsbedingungen werden Online und in der ersten Veranstaltung bekanntgegeben. Zumeist sind wöchentlich/zweiwöchentlich kleine Fallaufgaben zu bearbeiten. Am Ende des Semesters ist dann zumeist ergänzend eine Klausur zu bestehen. Das Hauptgewicht bei der Notenbildung liegt in der Regel bei der 90 min Klausur, wobei schlechte oder fehlende Leistungen in den Fallaufgaben zum Nichtbestehen führen und gute Leistungen die Note verbessern können.</p>
Vorlesungs- und Praktikumsunterlagen	<p>Fachliteratur entsprechend des Literaturverzeichnisses. Weitere Unterlagen werden online auf einer E-Learning-Plattform zur Verfügung gestellt</p>
Medienformen:	<p>Analoge Medien: Tafel, Overhead, Power Point, Buch, Skript Digitale Medien: Video, Podcast, Übungstools in Excel, Online verfügbare multimediale Einheiten - insbesondere Videos</p>
Literatur:	<p>Becker, J. (2013): Marketing-Konzeption : Grundlagen des ziel-strategischen und operativen Marketing-Managements. 10., überarb. und erw. Aufl., München : Vahlen Zeitliche Einordnung Erscheinungsdatum: 2013 Bruhn, M. (2016): Marketing : Grundlagen für Studium und Praxis. 13., aktualisierte Aufl., Wiesbaden : Springer Gabler Esch, F. - R. (2014): Strategie und Technik der Markenführung. 8., vollst. überarb. und erw. Aufl., München: Vahlen Esch, F. - R.; Herrmann, A.; Sattler, H. (2013): Marketing : eine managementorientierte Einführung. 4., überarb. Aufl., München: Vahlen Heister, W. (2015): Markenmanagement und Employer Branding - Anregungen für das Marketing in der Sozialversicherung? ^[L]_[SEP] In: Mülheims, L. u.a. (Hrsg.). Handbuch Sozialversicherungswissenschaft, Wiesbaden: Springer 2015, S. 959 - 974 ^[L]_[SEP] Heister, W. (2012b): Employer Branding, in: Bröckermann, R. u.a. (Hrsg.): Das neue Personalmarketing – Employee</p>

	<p>Relationship Management als moderner Erfolgstreiber. Band 2: Handbuch Personaleinsatz. 2. Auflage, Berlin: Berliner ^[1]Wissenschaftsverlag, S. 179 - 201 ^[1] Heister, W. (2012c): Träume in der Seele des Kunden : Integrierte Marketingkommunikation im Gesundheitsmarkt. In: ^[1]Jahrbuch Healthcare Marketing 2012. Hamburg: New-Business-Verl., S. 10 - 16 Meffert, H.; Burmann, C.; Kirchgeorg, M. (2015): Marketing : Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung; Konzepte - Instrumente - Praxisbeispiele. 12., überarb. und aktual. Aufl., Wiesbaden : Springer Gabler</p>
--	---

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Prozesskunde und Katalyse				
Code-Nr.:	4702				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Prozesskunde Katalyse				
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Krekel				
DozentIn:	Prof. Dr. Krekel, Prof. Dr. Roppertz				
Sprache:	deutsch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen und M. Sc. Angewandte Chemie				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Prozesskunde	2	1	-	-
	Katalyse	2	-	-	-
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Prozesskunde	51		57	
	Katalyse	34		38	
Kreditpunkte:	6 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:					
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>(1) Prozesskunde</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen technische und wirtschaftliche Aspekte, Vorgehensweisen und Hilfsmittel zur Beschreibung chemisch-technischer Produktionsverfahren • kennen den Ablauf von Verfahrensentwicklungen sowie die Bedeutung von Versuchsanlagen • können chemisch-technische Prozesse unter Nutzung relevanter Kriterien auf ihre Eignung für die Anwendung in der Praxis beurteilen 				

	<ul style="list-style-type: none">• können Stoff- und Wärmebilanzen für stationäre und einfachere instationäre Prozesse mit Recycle-Strömen und chemischer Reaktion aufstellen,• kennen den Einfluss von Betriebs- und Investitionskosten als Funktion von Prozessvariablen auf die wirtschaftliche Gestaltung von Prozessen (Kostenoptimierung)• kennen Methoden zur Abschätzung von Investitionskosten und Herstellungskosten sowie Rentabilitätskriterien zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Projekten. <p>(2) Katalyse</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none">• verstehen die Grundlagen der homogenen und heterogenen Katalyse• können die Kinetik katalysierter Reaktionen bestimmen und hinsichtlich der Katalysatoreigenschaften bewerten• verstehen die Prinzipien der Katalysatorherstellung und sind theoretisch befähigt, eigene Materialien zu entwickeln• verstehen die Bedeutung von Katalysatoren für die chemische Industrie• können, basierend auf Vorkenntnissen aus der analytischen Chemie, Katalysatoren zielführend charakterisieren und bezüglich möglicher Desaktivierungseffekten bewerten• beurteilen katalytische Reaktionen und Katalysatoren aufgrund von Stoff- und Wärmebilanzen in Bezug auf ihre Umsetzbarkeit in industriellen Verfahren
Inhalt:	<p>(1) Prozesskunde</p> <ul style="list-style-type: none">• <u>Chemische Prozesse und Chemiewirtschaft</u><ul style="list-style-type: none">○ Besonderheiten chemischer Prozesse○ Chemiewirtschaft und Struktur von Chemieunternehmen○ Bedeutung von Forschung und Entwicklung○ Entwicklungstendenzen• <u>Charakterisierung chemischer Produktionsverfahren</u><ul style="list-style-type: none">○ Unterschiede zwischen Laborsynthesen und technischen Prozessen○ Struktur von chemischen Verfahren○ Fließbilder und weitere Schemata zur Darstellung chemisch-technischer Prozesse• <u>Gesichtspunkte der Verfahrensauswahl</u><ul style="list-style-type: none">○ Stoffliche Aspekte○ Energieaufwand○ Sicherheit○ Umwelt

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Betriebsweise • <u>Einführung in die Verfahrensentwicklung</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ausgangssituation und Ablauf ○ Verfahrensinformationen ○ Stoff- und Energiebilanzen ○ Überblick über Versuchsanlagen ○ Verfahrensoptimierung • <u>Wirtschaftlichkeit von Verfahren</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Erlöse und Kosten ○ Herstellungskosten ○ Wirtschaftliche Kapazitätsauslastung ○ Wirtschaftlichkeit zu Projekten • <u>Übungen zur Beurteilung von chemisch-technischen Prozessen und zur Erstellung von Stoff- und Energiebilanzen in seminaristischer Form</u> <p>(2) Katalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Katalyse • Katalysatorklassifizierung und -auswahl • Betrachtung und Analyse industrieller homogen- und heterogen- katalytischer Verfahren • Grundlagen der Katalysatorpräparation • Analytische Methoden zur Charakterisierung von Katalysatoren • Kinetik katalytischer Reaktionen und deren Ermittlung • Transportphänomene an heterogenen Katalysatoren • Katalysatordeaktivierung und Regenerierung • Planung, Entwicklung und Erprobung von Katalysatoren
Vorlesungs- und Seminarunterlagen	Prozesskunde: Vorlesungsfolien zum Download Katalyse: Begleitmaterial zum Download
Studien- Prüfungsleistungen:	Benotete 120-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesungen und der Übung <u>und</u> Vortrag zu einem aktuellen Thema aus der Katalyse. <u>Notengewichtung:</u> Prozesskunde : Katalyse = 60% : 40%
Medienformen:	PowerPoint-Präsentation, Tafel

Literatur:	<p>(1) Prozesskunde</p> <ul style="list-style-type: none">• <u>Onken, U., Behr, A.: „Chemische Prozeßkunde“, G.Thieme, Stuttgart, 1996.</u>• Emig, G., Klemm, E.: „Technische Chemie“, 5. Aufl., Springer, Berlin, 2005.• Bliefert, C.: „Umweltchemie“, 3. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim, 2002.• Vogel, H.: „Lehrbuch der Chemischen Technologie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2004.• Bertau, M., Müller, A., Fröhlich, P., Katzberg, M.: „Industrielle anorganische Chemie“, 4. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim, 2013.• Arpe, H.-J.: „Industrielle organische Chemie“, 6. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim, 2007.• Baerns, M. et al. „Technische Chemie“, 2. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim, 2013,• Albert, W. et al.: „Fluid-Verfahrenstechnik“, Band 1, Goedecke, R. (Hrsg.), Wiley-VCH, Weinheim, 2007.• Behr, A., Agar, D.W., Jörissen, J.: „Einführung in die Technische Chemie“, 2. Aufl., Springer Spektrum, Berlin, 2016. <p>(2) Katalyse</p> <ul style="list-style-type: none">• Baerns, M. et al. „Technische Chemie“, 2. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim, 2013,• Behr, A., „Angewandte homogene Katalyse“, Wiley-VCH, Weinheim, 2008• M. Beller et. al., „Catalysis“, Wiley-VCH, Weinheim, 2013• Bird, Stewart, Lightfoot: “Transport Phenomena”, 2nd Ed., John Wiley & Sons, New York, 2002• Christman, K.: „Introduction to Surface Physical Chemistry“, Steinkopff Verlag Darmstadt, Springer Verlag New York, 1991• Ertl, G., et. al., „Handbook of Heterogeneous Catalysis“, Vol. 1-8, Wiley-VCH, Weinheim, 2008• <u>Hagen, J.: “Industrial Catalysis”, 2nd Ed., Wiley-VCH, 2008</u>• Reschetilowski, W., “Einführung in die Heterogene Katalyse“, Springer Spektrum, Berlin, 2015• Satterfield, C.: „Heterogeneous catalysis in industrial practice“, McGraw Hill, 1991• Thomas, J.M. et. Al., Heterogeneous Catalysis”, VCH, Weinheim, 1997
------------	---

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Theorie und Anwendung der Spektroskopie				
Code-Nr.:	4703				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Quantenmechanik und Atomphysik Prozessanalytik				
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Eickmeier				
DozentIn:	Prof. Dr. Eickmeier, Prof. Dr. Jäger				
Sprache:	Deutsch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Angewandte Chemie und M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	QM und Atomphysik	-	-	-	2
	Prozessanalytik	2	-	-	-
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	QM und Atomphysik	34		56	
	Prozessanalytik	34		56	
Kreditpunkte:	6 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	Gute Kompetenzen in Physik und Mathematik				
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen experimentellen Beobachtungen und der Entwicklung der Quantenmechanik Sie können zwischen den Modellen der QM unterscheiden Sie analysieren instrumentelle analytische Untersuchungsmethoden und interpretieren diese. Sie wenden instrumentell-analytische Methoden auf chemische Prozesse an. Sie planen den Einsatz dieser Methoden für Prozesse. Sie analysieren und beurteilen Prozessanalytikbeispiele aus der Industriellen Praxis. 				
Inhalt	Quantenmechanik und Atomphysik: <ul style="list-style-type: none"> Ältere Atommodelle Schrödingergleichung Mehrelektronensysteme Aufbau der Moleküle 				

	<p>Prozessanalytik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Prozessanalytik (PAT) • 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 • Qualitätssicherung in der instrumentellen Prozessanalytik • Anwendung von multivariaten Datenanalysemethoden auf spektroskopische Prozessanalysemethoden • Prozessmonitoring und Prozesskontrolle • Fallbeispiele / case studies aus Akademia und Industrie
<p>Studien- Prüfungsleistungen:</p>	<p>45 minütiger Vortrag über ein ausgewähltes Kapitel der QM und 60 minütige schriftliche oder 30 minütige mündliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Seminars.</p>
<p>Vorlesungs- und Übungsunterlagen:</p>	<p>Vorlesungsskripte zur Prozessanalytik als pdf-File von der Homepage Unterlagen zur QM u. Atomphysik werden ausgehändigt.</p>
<p>Literatur:</p>	<p>Quantenmechanik und Atomphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atkins: Physikalische Chemie • Moore Hummel: Physikalische Chemie • Göpel, Ziegler: Struktur der Materie • Haken, Wolf: Atom und Quantenphysik <p>Prozessanalytik</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>K. Bakeev (ed.) „Process Analytical Technology“ 2nd edition, John Wiley & Sons, Chichester 2010.</u> • 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. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Grüne Chemie				
Code-Nr.:	4704				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Grüne Organische und Makromolekulare Chemie Technische Photochemie				
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. V. Strehmel				
DozentIn:	Prof. Dr. V. Strehmel, Prof. Dr. B. Strehmel				
Sprache:	Deutsch, wahlweise englische Präsentation von Vorträgen der Studierenden im Seminar				
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Angewandte Chemie und M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Grüne Organische und Makromolekulare Chemie	2	-	-	0,5
	Technische Photochemie	2	-	-	0,5
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Grüne Organische und Makromolekulare Chemie	43		47	
	Technische Photochemie Sachkunde	43		47	
Kreditpunkte:	6 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				

Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Grüne Organische und Makromolekulare Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kenntnisse in Organischer Chemie <p>Technische Photochemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kenntnisse in Physikalischer Chemie - Kenntnisse in Technischer Chemie
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Grüne Organische und Makromolekulare Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden sind in der Lage die Prinzipien der Grünen Chemie kritisch zu würdigen. - Sie können umweltfreundliche Prozesse und Technologien sicher auswählen und planen. - Sie verfügen über anwendungsbereites Wissen zu alternativen Rohstoffquellen für die Gewinnung von Ausgangsstoffen für eine moderne chemische Industrie. - Sie haben ein Verständnis für eine „ideale grüne Synthese“ sowohl niedermolekularer organischer als auch makromolekularer Stoffe entwickelt. - Sie können den grünen Charakter chemischer Reaktionen und Prozesse beurteilen und quantifizieren. - Sie haben anwendungsbereite Kenntnisse zu einer „Grünen Synthesechemie“ und können diese sicher auf konkrete Aufgabenstellungen anwenden. <p>Technische Photochemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden haben ein Verständnis für Licht und dessen Nutzung sowohl in technologischen Prozessen als auch in der Diagnostik. - Sie können photochemische Prozesse und Technologien planen und modellieren. - Sie können Licht gezielt zur Nutzung in modernen Technologien auswählen. - Sie haben anwendungsbereite Kenntnisse zum Einsatz von Licht in der Diagnostik, der Medizin und in der Biologie.
Inhalt	<p>Grüne Organische und Makromolekulare Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prinzipien einer „Grünen Chemie“

	<ul style="list-style-type: none"> - 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 - Photochemische Prozesstechnologien - Licht in der Diagnostik und Medizintechnik
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>90 minütige schriftliche oder 60 minütige mündliche Modulprüfung</p> <p>Testat zum Seminar als unbenotete Studienleistung</p>
Vorlesungs-, Praktikums- und Übungsunterlagen	<p>Folien zur Vorlesung und Vorlesungsunterlagen</p> <p>Empfohlene Literatur zur Vorlesung und zum Seminar</p>
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 2019: 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 diese 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>- D. Wöhrle, M. W. Tausch, W.-D. Stohrer, <i>Photochemie. Konzepte, Methoden, Experimente</i>
--	---

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Surface Science				
Code-Nr.:	4705				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Kolloid-und Grenzflächenchemie Oberflächenanalytik				
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Andreas Roppertz				
DozentIn:	Prof. Dr. Karlheinz Graf, Prof. Dr. Andreas Roppertz				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen und M. Sc. Angewandte Chemie				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Kolloid-und Grenzflächenchemie	2	1	-	-
	Oberflächenanalytik	2	-	-	-
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Kolloid-und Grenzflächenchemie	51		39	
	Oberflächenanalytik	34		56	
Kreditpunkte:	6 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:					
Empfohlene Voraussetzungen:	Mathematikmodule des Bachelorstudiums, Thermodynamische Größen und Zusammenhänge aus der Physikalischen Chemie				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die kolloidchemischen Grundlagen und Grenzflächenphänomene in Anwendungsprodukten wie Lacken, Schmierstoffen und Kosmetika. • haben die Fähigkeit, multiple Ursachen von Benetzungs- und Stabilitätsproblemen zu erkennen, zu differenzieren und mögliche Lösungsansätze kritisch auszuwählen. • lernen interdisziplinär zu denken und interdisziplinäre Ansätze oberflächenrelevanter Prozesse kritisch einzuschätzen. • lernen Ansätze der Grenzflächenwissenschaften anhand ausgewählter praktischer Probleme zu kommentieren und kritisch zu hinterfragen. Dadurch lernen sie den Nutzen solcher Ansätze für die Praxis einzuschätzen. 				

	<ul style="list-style-type: none"> • können die Kenntnis spektroskopischer Methoden des Bachelorstudiums auf die Analyse von Oberflächen übertragen. • können die unterschiedlichen Prinzipien gegenüber stellen, welche in den verschiedenen spektroskopischen Analysen von Oberflächen angewendet werden. • erlernen damit die notwendigen Kenntnisse, um eine Analysemethode für ein Grenzflächenproblem auszuwählen bzw. den Informationsgehalt einer konkreten Analyse einzuschätzen. • können aktuelle spektroskopische und mikroskopische Analysen von Oberflächen interpretieren.
<p>Inhalt:</p>	<p>Kolloid- und Grenzflächenchemie</p> <p>Oberflächen- und Grenzflächenspannung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition von Oberflächen- und Grenzflächenspannung • Gibbsche Adsorptionsgleichung <p>Oberflächenspannung von Flüssigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ursache, Temperaturabhängigkeit, Messmethoden (Grundprinzipien, Auswahl) <p>Benetzung von Festkörpern:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kontaktwinkel (Young-Gleichung, Einflussgrößen) • Bestimmung von Kontaktwinkel und Grenzflächenspannung • Kritische Oberflächenspannung (Zisman-Plot, Einfluss der Rauheit) • Durchfeuchtung (Washburn-Gleichung) <p>Elektrostatische Wechselwirkungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entstehungsmechanismen für Oberflächenladungen • Elektrochemische Doppelschicht • Zeta-Potential (Definition, Bedeutung und Bestimmung) <p>Van der Waals-Kräfte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zwischenmolekulare/-partikuläre London-Kräfte (Hamaker-Konstante) <p>Kolloide:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung (Definitionen, Fachbegriffe, Beispiele) • Elektrostatische Stabilisierung: Grundprinzip der DLVO-Theorie • Sterische Stabilisierung (Grundprinzip) <p>Emulsionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe (Aufbau / Struktur, Bildung, Zerfall von Emulsionen) • Wirkungsweise, chemische Klassifizierung, HLB-Wert von Emulgatoren <p>Schäume:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schaumentstehung, • Schaumbeseitigung

	<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächenfilme. <p>Ausgewählte Kapitel der Grenzflächenwissenschaft, z. B. Reibung, Biomembranen, Monomolekulare Schichten etc. (Anpassung an Interesse der Studierenden)</p> <p>Oberflächenanalytik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikroskopische Methoden, insbesondere Rasterkraftmikroskopie und Elektronenmikroskopie • Fermis goldene Regel und Auswahlregeln an Oberflächen • XPS Spektroskopie (Röntgenphotoelektronenspektroskopie) • Oberflächensensitive Methoden der IR- und Raman-Spektroskopie • Sekundärionenmassenspektrometrie • •LEED (Low energy electron diffraction)
Studien- Prüfungsleistungen:	Benotete 120- minütige schriftliche Modulprüfung oder 45-minütige mündliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesungen und der Seminare.
Vorlesungsunterlagen	Vorlesungsunterlagen werden elektronisch zur Verfügung gestellt. <i>moodle-classroom</i>
Literatur:	<p>Kolloid- und Grenzflächenchemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • H.-J. Butt, K. Graf, M. Kappl, <i>Physics and Chemistry of interfaces</i>, 3. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2013. • J. N. Israelachvili, <i>Intermolecular and Surface Forces</i>, 3. Aufl., Academic Press, Amsterdam 2015. • A. W. Adamson, A. P. Gast, <i>Physical Chemistry of Surfaces</i>, 6. Aufl., Wiley India, 1997. • D. F. Evans, H. Wennerström, <i>The Colloidal Domain: Where Physics, Chemistry, Biology, and Technology Meet</i>, 2. Aufl., Wiley, New York 1999. • D. Myers, <i>Surfaces, Interfaces, and Colloids: Principles and Applications</i>, Wiley, New York 1999. • G. Brezesinski, H.-J. Mögel, <i>Grenzflächen und Kolloide – Physikalisch-chemische Grundlagen</i>, Spektrum-Verlag, Heidelberg 1993 (gebraucht erhältlich). • P. W. Atkins, <i>Physikalische Chemie</i>, Wiley-VCH, Weinheim 2013. • G. Wedler, Freund, H.J., <i>Lehrbuch der Physikalischen Chemie</i>, Wiley-VCH, Weinheim 2013. <p>Oberflächenanalytik</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Y. Leng, Materials Characterization, Wiley VCH, Weinheim, 2013.</u> • Friedbacher, G. , Bubert, H.(Editors), Surface and

	<p>Thin Film Analysis, Wiley-VCH, Weinheim, 2011.</p> <ul style="list-style-type: none">• G.H. Michler, Electron Microscopy of Polymers, Springer, Berlin.P. W. Atkins, Physikalische Chemie, Wiley VCH, Weinheim, 2013.• G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley-VCH, Weinheim, 2013.• M. Stamm, Polymer Surfaces and Interfaces, Springer, Berlin, 2008.• Atkins, P.W., Molecular Quantum Physics, Oxford University Press, Oxford, 2010.
--	---

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Biotechnik				
Code-Nr.:	4706				
ggf. Untertitel	-				
ggf. Lehrveranstaltungen:	Mikrobiologie Bioverfahrenstechnik				
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. U. Bergstedt				
DozentIn:	Prof. Dr. A. Nickisch-Hartfiel, Prof. Dr. U. Bergstedt				
Sprache:	deutsch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Mikrobiologie	2	-	-	-
	Bioverfahrenstechnik	2	-		-
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Mikrobiologie	34		56	
	Bioverfahrenstechnik	34		56	
Kreditpunkte:	6 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Bachelor of Science oder Bachelor of Engineering				
Empfohlene Voraussetzungen:	B. Sc; Biotechnologie I - II				
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Mikrobiologie: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erlernen den Aufbau von Pro- und Eukaryoten • werden in der Lage sein, Mikroorganismen zu identifizieren. • werden die unterschiedlichen Stoffwechselwege zur Energiegewinnung c-heterotropher und chemolithotropher Mikroorganismen beherrschen. • können ein mikrobiologisches Qualitätsmanagement planen • können die Methoden zur Eliminierung von Mikroorganismen (HACCP-Konzept) beurteilen <p>Bioverfahrenstechnik: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • lernen die allgemeinen Grundbegriffe bzw. Grundlagen der Bioverfahrenstechnik. • sind mit den wichtigsten Apparaten, die in der Biotechnologie eingesetzt werden, vertraut. • sind mit den Produktionsabläufen zur Erzeugung von Biomolekülen mittels Biokatalysatoren (up-stream-Prozesse, Fermentation und down-stream-Prozesse). 				

	<p>vertraut.</p> <ul style="list-style-type: none"> • lernen Beispiele für industriell relevante biotechnologische Produktionsprozesse kennen.
Inhalt	<p>Mikrobiologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von Pro- und Eukaryonten • Stoffwechselphysiologie von Mikroorganismen • Identifizierungsmethoden • Desinfektion, Sterilisation, HACCP <p>Bioverfahrenstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktion von Bioreaktoren • Leistungseintrag, Stoffübergang bei Prozessen in Bioreaktoren • Bilanzierung von bioverfahrenstechnischen Prozessen • <i>up-stream-Processing</i> wie Sterilisation und Reinigung (CIP, SIP) • Zusammensetzung von Substraten • <i>down-stream-Processing</i> <ul style="list-style-type: none"> - Zellernte, Zellaufschluss - Abtrennung der Biomasse (Filtration, Zentrifugation) - Produktaufreinigung • Messen und Regeln an Bioprozessen • <i>Up-Scaling</i> von Bioprozessen • Integrierte Prozesse und Verfahrensentwicklung
Studien- Prüfungsleistungen:	Benotete 120-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß der PO über den Inhalt der Vorlesungen
Vorlesungsunterlagen	vorlesungsbegleitende Unterlagen
Medienformen:	Tafel, Power-Point-Präsentationen
Literatur:	<p>Mikrobiologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Fuchs: Allgemeine Mikrobiologie, Thieme Verlag, 2014</u> • Fritsche: Mikrobiologie, Springer, 2016 • Munk: Mikrobiologie, Spektrum Verlag, 2001 • Brock: Mikrobiologie, Pearson, 2015 • Bast: Mikrobiologische Methoden, Springer, 2014 • Slonczewski: Mikrobiologie, Springer, 2012 • Aktuelle Fachaufsätze <p>Bioverfahrenstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Ignatowitz, E.: Chemietechnik, 12. Auflage Europa-Lehrmittel 2015</u> • Hemming, W.: Verfahrenstechnik, 11. Auflage Vogel Business Media 2011 • Chmiel, H.(Hrsg.): Bioprozesstechnik, 3. Auflage Spektrum Akademischer Verlag 2011 • Fuchs, G. (Hrsg.): Allgemeine Mikrobiologie, 8. Auflage Thieme Verlag 2014

	<ul style="list-style-type: none">• Sahm, H.; Antranikian, G.; Stahmann, K.; Takors, R.(Hrsg.): Industrielle Mikrobiologie, 1. Auflage Springer Spektrum Verlag 2013• Schmid, R. (Hrsg.): Taschenatlas der Bio- und Gentechnik, 3. Aufl. Wiley VCH Verlag 2016• Storhas, W. (Hrsg.): Bioverfahrensentwicklung, 2. Aufl. Wiley VCH Verlag GmbH 2013• Storhas, W. (Hrsg.): Bioreaktoren und periphere Einrichtungen, 1. Auflage Springer Spektrum Verlag 2000
--	--

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Chemie und Geisteswissenschaften				
Code-Nr.:	4707				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Archäometrie und Forensische Analytik Ethik der Chemie				
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Jürgen Schram				
DozentIn:	Prof. Dr. Jürgen Schram				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Angewandte Chemie und M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Archaeometrie und Forensische Analytik	2		-	-
	Ethik der Chemie	2	-	-	-
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Archaeometrie und Forensische Analytik	34		56	
	Ethik der Chemie	34		56	
Kreditpunkte:	6 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	-				
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Chemie, Grundlagen der Instrumentellen Analytik				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Archäometrie und Forensische Analytik Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • 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 				

	<p>chemisch analytischen Methoden zu erarbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die Rolle der Chemie als messende Naturwissenschaft im Umfeld der Forensik. • 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 • 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 archaeometrische Fragestellungen mit chemisch analytischen Methoden zu erarbeiten • lernen interdisziplinär zu denken und interdisziplinäre Ansätze kritisch einzuschätzen. <p>Ethik der Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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. • 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:</p>	<p>Archäometrie und Forensik</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• Lack• Brandbeschleuniger <p>Explosivstoffe:</p> <ul style="list-style-type: none">• Schmauchspuren• Sprengstoffanalytik <p>Produktpiraterie:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fingerprinting
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Material-Analytik <p>Ethik der Chemie 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>Geschichtliche Beispiele für Konflikte</p> <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- Prüfungsleistungen:	Benotete 30- minütige mündliche Modulprüfung oder 45-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesungen
Vorlesungsunterlagen	Vorlesungsunterlagen werden ausgedruckt zur Verfügung gestellt.
Literatur:	<p>Archäometrie und Forensische Analytik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsunterlagen • Diverse Fachartikel <p>Ethik und Chemie</p>

Johannes De Graaf, Ethik und Chemie, De Guyther 2014					
Studiengang:	M. Eng. Angewandte Chemie				
Modulbezeichnung:	Röntgendiffraktometrie				
Code-Nr.:	4708				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Röntgendiffraktometrie				
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Gröschel				
DozentIn:	Prof. Dr. Gröschel				
Sprache:	Deutsch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen und M. Sc. Angewandte Chemie				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Röntgenanalytik	2	-	2	-
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Röntgenanalytik	68		112	
Kreditpunkte:	6 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	Physikalische Chemie				
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erlangen erweiterte Kenntnisse in der Atomphysik und der Atom- und Röntgenspektroskopie sowie in der Röntgendiffraktometrie. Sie können einfache Röntgendiffraktometrieuntersuchungen durchführen und auswerten.				
Inhalt	Röntgenanalytik einschl. Praktikum <ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme von Atom- und Röntgenspektren • Physik der Röntgenstrahlen • Analysieren und Beurteilung von spektroskopischen Methoden und deren Anwendung • Analysieren und Beurteilungen von Atom- und Röntgenspektren • Grundlagen der Röntgenpulverdiffraktometrie • Moderne Auswerteverfahren der Diffraktometrie 				
Studien- Prüfungsleistungen:	Benotete 60-minütige schriftliche Modulprüfung über die Inhalte der Vorlesung und benotete Abtestate über die korrekt durchgeführten und ausgewerteten Praktikumsversuche gemäß Prüfungsordnung.				

Vorlesungs- und Übungsunterlagen:	Vorlesungsskript und Übungsblätter zu der Vorlesung Numerik in der IA als pdf-Files auf der Homepage. Anleitungen zu den Praktikumsversuchen werden als Kopie ausgehändigt.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Einführung in die Röntgenspektrometrie, R. Jenkins ISBN 0-8550-10355• Peter W. Atkins, Physikalische Chemie• Lehrbücher der Atomphysik• Moderne Röntgenbeugung, L. Spieß et.al., ISBN 3-519-00522-0

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Nachhaltigkeit in der industriellen Chemie				
Code-Nr.:	4711				
ggf. Untertitel:					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Nachhaltigkeit in der industriellen Chemie Chemisches Nachhaltigkeitskonzept Digital oder hybrid (Corona-safe!)				
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. A. Wanninger				
DozentIn:	Prof. Dr.-Ing. U. Bergstedt, Prof. Dr. A. Roppertz, Prof. Dr. A. Wanninger				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Zuordnung zum Curriculum:	M. Eng. Chemieingenieurwesen M.Sc. Angewandte Chemie				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Nachhaltigkeit in der industriellen Chemie	-	-	-	2
	Chemisches Nachhaltigkeitskonzept	-	-	-	2
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Nachhaltigkeit in der industriellen Chemie	34		36	
	Chemisches Nachhaltigkeitskonzept	34		76	
Kreditpunkte:	6 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	B.Sc. oder B. Eng.				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden</p> <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 Prozessentwicklung auf eine Konzeptentwicklung anzuwenden. • sind in der Lage, kreatives und unternehmerisches 				

	<p>Denken in ihrem Konzept anzuwenden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • können in einem interdisziplinären Team arbeiten. • sind in der Lage, wissenschaftliche und berufliche (branchenbezogene) Informationen zu akquirieren und in mündlichen Präsentationen und durch Poster zu kommunizieren.
<p>Inhalt:</p>	<p><u>Nachhaltigkeit in der industriellen Chemie:</u> (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><u>Chemisches Nachhaltigkeitskonzept:</u></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 <u>Gruppen</u> von 4-6 Studierenden (M. Sc. und M. Eng.) Thema: <u>Interdisziplinäres</u>, forschungs- oder praxisorientiertes Beispiel Nachhaltiger Chemie: <ul style="list-style-type: none"> - Gruppenphase (Moodle und Zoom) - Medienproduktion (Präsentation und Poster; Kurzvideo oder Blogartikel) - Präsentation des Konzepts (Präsenz oder Zoom) • Meetings in Präsenz (falls möglich, sonst Zoom): Start, Midterm und Präsentationstag
<p>Studien-/ Prüfungsleistungen:</p>	<p>Benotete mündliche Gruppenpräsentation während 60 min. gemäß der Prüfungsordnung (40%) und ein Poster über den Inhalt des chemischen Nachhaltigkeitskonzepts (10%). Wertung: 50 % der Note.</p> <p>Benotete Klausur während 60 min. gemäß der Prüfungsordnung. Wertung: 50 % der Note.</p>
<p>Seminarunterlagen:</p>	<p>Skript zum Seminar, zusätzliche Materialien online</p>

	(Moodle), Mentoring durch die DozentInnen
Medienformen:	Moodle-Kursplattform, Power Point, digitale Medien, Bücher, Fachzeitschriften, Firmeninformationen
Literatur:	<i>Nachhaltigkeit:</i> <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				
Modulbezeichnung:	Chemie und Energie				
Code-Nr.:	4710				
ggf. Untertitel	Chemische und physikalische Verfahren zur Energiewandlung und -speicherung				
ggf. Lehrveranstaltungen:	Chemische Verfahren zur technischen Energiewandlung - Elektrochemische Verfahren zur Erzeugung und Speicherung von Energie				
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Dr. Ebling				
DozentIn:	Dr. Ebling				
Sprache:	Deutsch / Englisch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Sc. Angewandte Chemie und M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Chemische Verfahren zur technischen Energiewandlung				2
	Elektrochemische Verfahren zur Erzeugung und Speicherung von Energie				2
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigen- studium	
	Chemische Verfahren zur technischen Energiewandlung	34		56	
	Elektrochemische Verfahren zur Erzeugung und Speicherung von Energie	34		56	
Kreditpunkte:	6 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:					
Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Chemie, Physikalische Chemie				
Angestrebte Lernergebnisse:	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				

	<p>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 technologischen Reifegrades auch für unbekannte Verfahren zu entwickeln. Damit sind sie in der Lage, eine Projektidee eigenständig zu formulieren und Kriterien für die Realisierbarkeit anhand des vorhandenen Wissens und der zur Verfügung stehenden Ressourcen zu formulieren.</p> <p>Die Studierenden hinterfragen und klassifizieren eigene Ziele zur Entwicklung erneuerbarer Energie vor dem Hintergrund einer globalen Ökobilanz und der klimatischen Herausforderungen.</p> <p>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.</p> <p>In Diskussionen sind die Studierenden in der Lage, sowohl die Position des Verfechters wie auch des Gegners einer umstrittenen Thematik mit fundierten Argumenten zu untermauern, unabhängig von ihrer persönlichen Meinung, um hieraus ein objektives Gesamtbild zu schaffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Chemische Verfahren, Biologische Varianten <p>Anwendungspotenziale, Zukunftsfähigkeit/Wirtschaftlichkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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>Inhalt:</p>	<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

	<ul style="list-style-type: none">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 Wärmeerzeugung, Solarthermie, Wärmepumpen○ Kraftstoffe, Benzinersatzstoffe, Dieselersatzstoffe• 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○ SystemaufbautenII. Elektrochemische Verfahren zur Erzeugung und Speicherung von Energie<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
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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- Prüfungsleistungen:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 45 minütiger Vortrag zu einem ausgewählten Kapitel aus dem Themenfeld (Testat) 2. Benotete 120-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesung
Vorlesungs- und Seminarunterlagen	Seminarskript und Übungsblätter als pdf-Files auf der Homepage/Moodle Lehrvideos und weitere Informationen in der Sciebo-Cloud.
Medienformen:	Tafel, Powerpoint- Präsentationen, digitale Medien
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Fessmann, Oth: Angewandte Chemie und Umwelttechnik für Ingenieure. Ecomed 2002. • Zahoransky (Hrsg.): Energietechnik – Systeme zur Energieumwandlung. Springer Vieweg, 2013 • Wesselak: Regenerative Energietechnik, Springer Vieweg 2013 • Adolf J. Schwab: Elektroenergiesysteme: Smarte Stromversorgung im Zeitalter der Energiewende, 6. Auflage, Springer Vieweg 2019 • Wolfgang Maus: Zukünftige Kraftstoffe, Springer Vieweg 2019 • Quaschnig: Regenerative Energiesysteme. Hanser, 2013 • Pleite: Die Zukunft unserer Energieversorgung, Springer, 2014 • Sterner: Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, Springer, 2014 • Schwab: Elektroenergiesysteme. Springer 2015 • Ekardt, Jahrhundertaufgabe Energiewende, Zentrale Politische Bildung, 2015 • Heuck: Elektrische Energieversorgung. Springer 2013 • Labuhn, Romberg: Keine Panik vor Thermodynamik! Springer 2012 • Häberle: Fachwissen Umwelttechnik. Europa Lehrmittel 2011

	<ul style="list-style-type: none">• Information zur pol. Bildung, Spektrum der Wissenschaft, Siemens (Pictures of the Future)• Hamann/Vielstich, Elektrochemie, Wiley-VCH, 2005• Winter, Nitsch: Wasserstoff als Energieträger• Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry• Kirk, Othmer: Encyclopedia of Chemical Technology• Larminie, Dicks: Fuel cell systems explained• R. Holze: Leitfaden der Elektrochemie, Teubner-Verlag, Stuttgart 1998 L.F.• Trueb und P. Ruetschi: Batterien und Akkumulatoren, Springer, Berlin 1998
--	---

Studiengang:	M. Eng Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Modellierung, Numerische Optimierung und Automatisierungstechnik (MNOA)				
Code-Nr.:	4821				
ggf. Untertitel	MNOA				
ggf. Lehrveranstaltungen:	Erstellung mathematischer Modelle Numerische Optimierung Automatisierungstechnik				
Semester:	1. und 2. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. K. Graf				
DozentIn:	Prof. Dr. K. Graf, Prof. Dr. H. Schultz				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen (Technische Chemie)				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Erstellung mathematische Modelle	2	-	-	1
	Numerische Optimierung	2	1	-	-
	Automatisierungstechnik	1	-	-	2
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Erstellung mathematische Modelle	51		59	
	Numerische Optimierung	51		59	
	Automatisierungstechnik	51		59	
Kreditpunkte:	11 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Zulassung zum Studiengang				
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse der Mathematik, Physikalischen Chemie und der Regelungstechnik				
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Angestrebte Lernergebnisse/Learning Outcomes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben vertiefte theoretische und praxisbezogene Kenntnisse in speziellen Gebieten der angewandten physikalischen Chemie und deren Anwendungen. • Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der chemischen Technologie. • Sie sind in der Lage interdisziplinäre Zusammenhänge zu erarbeiten aufzuzeigen und zu kommentieren. • Sie lernen, chemie- und verfahrenstechnische Systeme mathematisch zu beschreiben, gegenüberzustellen und zu beurteilen. • Sie erlernen verschiedene numerische Methoden der Anlagenoptimierung und wenden diese kritisch an realistischen Beispielsystemen an. 				

	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben vertiefte theoretische und praxisbezogene Kenntnisse über automatisierungs- und regelungstechnische Aufgabenstellungen in Chemieanlagen und gewinnen einen vertieften Einblick in das dynamische Regelkreisverhalten incl. seiner mathematischen Beschreibung und Berechnung. • Die Studierenden kennen und verstehen weiterführende Grundbegriffe, Formalismen, wichtige Grundoperationen (Auswahl) und Modellbildungsstrategien der Regelungstechnik. • Sie sind in der Lage, die behandelten Prozesse in der Betriebspraxis mitzugestalten, zu planen, Verfahrensvarianten gegenüberzustellen, zu beurteilen, einzusetzen und ggf. zu überwachen. • Sie erkennen grobe regeltechnische Fehlfunktionen, ziehen Schlüsse hieraus und erlangen die Fähigkeit zum Kommentieren sowie zur intensiven fachlichen Verständigung mit Regelungstechnikern in einer Chemieanlage. • Gleichzeitig können sie tiefgreifende messtechnische Lösungen ermitteln, beurteilen und kritisch würdigen. • Die Studierenden lernen zudem Regelungsstrategien komplexer chemischer Prozesse und Einzelequipments kennen sowie die Verarbeitung und Übertragung von EMR-Signalen in und mit Prozessleitsystemen. • Wichtiger Bestandteil des Moduls ist die Befähigung zum kritischen aber konstruktiven wissenschaftlichen Diskurs, Entwicklung der eigenen technischen Kreativität, das gegenseitige konstruktive Kritisieren und das Entscheiden bzgl. einzusetzender Equipments im Spannungsfeld Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Umweltverträglichkeit.
<p>Inhalt</p>	<p>Erstellung mathematischer Modelle: Die Studierenden erlernen zunächst die erweiterten mathematischen Grundlagen zur Modellierung technischer und physikalisch-chemischer Fragestellungen, insbesondere unter Berücksichtigung von Näherungsverfahren. Hierbei wird der sichere Umgang mit dem Lernstoff aus den Vorlesungen „Mathematik I“ und „Mathematik II“ des Bachelorstudiums vorausgesetzt. Zwecks Homogenisierung des Wissenstandes mit den Kommilitonen aus anderen Hochschulen werden aber trotzdem zunächst die wesentlichen Erkenntnisse aus „Mathematik II“ wiederholt, insofern sie für dieses Teilmodul und das Modul „Numerische Optimierung“ wesentlich sind. Im folgenden Teil werden Skalar-, Vektorfelder, Gradient, Divergenz und Rotation, Koordinatensysteme, Linien-, Kurven-, Oberflächen-, Volumenintegrale und die Integralsätze von Gauß und Stokes im Detail vorgestellt und berechnet. Im dritten Teil werden Rechnungen zu Transportprozessen</p>

	<p>der technischen Chemie und numerische Iterationsverfahren zum Lösen von partiellen Differentialgleichungen durchgeführt.</p> <p>Dabei lernen die Studierenden anhand ausgewählter Übungsaufgaben mit anschließender Darstellung und Beschreibung der Sachverhalte verschiedene effektive Näherungsverfahren auszuwählen, zu differenzieren, gegenüberzustellen und auszuwerten. Ihre Schlussfolgerungen sollen sie dabei einem größeren Publikum darstellen und sich einer anschließenden Kritik der Kommilitonen stellen. Weiterhin sollen sie einschätzen und beurteilen lernen und kommentieren, welcher mathematische Ansatz für die zu bearbeitende Fragestellung geeignet ist, beispielsweise anhand der korrekten Verwendung der Sätze von Gauß und Stokes. Dabei sollen die mathematischen Formeln auch interpretiert und dem Publikum anschaulich erläutert werden.</p> <p>Die hier erlernten Fähigkeiten werden dann im Rahmen von Vorträgen im Teilmodul „Numerische Optimierung“ auf deutlich komplexere Sachverhalte aus den Ingenieurwissenschaften übertragen und angewendet, z. B. die Veranschaulichung, korrekte Anwendung und Implementierung des mathematischen <i>Gradienten</i> auf Lösungsansätze von <i>Hill-Climbing-Methoden</i>.</p> <p>Numerische Optimierung:</p> <p>Die seminaristisch angelegte Vorlesung ist so angelegt, dass die Studierenden in ihrem späteren Unternehmen, vorzugsweise in der chemischen Industrie, selbständig und selbstkritisch Optimierungen und Automatisierungen für die Entwicklung und Produktion durchführen und neue Anlagen im Hinblick auf eine Wirtschaftlichkeit neu erschaffen können und/oder in der Lage sind, gemeinsam mit Optimierungsexperten in ihrer Abteilung Optimierungsaufgaben zu beschreiben, Lösungen zu erstellen und erfolgreich auf das jeweilige Problem anzuwenden. Als erster Test der erfolgreichen Teilnahme an dem (Teil-)modul wird den Studierenden gleich zu Beginn der Vorlesung die Teilnahme an dem kompetitiv ausgerichteten <i>Process-Simulation-Cup-Wettbewerb</i> (PSC) empfohlen, bei dem es um die bestmögliche Optimierung von realistischen großtechnischen Anlagen geht.</p> <p>Die Studierenden lernen zunächst anhand ausgewählter anwendungsrelevanter Probleme verschiedene Lösungsansätze der linearen und nicht-linearen mathematischen Optimierung zu kategorisieren und zu unterscheiden. Darunter fallen die lineare Optimierung (rechnerisch, grafisch), das Simplexverfahren nach <i>Dantzig</i>, die <i>Fibonacci-Suche</i>, das <i>Simplexverfahren nach Nelder-Mead</i>, die <i>Monte-Carlo-Methode</i>, die <i>nicht-lineare Optimierung nach Lagrange</i> und das <i>Kuhn-Tucker-Verfahren</i>. Weitere Themen, die auch als Vortragsthema behandelt werden können, sind die dynamische Programmierung, die <i>Hill-Climbing-Verfahren</i> (<i>Hooke-</i></p>
--	---

Jeeves, Rosenbrock) und *evolutionäre Algorithmen*. Anhand beispielhafter, gruppenorientierter Übungen werden die Lösungsansätze zunächst direkt im Anschluss an die Vorlesung auf neue einfache Probleme der Optimierung angewandt und die Optimierungstechnik gruppenspezifisch, teilweise unter Modifizierung der Randbedingungen und/oder der Rechenweise durchgeführt. Dabei sollen die Studierenden ihren neuen Wissensstand direkt überprüfen und begründen lernen. Als Dozent diene ich dabei als Mediator, der die Durchführung der studentischen Berechnungen direkt kritisch kommentiert. Die Kommilitonen werden dabei in die Lage gesetzt, die Rechnungen der Mitstudierenden zu beurteilen und kritisch zu würdigen bzw. zu hinterfragen, insbesondere im Hinblick auf die unterschiedlichen Randbedingungen und/oder Durchführungen der Rechnung selbst. Durch Anwendung der erlernten Optimierungsmethoden auf ein weiteres neues Problem als Hausaufgabe und der kommentierten Darstellung an der Tafel, soll die Anwendungsrelevanz und die Methode als solche kritisch beurteilt werden.

Seminaristisch aufgearbeitete Gruppenvorträge erweitern und/oder runden die erlernten Optimierungstechniken ab. Dabei sollen grundsätzlich neue Optimierungstechniken (s. o.) dargestellt und erklärt werden und auf die Entwicklung und Optimierung chemisch-technischer Prozesse übertragen werden. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf der mathematischen Optimierung unter physikalisch-chemischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten (*Kostenminimierung, Maximierung der Ausbeute*). Die Studierenden sollen dabei in der Gruppe befähigt werden, verschiedene Optimierungstechniken zu differenzieren und im Hinblick auf die *Recheneffektivität* und *Robustheit* ihrer Rechnungen kritisch gegenüberzustellen, vorzugsweise unter Erstellung und Auswertung der Optimierung unter Verwendung des Programms *Excel* inklusive enthaltenem *Solver*. Hierbei soll möglichst das Vorwissen aus dem Modul „*Optimierung*“ (Vernetzung der verschiedenen Hauptmodule!) direkt angewandt und auf den neuen Sachverhalt übertragen werden. Optimal, aber aufgrund des zum Teil sehr unterschiedlichen Vorwissens nicht unbedingt notwendig, ist eine Erstellung einer Programmierung in *Excel* mit „*Visual Basic*“. Nach den Vorträgen werden auch die nicht vortragenden Kommilitonen eingebunden, indem sie die Vortragsleistung von Inhalt und Form her kritisch würdigen, kommentieren und durch Vergleich der verschiedenen Optimierungstechniken beurteilen sollen.

Automatisierungstechnik:

Die Studierenden gewinnen einen vertieften Einblick in das dynamische Regelkreisverhalten inkl. seiner mathematischen Beschreibung und Berechnung. Sie differenzieren und unterscheiden regelungstechnische Kernaufgaben. Gleichzeitig werden tiefgreifende

	<p>messtechnische Lösungen für die meisten in Chemieanlagen, Laboratorien und Technika genutzten Messgrößen, sowie Einsatzbedingungen, -grenzen, Vor- und Nachteile etc. zunächst besprochen, daraufhin werden die Studierenden in die Lage versetzt, Messmethoden kritisch zu hinterfragen, sie zu beurteilen, Schlüsse zu ziehen und passgenau auszuwählen und einzusetzen. Die Studierenden lernen zudem die wichtigsten Automatisierungs- und Regelungsstrategien komplexer chemischer Prozesse wie Destillation, Rektifikation, Batch- und Konti-Rührkesseln etc. und Einzelequipments wie Pumpen, Gebläse, Verdichter etc. kennen und beurteilen sowie die Verarbeitung und Übertragung von EMR-Signalen in und mit Prozessleitsystemen. Es werden ausgewählte Kapitel bzw. Abschnitte aus in der Vorlesung genannten Regelungstechnik-Lehrbüchern oder aktuellen regelungs- und messtechnischen Themen in Form von benoteten Referaten, Hausarbeiten und Vorträgen behandelt, in welchen ebenfalls differenziert an komplexe Automatisierungsaufgaben herangegangen wird sowie nach eigener Einschätzung beurteilt und entschieden werden soll, wie regelungstechnische Aufgabenstellungen im Spannungsfeld zwischen Funktion, Sicherheit und Kosten umgesetzt werden.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Benotete bis zu 180 minütige schriftliche Modulprüfung (60 min pro Teilmodul) oder 60 minütige mündliche Modulprüfung oder benotete Studien- oder Hausarbeit (Themenvorgabe durch Dozenten) und Vortrag in einzelnen Teilmodulen gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesungen. Hierbei werden sowohl die schriftliche Ausarbeitung als auch der mündliche Vortrag benotet (Notengewichtung: 1 : 1). Zu Beginn der Veranstaltung wird der jeweilige Prüfungsmodus festgelegt.</p> <p>Testat Erstellung mathematischer Modelle: Bearbeitete Übungsblätter</p>
Vorlesungs- und Seminarunterlagen	<p>Unterlagen sind von der Homepage als pdf-Datei herunterladbar oder werden als skizzierte, zu vervollständigende Hand-Outs (Skript) ausgegeben.</p> <p>Regelungstechnik: Diverse Exemplare der u.g. Literatur in der Bibliothek vorhanden.</p>
Medienformen:	<p>PowerPoint-Präsentation, Folien, Tafel, Flip-Chart, ergänzender Moodle Kurs (Automatisierungstechnik)</p>
Literatur	<p>Erstellung mathematischer Modelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lothar Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1 – 3, Springer Vieweg, Wiesbaden. • Angemessene Fachartikel aus naturwissenschaftlichen,

ingenieurwissenschaftlicher und anwendungs-
technischer Fachliteratur wie Bücher, Journals
sowie relevanten Patentschriften

Numerische Optimierung:

- U. Hoffmann, H. Hofmann: „Einführung in die Optimierung mit Anwendungsbeispielen aus dem Chemieingenieurwesen“, Wiley-VCH, Weinheim 1982 (nur in Bibliotheken vorhanden oder gebraucht erhältlich)
- W. Krabs: „Einführung in die lineare und nicht-lineare Optimierung für Ingenieure“, Vieweg + Teubner, Stuttgart 2012.
- J. Kallrath: „Gemischt-ganzzahlige Optimierung: Modellierung in der Praxis“, 2. Aufl., Springer Spectrum, Heidelberg 2012.
- M. Otto: „Chemometrie, Statistik und Computereinsatz in der Analytik“, Wiley-VCH 1997 (speziell für das Verfahren nach Nelder und Mead); Neuauflage: „Chemometrics: Statistics and Computer Application in Analytical Chemistry“, 3. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2016.
- Angemessene Fachartikel aus naturwissenschaftlichen, ingenieurwissenschaftlicher und anwendungs-technischer Fachliteratur wie Bücher, Journals sowie relevanten Patentschriften

weiterführend:

- Th. Unger, S. Dempe, Lineare Optimierung - Modell, Lösung, Anwendung, Vieweg + Teubner, Stuttgart 2010.
- K. Marti, D. Gröger: „Einführung in die lineare und nichtlineare Optimierung“, Physica Verlag, Heidelberg 2000 (2013).
- W. Alt: „Nichtlineare Optimierung, Einführung in Theorie, Verfahren und Anwendungen“, 2. Aufl., Vieweg + Teubner, Stuttgart 2011.
- H. Schwetlick, H. Kretschmar: „Numerische Verfahren für Naturwissenschaftler und Ingenieure“, Fachbuchverlag Leipzig, 1991 (nur in Bibliothek oder gebraucht)
- T. Edgar, D. Himmelblau, L. Lasdon, Optimization of chemical processes, McGraw Hill, Columbus, USA 2001.

Automatisierungstechnik:

- J. Unger, Einführung in die Regelungstechnik (...mit Anwendungen aus Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften), 3. Aufl. (oder neuere),

	<p><u>Teubner, Wiesbaden 2004, ISBN 3-519-20140-2</u></p> <ul style="list-style-type: none">• <u>H. Lutz und W. Wendt: Taschenbuch der Regelungstechnik: mit MATLAB und Simulink. Verlag Europa-Lehrmittel (2014)</u>• <u>H. Gassmann: Regelungstechnik, Ein praxisorientiertes Lehrbuch Verlag Harry Deutsch</u>• E. Ignatowitz: Chemietechnik. 10. Aufl., Verlag Europa-Lehrmittel (2015)• M. Schleicher, F. Blasinger: Regelungstechnik. Firmenschrift Fa. JUMO, Fulda (2000) oder neuere• Simulationssoftware „BORIS-LIGHT“, Version 3.09, Ingenieurbüro Dr. J. Kahlert• W. Schneider: Regelungstechnik für Maschinenbauer. Vieweg,• H.-W. Philippsen: Einstieg in die Regelungstechnik. Fachbuchverlag Leipzig /Hanser 2004 <p>weiterführend:</p> <ul style="list-style-type: none">• Unbehauen, H.: Regelungstechnik I, II, III• Föllinger, O.: Regelungstechnik. Hüthing,• Dorf, R.C. und R.H. Bishop: Moderne Regelungssysteme• Große, N. und W. Schorn: Taschenbuch der praktischen Regelungstechnik• Weitere Quellen in der Vorlesung.
--	--

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Anlagenplanung und Konzessionierung				
Code-Nr.:	4822				
ggf. Untertitel	Projektierung				
ggf. Lehrveranstaltungen:	Anlagenplanung Konzessionierung				
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Schultz				
DozentIn:	Prof. Dr. Schultz				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen (Technische Chemie)				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Anlagenplanung	1	-	-	1
	Konzessionierung	1	-	-	1
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Anlagenplanung	34		41	
	Konzessionierung	34		41	
Kreditpunkte:	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:					
Empfohlene Voraussetzungen:					
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Angestrebte Lernergebnisse/Learning Outcomes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erwerben theoretische und praxisbezogene Kenntnisse über die Herangehensweise an Planungsprojekte mit Bezug zu Chemieanlagen (Neu-/Umbau-/Instandhaltungsprojekte) unter Berücksichtigung aller wichtigen Gewerke. Sie analysieren Verfahrensvarianten, stellen sie gegenüber und wählen das Optimum aus. Sie differenzieren verschiedene Projektphasen und Projektschätzkostengenauigkeiten. Die Studierenden kennen und verstehen allgemeine Grundbegriffe, Formalismen und wichtige Projektierungswerkzeuge (Auswahl) der Verfahrenstechnik sowie die Schnittstellen in Großprojekten. Sie sind in der Lage, die behandelten Prozesse in der Betriebspraxis mitzugestalten, zu planen, einzusetzen und ggf. zu leiten. Sie lernen anhand von Beispielprojekten, unter 				

	<p>Berücksichtigung ökonomischer und sicherheitsrelevanter Gesichtspunkte Produktionsanlagen selbständig in Teams zu planen und das eigene Projekt im Rahmen eines Vortrages darzustellen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die erlernte Theorie muss hierbei eigenständig, kreativ und kritisch eingesetzt und auf ein praktisches Anwendungsbeispiel übertragen werden. • Sie lernen das Nutzen von Schnellbilanzierung und wichtigen Abschätzungsmechanismen zur Grobdimensionierung chemischer Prozesse in technischen Anlagen. • Sie lernen und praktizieren das sichere Bilanzieren chemischer Prozesse in technischen Anlagen. • Sie können chemische Reaktoren mathematisch modellieren und reaktionstechnisch optimieren. • Sie kennen und analysieren die möglichen Optionen von Genehmigungsverfahren einer chemischen Anlage in Bezug auf die Rechtsgrundlagen in der BRD und der EU. • Die Studierenden lernen selbstständig einzeln und in Teams anhand von Projekten die Vorbereitung und Erstellung von Genehmigungsunterlagen komplexer chemischer Anlagen und die eigenen Arbeitsergebnisse im Rahmen eines Vortrages darzustellen. • Die Studierenden lernen Literaturrecherche, Teamtechniken, Konfliktlösungsstrategien, Präsentationsformen, freies Sprechen und Fachkommunikation. • Wichtiger Bestandteil des Moduls ist die Befähigung zum kritischen aber konstruktiven Wissenschaftlichen Diskurs, Entwicklung der eigenen technischen Kreativität, das gegenseitige konstruktive Kritisieren und das Entscheiden bzgl. einzusetzender Equipments im Spannungsfeld Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Umweltverträglichkeit.
<p>Inhalt:</p>	<p>Anlagenplanung (Projektierung):</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. • Grundlagen der Ausführung. • Verfahrensarten und Reaktionsführung. • Aufstellungsplanung. • Kostenschätzung. • Terminplanung. • Erstellung von Spezifikationen für Apparate und Maschinen.

	<ul style="list-style-type: none"> • Beschaffungsvorgänge. • Kontraktorenmanagement. • Termin- und Kostenverfolgung. • Anlagenplanung an konkreten Beispielen. • Projektbearbeitung. <p>Anlagenplanung (Konzessionierung):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesetzliche Grundlagen eines Genehmigungsverfahrens • Behördenengineering • Allgemeine Einführung • Mensch und Umwelt • Umweltrecht • Baurecht • Gewerbeordnung • Genehmigungsfälle • Bestandteile eines Genehmigungsantrages • Durchführung einer Genehmigung an einem konkreten Beispiel. • Projektbearbeitung.
<p>Studien- Prüfungsleistungen:</p>	<p>Benotete 180-minütigeschriftliche Modulprüfung gemäß der PO über den Inhalt der Vorlesungen oder 60 minütige mündliche Modulprüfung und benotete Studien- oder Hausarbeit oder Vortrag gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesungen.</p> <p>In Hausarbeiten werden aktuelle Themen durch die Studierenden (Themenvorgabe durch Dozenten) erarbeitet und im Rahmen einer Ergebnispräsentation vorgestellt. Hierbei werden sowohl die schriftliche Ausarbeitung als auch der mündliche Vortrag benotet.</p> <p>Teilleistungen werden vom Modulverantwortlichen zur Modulgesamtnote zusammengeführt. Das Bewertungsschema wird zu Beginn der Lehrveranstaltung erläutert.</p> <p>Testat*: 2 Seminarvorträge in Konzessionierung, 1 Seminarvortrag in Anlagenplanung</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §19 PO)</p>
<p>Vorlesungs- und Praktikumsunterlagen</p>	<p>Unterlagen sind von der Homepage als pdf-Datei herunterladbar oder werden als skizzierte, zu vervollständigende Hand-Outs (Skript) ausgegeben. <i>moodle-classroom</i></p>
<p>Medienformen:</p>	<p>PowerPoint-Präsentation, Folien, Tafel, Flip-Chart</p>
<p>Literatur:</p>	<p>Artikel aus der Fachliteratur wie Bücher, Journale und Patentschriften.</p> <p>Anlagenplanung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blass, E.: „Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse“, Springer – Verlag • Helmus, F.P.: „Anlagenplanung“, WILEY-VCH, Weinheim, 2003

- 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, 2002
- Wagner, W.: „Planung im Anlagenbau“, Vogel-Buchverlag, Würzburg, 1998
- Zlokarnik, M.: „Scale-up – Modellübertragung in der Verfahrenstechnik“, WILEY-VCH, Weinheim, 2000
- Herbert Vogel: „Process Development“ in Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. B4, B. Elvers, S. Hawkins, G. Schulz (Eds.), VCH, Weinheim, 1992.
- U. Onken, A. Behr: „Chemische Prozesskunde“, Lehrbuch der Technischen Chemie, Band 3, M. Baerns et al. (Hrsg.), Georg Thieme, Stuttgart, 1996.
- J.L.A. Koolen: „Design of Simple and Robust Process Plants“, WILEY-VCH, Weinheim, 2001.
- G. Emig, E. Klemm: „Technische Chemie“, 5. Aufl., Springer, Berlin, 2005.
- M. Baerns, H. Hofmann, A. Renken: „Chemische Reaktionstechnik“, Lehrbuch der Technischen Chemie, Band 1, M. Baerns et al. (Hrsg.), Georg Thieme, Stuttgart, 1987.
- J. Gmehling, A. Brehm: „Grundoperationen“, Lehrbuch der Technischen Chemie, Band 2, M. Baerns et al. (Hrsg.), Georg Thieme, Stuttgart, 1996.
- P. Grassmann: „Physikalische Grundlagen der Verfahrenstechnik“, 2. Aufl., Sauerländer, Aarau, 1970.
- P. Bahke. et al.: „Miniplant-Technik“, L. Deibele, R. Dohrn (Hrsg.), Wiley-VCH, Weinheim, 2006.
- T. Bayer et al.: „Micro Process Engineering“, O. Brand et al. (Eds.), WILEY-VCH, Weinheim, 2006.
- A. Dimian, C. Sorin Bildea: „Chemical Process Design“, WILEY-VCH, Weinheim, 2008.
- M. Baerns et al.: „Technische Chemie“, WILEY-VCH, Weinheim, 2006.
- W. Stohrhas: „Bioverfahrensentwicklung“, WILEY-VCH, Weinheim, 2003.
- S. Weiß: „Verfahrenstechnische Berechnungsmethoden, Band 6 – Verfahren und Anlagen, VCH, Weinheim, 1988
- S. Weiß: „Verfahrenstechnische Berechnungsmethoden, Band 8 – Experimente in der Verfahrenstechnik, VCH, Weinheim, 1985

Konzessionierung

- Diverse Gesetzestexte, Verordnungen, Technische Anleitungen, etc. (z.B. aus <http://www.gesetze-im-internet.de/aktuell.html>)

	<ul style="list-style-type: none">• Pütz, Buchholz, Anzeige- und Genehmigungsverfahren nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz, Erich Schmidt Verlag• Veröffentlichungen des Umweltbundesamtes• Veröffentlichungen des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
--	--

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Technische Chemie				
Code-Nr.:	4823 (Modul), 4824 (Teilprüfung TC I), 4825 (Teilprüfung TC II)				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Technische Chemie I (MVT) Technische Chemie II (TVT)				
Semester:	2. und 3. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Krekel				
DozentIn:	Prof. Dr. Krekel				
Sprache:	deutsch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen (Technische Chemie)				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Technische Chemie I	4	-	-	-
	Technische Chemie II	4	-	-	-
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Technische Chemie I	68		82	
	Technische Chemie II	68		82	
Kreditpunkte:	5 CP (TC I) + 5 CP (TC II)				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Prozesse I				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen das Zusammenspiel von physikalisch-chemischen Zustandsänderungen und der Bauform eines Apparats in einer Grundoperation. • können ausgehend von den allgemeinen Bilanzgleichungen für Masse, Energie und Impuls durch Vereinfachungen spezielle Bilanzgleichungen für Grundoperationen ableiten und unter Nutzung von Randbedingungen lösen. • können dimensionslose Kennzahlen aus relevanten Prozessparametern ableiten, Kriteriengleichungen erzeugen und diese für Maßstabsübertragungen 				

	<p>anwenden.</p> <ul style="list-style-type: none">• verstehen die Bedeutung und das Zusammenspiel von konvektivem und von konduktiven Transport an Grenzschichten, in Poren oder Membranflächen für die Modellierung und Berechnung von Grundoperationen.• kennen das Prinzip der Aktivfläche und der selektiven Phase bei thermischen Trennoperationen.• sind in der Lage auf Basis der Eigenschaften von Stoffgemischen geeignete thermodynamische Modelle für das Phasengleichgewicht auszuwählen.• können auf Basis von Stoffeigenschaften, Prozessanforderungen und heuristischen Regeln beurteilen, welche Grundoperation im jeweiligen Anwendungsfall einzusetzen ist.• können mechanische und thermische Grundoperationen in Abhängigkeit von Betriebsweise und Stromführung und unter Nutzung von Kraftfeldern, Gleichgewichten, Transportgleichungen und Bilanzen berechnen und hydraulisch auslegen.
Inhalt:	<p>(1) Technische Chemie I</p> <ul style="list-style-type: none">• <u>Einführung</u><ul style="list-style-type: none">○ Aufgaben und Stellung der Verfahrenstechnik○ Prinzip der Grundoperation○ Übersicht über Gebiete der mechanischen Verfahrenstechnik• <u>Stoff, Energie und Impuls</u><ul style="list-style-type: none">○ Allgemeine Behandlung von Transportgesetzen und Bilanzen○ Stoff- und Energiebilanz○ Impulsbilanz (Navier-Stokes-Gleichung mit Anwendungen)• <u>Dimensionsanalyse</u><ul style="list-style-type: none">○ Dimension und physikalische Größen○ Modelltheorie und Ähnlichkeitstheorie○ Vertiefte Anwendung auf verschiedene um- oder durchströmte Systeme• <u>Charakterisierung disperser Systeme</u><ul style="list-style-type: none">○ Disperse Systeme, Prozessfunktion, Eigenschaftsfunktion○ Eigenschaften von Einzelpartikeln (Merkmalsbegriff, statistische Längen, Äquivalentdurchmesser, spezifische Oberfläche,

	<p>Formfaktoren, Porosität (u.a.)</p> <ul style="list-style-type: none">○ Verteilungen und Mittelwerte (Mengenartsbegriff, spezielle Verteilungsfunktion, Berechnung der spezifischen Oberfläche von Schüttgütern)○ Partikelgrößenanalyse (verschiedene Verfahren)○ Durchströmung von Partikelschichten (Festbetten, Wirbelschichten – Modellierung und empirische Ansätze) <ul style="list-style-type: none">● <u>Grundlagen mechanischer Makroprozesse</u><ul style="list-style-type: none">○ Mikro-, Makroprozesse und Grundvorgänge○ Prozessmodell und Wirkprinzipien○ Populationsbilanz○ Disperse Stoffströme (Beherrschung und Vergleichmäßigung)● <u>Zerkleinerungsprozesse</u><ul style="list-style-type: none">○ Partikelbeanspruchung und Materialeigenschaften○ Bruchverhalten und Bruchenergie○ Zerkleinerungsmaschinen für Feststoffe● <u>Agglomerieren</u><ul style="list-style-type: none">○ Wechselwirkungen in dispersen Systemen (Bindungsmechanismen, Modellierung der Agglomeratfestigkeit)○ Aufbau- und Pressagglomeration (Apparate und Scale-up)● <u>Aufbereitungsprozesse</u><ul style="list-style-type: none">○ Kennzeichen des Trennerfolgs (Trennfunktion, Trenngrenzen, Trennschärfe)○ Siebklassieren○ Stromklassieren (nass/trocken) im Schwerfeld, Starrkörperwirbel, Potentialwirbel mit Apparaten○ Sortieren (Dichte-, Magnet und Elektrosortieren)○ Flotation (Reagenzregime, Hydrodynamik und Apparate)● <u>Trennen disperser Systeme</u><ul style="list-style-type: none">○ Fest-Flüssig-Trennen (Eindicken, Zentrifugieren und Filtrieren mit Apparaten und Modellierung)○ Entstauben (Wirkprinzipien, Massenkraftabscheider, filtrierende Abscheider, Nassabscheider, Elektroabscheider)● <u>Mischprozesse</u><ul style="list-style-type: none">○ Rühren (Bauformen, Leistungsbedarf, Ähnlichkeit des Rührvorgangs, verschiedene Rührprozesse)○ Feststoffmischen (Bewertung des Mischungszustands, Apparate)○ Statisches Mischen
--	---

- Lagerung von Schüttgütern
 - Fließeigenschaften von Schüttgütern
 - Silos und Schüttgutaustrag
- (2) Technische Chemie II**
- Ausgewählte Transportprozesse
 - Stofftransport (Diffusion, Stoffübergang, Ähnlichkeit des Stoffübergangs, Stoffdurchgang)
 - Wärmetransport am Rohr und Rohrbündel (einphasig, Verdampfung und Kondensation)
 - Ausgewählte Wärmeübertrager
- Phasengleichgewichte
 - Begriff, Formulierungsmöglichkeiten und Messmethoden
 - Dampf-Flüssig-Gleichgewicht (Zustandsgleichungen, Excessenthalpiemodelle (Grundlagen, Wilson-, NRTL-, UNIQUAC-, UNIFAC-Modelle))
 - Flüssig-Flüssig-, Gas-Flüssig-, Fest-Flüssig-Gleichgewichte
- Trocknen
 - Feuchtebindung im Trocknungsgut
 - Luftfeuchte (Mollierdiagramm)
 - Konvektionstrocknung (Stoff- und Wärmebilanz, Trocknerarten, Kinetik der Trocknung, Auslegung)
 - Normaldruck- und Vakuumtrockner (Apparate)
- Stromführung bei thermischen Trennverfahren
 - Ideale Trennstufe, Konzept Übertragungseinheit
 - Bilanzierung von Trennstufen (Gleich-, Gegen- und Kreuzstrom, Mehrstufenapparat und Kaskade)
- Destillieren und Rektifizieren
 - Kontinuierliche Rektifikation (MESH-Gleichungen, McCabe-Thiele-Verfahren, Short-cut- und exakte Methoden, HTU-NTU-Modell)
 - Sonderverfahren zur Rektifikation von Azeotropen
 - Diskontinuierliche Rektifikation
 - Kolonnen und Einbauten (Boden-, Füllkörper und Packungskolonnen inkl. Aufbau, Belastungsgrenzen, hydraulische Auslegung)
- Extrahieren
 - Flüssig-Flüssig-Extraktion (Grundlagen, McCabe-Thiele- und Hunter-Nash-Verfahren, Apparate)
 - Fest-Flüssig-Extraktion mit Lösemittel, Tensiden, ionischen und überkritischen Flüssigkeiten

	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Absorbieren</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Physikalische Absorption (McCabe-Thiele, Kremser-Gleichung) ○ Chemisorption • <u>Adsorbieren</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Adsorbentien ○ Adsorptionsgleichgewicht (Adsorptionsisothermen, Modelle zur Mehrkomponentenadsorption) ○ Kinetik der Adsorption ○ Bilanzierung ○ Adsorberapparate (diskontinuierlich, kontinuierlich) ○ Durchbruchkurven, Adsorberwirkungsgrad • <u>Kristallisieren</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lösungskristallisation (Erzeugung der Übersättigung, Keimbildung- und Keimwachstumskinetik, Bauarten von Suspensionskristallisatoren) ○ Schmelzkristallisation (Verfahrensbeispiele) • <u>Membranverfahren</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Membranaufbau und Membranmodule ○ Transportmodelle für Poren- und Löslichkeitsmembranen ○ Membrantrennverfahren (Dialyse, Elektrodialyse, Reverse Osmose, Gaspermeation, Pervaporation, Ultra- und Mikrofiltration) • <u>Übungen zu allen Kapiteln eingebettet in die Vorlesung; zusätzlich Aufgabe zur hydraulischen Auslegung von Ausrüstung in verfahrenstechnischer Aufgabe im Rahmen des Vertiefungspraktikums (s. dort)</u>
Studien- Prüfungsleistungen:	Jeweils benotete 120-minütige schriftliche oder 60-minütige, mündliche Modulprüfung gemäß der PO über den Inhalt der Vorlesungen.
Vorlesungsunterlagen	Unterlagen sind von der Homepage als pdf-Datei herunterladbar oder werden als Hand-Outs ausgegeben.
Medienformen:	PowerPoint-Präsentation, Folien, Tafel, Filme
Literatur:	<u>Technische Chemie I und II:</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Vauck, R.A., Müller, H.A.: „Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik“, 11. Aufl., Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 2000.</u> • Bauckhage, K. et al. in „Handbuch der mechanischen Verfahrenstechnik“, Band 1 und 2, Schubert, H. (Hrsg.), WILEY-VCH, Weinheim 2003. • Stieß, M.: „Mechanische Verfahrenstechnik Bd. 1 und

	<p>2“, 1. bzw. 3. Aufl., Springer, Berlin, 2009/1997.</p> <ul style="list-style-type: none">• Müller, W.: „Mechanische Grundoperationen und ihre Gesetzmäßigkeiten“, 2. Aufl., de Gruyter, Berlin, 2014.• Böswirth, L. e. al.: „Technische Strömungslehre“, 10. Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden, 2014.• Sattler, K.: „Thermische Trennverfahren“, 3. Aufl. VCH, Weinheim, 2001.• Schönbacher, A.: „Thermische Verfahrenstechnik“, Springer, Berlin, 2002.• Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5. Edition, Volume B3 (Unit Operations II), W. Gerhartz et al. (Eds.), VCH, Weinheim, 1988.• Baerns, M. et al. „Technische Chemie“, 2. Aufl. Wiley-VCH, 2013.• Mersmann, A, Kind. M., Stichlmair, J. : Thermische Verfahrenstechnik“ 2. Aufl., Springer, Berlin, 2005• Lüdecke, C., Lüdecke, D.: „Thermodynamik – Physikalisch-chemische Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik“, Springer, Berlin, 2000.
--	---

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Reaktionstechnik und Verfahrensentwicklung				
Code-Nr.:	4826				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Reaktionstechnik II Verfahrensentwicklung				
Semester:	2. und 3.Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Gröschel				
DozentIn:	Prof. Dr. Gröschel, Prof. Dr. Roppertz				
Sprache:	deutsch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen (Technische Chemie)				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Reaktionstechnik II	2	1	-	-
	Verfahrensentwicklung	2		-	1
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Reaktionstechnik II	51		69	
	Verfahrensentwicklung	51		69	
Kreditpunkte:	8 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:					
Empfohlene Voraussetzungen:	Reaktionstechnik I				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Reaktionstechnik II</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können chemische Reaktoren durch Aufstellung von Stoff- und Wärmebilanzen mathematisch modellieren und reaktionstechnisch optimieren. • können ein Reaktordesign für multiple Reaktionen und Reaktorsysteme eigenständig auslegen • können beurteilen, auf welche Weise mit chemischen und reaktionstechnischen Mitteln Einfluss auf den Syntheseverlauf zu nehmen ist • wenden reaktionstechnische Methoden an, um Fragen zur Dynamik und Stabilität von Reaktoren sowie der sicheren Reaktionsführung zu beantworten • erlernen die Grundlagen, um eigenständig einen Reaktor für eine heterogen-katalysierte Reaktion auszulegen 				

	<p>Verfahrensentwicklung</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erlernen das sichere Bilanzieren chemischer Prozesse in technischen Anlagen. • kennen moderne Herstellungsverfahren und Synthesemechanismen • kennen die Genehmigungsverfahren einer chemischen Anlage in Bezug auf die Rechtsgrundlagen in der BRD und der EU.
Inhalt:	<p>Reaktionstechnik II</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung von Bilanzmodellen (Wärme- und Stoffbilanzen) für chemische Reaktoren • Berechnung von multiplen Reaktorsystemen • Reaktordesign für multiple Reaktionen • Lenkung des Temperaturverlaufs in chemischen Reaktoren und Design von multistage - Systemen • Analyse des Stabilitätsverhaltens von Reaktoren • Chemische Reaktionen in Mehrphasensystemen • Reaktionstechnische Betrachtung heterogen katalysierter Reaktionen und eigenständige Auslegung
Inhalt:	<p>Verfahrensentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produktionsanlagen und deren Optimierung • Verfahrensunterlagen • Ablauf einer Verfahrensentwicklung • Planung, Errichtung und Inbetriebnahme einer Chemischen Anlage • Verfahrensbewertung
Studien- Prüfungsleistungen:	<p>Benotete 120-minütige schriftliche Modulprüfung gemäß der PO über den Inhalt der Vorlesungen</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §19 PO)</p>
Vorlesungs- und Praktikumsunterlagen	<p>Die benötigten Unterlagen sind von der Homepage herunterladbar bzw. im <i>moodle</i>-classroom vorhanden.</p>
Literatur	<p>Verfahrensentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Onken, U., Behr, A.: „Chemische Prozeßkunde“, G.Thieme, Stuttgart, 1996.</u> • Blaß, E.: „Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse“, Springer, Berlin, 1997. • Vogel, G.H.: „Verfahrensentwicklung“, Wiley-VCH, Weinheim, 2002. • Ehrfeld, W., Hessel, V., Löwe, H.: „Microreactors“,

	<p>Wiley-VCH, Weinheim, 2000.</p> <ul style="list-style-type: none">• Bahke, P. et al.: „Miniplant-Technik“, Deibele, L., Dohrn, R. (Hrsg), Wiley-VCH, Weinheim, 2006.• Dimian, A.C., Bildea, C.S.: “Chemical Process Design”, Wiley-VCH, 2008 <p>Reaktionstechnik II:</p> <ul style="list-style-type: none">• Baerns, M. et al. „Technische Chemie“, 2. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim, 2013• Fogler, S.: “Essentials of chemical reaction engineering”, Prentice Hall, 2011• Franks: “Modeling and simulation in chemical engineering”, John Wiley & Sons• Froment, G., Bischoff, K.: “Chemical reactor Analysis and Design”, John Wiley & Sons, 1990• Ingham, J., Dunn, J., Heinzle, E., Prenosil, J.: “Chemical engineering dynamics“, Wiley-VCH, 2000• Levenspiel, O.: „Chemical Reaction Engineering“, John Wiley and Sons, 1999• Löwe, A.: “Chemische Reaktionstechnik”, Wiley-VCH, 2001• Naumann, B., “Chemical Reactor Design, Optimization, and Scaleup”, John Wiley & Sons, Hoboken, 2008
--	--

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Lackchemie II				
Code-Nr.:	4811				
ggf. Untertitel	Monomere und Polymere				
ggf. Lehrveranstaltungen:					
Semester:	1. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Strehmel				
DozentIn:	Prof. Dr. Strehmel				
Sprache:	Deutsch Präsentationen der Studierenden im Seminar in Deutsch/Englisch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen (Lackingenieurwesen)				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Lackchemie II	2	-	-	2
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Lackchemie II	68		82	
Kreditpunkte:	5 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	Analysis, Vektorrechnung, kompl. Zahlen; Grundgesetze der Physik; Grundl. der physik. Chemie (insbes. chem. Thermodynamik und Kinetik); Grundl. der org. Chemie; Kenntnisse der Polymerchemie und Polymercharakterisierung, Werkstoffkunde.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden verstehen das physikalisch-chemische bzw. technische Verhalten verschiedener Monomere und Polymere. Sie sind in der Lage Strategien zu einem Moleküldesign für Polymere zu entwickeln, welche in modernen Beschichtungstechnologien eingesetzt werden. Dabei beherrschen die Studierenden grundlegende Reaktionen der Polymersynthese. Kontrollierte Polymerreaktionen sind den Studierenden ein Begriff und anwendbar auf das maßgeschneiderte Design von polymeren Bindemitteln. Begriffe der Polymercharakterisierung können darauf übertragen werden. Moderne Methoden der physikalischen und chemischen Filmbildung sind anwendbar.				

Inhalt	<p>Vorlesung</p> <p>Polymerchemische Grundbegriffe: Monomer, Polymer, Oligomer, Polyreaktionen, linear/ verzweigt/vernetzt, Thermoplast, Duromer, Elastomer, Taktizität, Copolymer Typen, kontrollierte Polymerisationen, maßgeschneiderte Polymersynthese.</p> <p>Molmasse / Polymerisationsgrad – Mittelwerte und Verteilungen: Definitionen, Messmethoden.</p> <p>Sekundär- und Aggregatstrukturen: Knäuel, Kettenpackungen, Teilkristallinität, Überstrukturen, Ordnungsstrukturen, Vernetzung.</p> <p>Polymerlösungen: Löse-/Quellvorgang, Flory-Huggins-Theorie (Gittermodell, WW-Parameter), Löslichkeitsparameter (ein-/ dreidimensional, Löslichkeitsparameter- Diagramme, Lösemittelgemische), Unverträglichkeiten, Viskosität von Polymerlösungen (SMH-Gleichung, Viskositätsmittel, Viskosität bei höherer Konzentration, Temperaturabhängigkeit).</p> <p>Wässrige Systeme: Disperse Zustände, Viskositäten, Stabilitäten.</p> <p>Mechanisches Verhalten von Polymeren: Viskoelastizität, Federn-Zylinder-Modell, Energie-/ Entropieelastizität, Zugversuch, Kriechen, Relaxation, dynamisch-mechanische Analyse, Speicher- /Verlustmodul, Elastische Deformation (Module).</p> <p>Temperaturabhängigkeit des Polymerverhaltens: Molekulare Bewegungsvorgänge. Glasübergangstemperatur: Einfluss auf die Lackfilmeigenschaften, Abhängigkeit von der Lackzusammensetzung. Frequenz-Temperatur- Überlagerung (Masterkurven, VVT-Gleichung, WLF- Gleichung).</p> <p>Seminar</p> <ul style="list-style-type: none">• Polymerisation bis zu hohen Umsätzen• Polykondensationen• Polyadditionen• kontrollierte Polymerisationen• spezielle Methoden der Polymersynthese• Core-Shell Systeme• Copolymere und Blockcopolymere• Netzwerkpolymere und deren Charakterisierung• Photopolymere
--------	---

Studien-/ Prüfungsleistungen:	Benotete 90-minütige schriftliche Modulprüfung über die Inhalte von Vorlesung und Seminar. Testat*: Abtestat über die aktive, vollständige Teilnahme am Seminar, welches auch zur wissenschaftlichen Disputation verwendet wird. (*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung n. §19 PO)
Vorlesungs- und Seminarunterlagen:	Unten genannte Literatur und Auszüge als Vorschlag
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• H.G. Elias, Makromoleküle, Wiley-VCH• L. H. Sperling, Introduction into Polymer Physics, Wiley• J. D. Menczel, R. B. Prime, Thermal Analysis of Polymers, Fundamentals and Applications, Wiley• K. Matyjaszewski, Handbook of Radical Polymerization, Wiley-VCH

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Lackanalytik				
Code-Nr.:	4812				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Lackprüf- und Messtechnik Elektrochemie und Transportprozesse Methoden der physikalischen Chemie				
Semester:	2. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Dornbusch				
DozentIn:	Prof. Dr. Dornbusch				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen (Lackingenieurwesen)				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Lackprüf- und Messtechnik	2	-	-	
	Elektrochemie und Transportprozesse	2	-	1	-
	Methoden der physikalischen Chemie	-	-	-	1
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Lackprüf- und Messtechnik	34		36	
	Elektrochemie und Transportprozesse	51		54	
	Methoden der physikalischen Chemie	17		18	
Kreditpunkte:	7 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	Abgeschlossenes Bachelor-Studium in Chemie, Chemieingenieurwesen oder einem verwandten Fach. Grundkenntnisse über Pigmente, Lösemittel und Additive, z.B. Vorlesung Lackrohstoffe aus BEng, Modul Lacktechnik, Inhalte der Module Lackchemie I und II, Modul „Surface Science“				
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden haben einen aktuellen, praxisrelevanten Überblick über die Methoden zur Analytik, Qualitäts- und Eigenschaftsprüfung an Lackrohstoffen, Lacken und lackierten Oberflächen, wie sie sowohl in Forschung und Entwicklung als auch in der Beschichtungsindustrie eingesetzt werden. Die Studierenden sind in der Lage, die für verschiedene Anwendungsfälle bis hin zu Aufgabenstellungen in der				

	<p>Grundlagenforschung (Methodenentwicklung) jeweils geeignete Prüf- oder Messmethode auszuwählen und anzuwenden sowie deren Ergebnisse kritisch zu beurteilen.</p> <p>Die Studierenden können auf Basis der elektrochemischen Grundlagen und der physikalischen Grundlagen von Transportprozessen die Phänomene in Beschichtungen einschätzen und Methoden zu dessen Analyse kritisch beurteilen.</p> <p>Die Studierenden können die aktuellen, praxisrelevanten Methoden der physikalischen Chemie zur Analyse von Polymeren und polymeren Schichten nennen. Sie können die geeignete Methode für eine konkrete Problemstellung auswählen und die Aussagekraft bzw. die Fehlerquellen der jeweiligen Methoden einschätzen. Daher sind sie in der Lage, Analysedaten von Polymeren und polymeren Schichten kritisch zu interpretieren.</p>
<p>Inhalt:</p>	<p>Lackprüf- und Messtechnik II</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definitionen / Grundsätzliches • Aufbau der Vorlesung, Begriffe, Literatur • Rheologie und Rheometrie • Mathematische Hilfsmittel • Kennzahlen von Lösemitteln und Flüssigprodukten: <ul style="list-style-type: none"> • Kennzahlen von Feststoffen • Prüfung von flüssigen Farben und Lacken: • Der Filmbildeprozess • Der getrocknete Lackfilm • Mechanisch-technologische Filmeigenschaften / • Fehlstellen, Fehlstellenanalyse, Lackschäden • Spezielle Themen: Toxikologie Beispiel: Ames-Test auf Mutagenität, Messtechnik und Qualitätssicherung <p>Elektrochemie und Transportprozesse: Grundlagen von Transportprozessen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diffusion • Migration • Mathematische Modelle <p>Grundlagen der Elektrochemie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Grundlagen • Kinetik elektrochemischer Reaktionen • Debye-Hückel-Onsager Theorie • Thermodynamische Aspekte der Elektrochemie • Kinetische Aspekte der Elektrochemie • Elektrodenreaktionen <p>Wasserstoffelektrode Sauerstoffelektrode Metalloberflächen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passivität • Diffusionsprozesse an Elektrodenoberflächen • Elektrochemische Analysemethoden • Elektrochemie Abscheidung von Metallen <p>Methoden der physikalischen Chemie</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • NMR Spektroskopie – Grundlagen • Relaxation • Analyse von polymeren Schichten mittels <ul style="list-style-type: none"> ○ Schwingungsspektroskopie ○ NMR Spektroskopie • Diffusion und deren Analyse
<p>Studien- Prüfungsleistungen:</p>	<p>Benotete 120-minütige schriftliche oder 45--minütige mündliche Modulprüfung oder benotete Studien- oder Hausarbeit gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesungen.</p> <p>Die erfolgreiche Teilnahme am Seminar „Methoden der physikalischen Chemie“ wird durch ein Testat bescheinigt.</p>
<p>Vorlesungs- und Praktikumsunterlagen</p>	<p>Die Folien bzw. Präsentationen werden als pdf-Datei zur Verfügung gestellt.</p>
<p>Literatur:</p>	<p>Elektrochemie und Transportprozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Carl H. Hamann, Wolf Vielstich, Elektrochemie, 4. Auflage, Wiley-VCH,2005</u> • Rudolf Holze, Electrochemistry, Wiley-VCH, 2009 • P.J. Gellings, Korrosion und Korrosionsschutz von Metallen, Hanser, 1976 • Udo R. Kunze, Georg Schwedt, Grundlagen der quantitativen Analyse, Wiley-VCH, Weinheim, 2009 • H. Kaesche, Die Korrosion der Metalle, Springer Verlag, Berlin, 2011 • P.W. Atkins, Physikalische Chemie, VCH, Weinheim, 1990 • Hollemann, Wiberg, Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 102. Auflage, • Walter de Gruyter, 2007 • M. Merkel, K.-H. Thomas, Taschenbuch der Werkstoffe, Hanser Verlag, 2008 • DIN EN ISO 12944 Korrosionsschutz • Verschiedene Normen, Fachschriften und Beiträge in Fachzeitschriften • Ruf, Organischer Metallschutz, Vincentz, Hannover 1996 • J. CRANK, THE MATHEMATICS OF DIFFUSION, CLARENDON PRESS OXFORD, 1975 <p>Methoden der physikalischen Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Hatada, K., Kitayama, T., NMR Spectroscopy of Polymers, Springer Verlag, Berlin, 2004.</u> • P. W. Atkins, Physikalische Chemie, Wiley VCH, Weinheim, 2013. • Friebolin, Ein- und zweidimensionale NMR Spektroskopie, Wiley VCH, Weinheim. • Stuart, B., Polymer Analysis, Wiley VCH, New York, 2002.

	<ul style="list-style-type: none">• <u>Sun, Physical Chemistry of Macromolecules, Wiley, New York.</u>
--	--

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Beschichtungstechnologie				
Code-Nr.:	4813				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Untergründe und Vorbehandlung Korrosions- und Bautenschutz				
Semester:	2. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Dornbusch				
DozentIn:	Prof. Dr. Dornbusch				
Sprache:	deutsch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen (Lackingenieurwesen)				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Untergründe und Vorbehandlung	-	-	-	1
	Korrosions- und Bautenschutz	2	-	-	1
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Untergründe und Vorbehandlung	17		28	
	Korrosions- und Bautenschutz	51		84	
Kreditpunkte:	6 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	Abgeschlossenes Bachelor-Studium in Chemie, Chemieingenieurwesen oder einem verwandten Fach. Grundkenntnisse über Pigmente, Lösemittel und Additive, z.B. Vorlesung Lackrohstoffe aus BEng, Modul Lacktechnik, Inhalte der Module Lackchemie I und II				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse der für eine Beschichtung relevanten Eigenschaften, Reinigungs- sowie Vorbehandlungsmethoden der wichtigsten Substrate für Beschichtungsstoffe. Die Studierenden können einschätzen wie aus der Abhängigkeit von Substrat, Beschichtungsstoff und Verwendungszweck ein geeignetes Reinigungs- und Vorbehandlungsverfahren vorzuschlagen ist bzw. die Grenzen vorhandener Reinigungs- und Vorbehandlungsmethoden abzuschätzen.</p> <p>Die Studierenden werden in die Grundlagen der Korrosion, des Korrosionsschutzes und des Bautenschutzes eingeführt. Sie sind in der Lage, die Korrosionsgefährdung von Bauwerken oder -teilen einzuschätzen und geeignete Maßnahmen zu Vermeidung von Korrosion durch Beschichtungsstoffe vorzuschlagen.</p> <p>Die können geeignete elektrochemische</p>				

	<p>Analysenmethoden für Fragestellungen der Korrosion erschaffen und verfügen über die Befähigung Korrosionsschutzkonzepte für verschiedene Metallsubstrate zu erschaffen.</p>
<p>Inhalt:</p>	<p>Untergründe und Vorbehandlung Physikochemische Grundlagen der Haftfestigkeit Metallische Untergründe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften wichtiger Gebrauchsmetalle • Reinigungsmethoden • Konversionschichten • Vorbehandlungsprozesse <p>Kunststoffe als Substrat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften wichtiger Kunststoffarten • Lackierbarkeit von Kunststoffoberflächen • Reinigungs- und Aktivierungsmethoden <p>Holz(werkstoffe) als Substrat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften wichtiger Hölzer und Holzwerkstoffe • Reinigung und Vorbehandlung <p>Mineralische Untergründe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften verschiedener mineralischer Untergründe • Reinigung und Vorbehandlung <p>Andere Untergründe</p> <p>Korrosions- und Bautenschutz: Theorie des Korrosionsvorganges</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Grundlagen • Kinetik elektrochemischer Reaktionen • Die Korrosionsgeschwindigkeit <p>Korrosionsarten von metallischen Werkstoffen Korrosionsarten unter Beschichtungen Korrosion und andere Eigenschaften verschiedener Gebrauchsmetalle Korrosionsschutzpigmente und Inhibitoren Korrosionsschutzmaßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methoden des Korrosionsschutzes • Arten von Oberflächen und deren Vorbereitung • Konversionsschichten und andere Vorbehandlungsmethoden • Korrosionsschutz durch Beschichtungssysteme • Kathodischer Korrosionsschutz durch Beschichtungssysteme • Aufbau und Eigenschaften von Korrosionsschutzbeschichtungssystemen • Schichtdicke von Korrosionsschutzbeschichtungen • Auswahl der Beschichtungssysteme
<p>Studien- Prüfungsleistungen:</p>	<p>Benotete 120-minütige schriftliche oder 45-minütige mündliche Modulprüfung oder benotete Studien- oder Hausarbeit oder Vortrag gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesungen.</p>
<p>Vorlesungs- und</p>	<p>Die Folien bzw. Präsentationen werden als pdf-Datei zur</p>

Praktikumsunterlagen	Verfügung gestellt. <i>moodle-classroom</i>
Literatur:	<p>Allgemeines zur Beschichtungstechnologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Th. Brock, M. Groteklaes, P. Mischke und B. Strehmel, Lehrbuch der Lacktechnologie, 4. Aufl., Vincentz Verlag, Hannover 2012.</u> • Goldschmidt und H.-J. Streitberger: BASF-Handbuch Lackiertechnik, 2. Auflage Vincentz Verlag Hannover, 2014. • Kittel (Hrsg.): Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, 2. Aufl., Bd. 6 - 10:, Hirzel Verlag, Stuttgart 1998 - 2007 • <p>Korrosions- und Bautenschutz</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Carl H. Hamann, Wolf Vielstich, Elektrochemie, 4. Auflage, Wiley-VCH, 2005</u> • Rudolf Holze, Electrochemistry, Wiley-VCH, 2009 • <u>P.J. Gellings, Korrosion und Korrosionsschutz von Metallen, Hanser, 1976</u> • Udo R. Kunze, Georg Schwedt, Grundlagen der quantitativen Analyse, Wiley-VCH, Weinheim, 2009 • H. Kaesche, Die Korrosion der Metalle, Springer Verlag, Berlin, 2011 • P.W. Atkins, Physikalische Chemie, VCH, Weinheim, 1990 • Hollemann, Wiberg, Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 102. Auflage, Walter de Gruyter, 2007 • M. Merkel, K.-H. Thomas, Taschenbuch der Werkstoffe, Hanser Verlag, 2008 • DIN EN ISO 12944 Korrosionsschutz • Verschiedene Normen, Fachschriften und Beiträge in Fachzeitschriften • Ruf, Organischer Metallschutz, Vincentz, Hannover 1996 <p>Untergründe und Vorbehandlung</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Adams, K. H., Oberflächenvorbehandlung, Wiley-VCH, Weinheim 1999</u> • Hofmann, H. Spindler, J., Verfahren in der Beschichtungstechnik, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2010 • Prieto, J., Kiene, J., Holzbeschichtung, Chemie und Praxis, Vincentz Network Hannover 2007 • Rothkamm, M., Hansemann, W., Böttcher, P., Lackhandbuch Holz, DRW Verlag Leinfelden-Echterdingen 2003 • Rusam, H.: Anstriche und Beschichtungen im Bauwesen, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2004 • Wilke, G., Ortmeier, J., Kunststoffbeschichtung, aktuell, kompakt und praxisnah, Vincentz Network, Hannover 2009 • Ruf, Organischer Metallschutz, Vincentz, Hannover

	<p>1996</p> <ul style="list-style-type: none">• Ullmann: Enzyklopädie der technischen Chemie• Winnacker Küchler: Chemische Technologie• Seminarunterlagen
--	---

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Lackchemie III				
Code-Nr.:	4814				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Lackrohstoffe II Lackformulierung				
Semester:	2.und 3. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Schmitz				
DozentIn:	Prof. Dr. Schmitz				
Sprache:	Deutsch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen (Lackingenieurwesen)				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Lackrohstoffe	1	-	-	1
	Lackformulierung	2	-	-	1
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Lackrohstoffe	34		50	
	Lackformulierung	51		75	
Kreditpunkte:	7 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:					
Empfohlene Voraussetzungen:	Abgeschlossenes Bachelor-Studium in Chemie, Chemieingenieurwesen oder einem verwandten Fach. Grundkenntnisse über Pigmente, Lösemittel und Additive, z.B. Vorlesung Lackrohstoffe aus BEng, Modul Lacktechnik				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse der lackrelevanten Eigenschaften von Lösemitteln und Additiven, ihrer Wirkung und Anwendung, sowie ihrer Wechselwirkungen mit anderen Beschichtungsstoffbestandteilen. Sie sind in der Lage, geeignete Lackrohstoffe zur Formulierung von Beschichtungsstoffen auszuwählen.</p> <p>Die Studierenden sind, aufbauend auf fundierten Kenntnissen der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Farbmitteln, der lackrelevanten Eigenschaften von Pigmenten und Füllstoffen, ihrer Wirkung und Anwendung, sowie ihrer Wechselwirkungen mit anderen Beschichtungsstoffbestandteilen und der Umwelt in der Lage, Pigmente, Füllstoffe und Farbstoffe bei der Formulierung von Beschichtungsstoffen sinnvoll auszuwählen.</p> <p>Die Studierenden können, aufbauend auf fundierten Kenntnissen der grundlegenden Lackparameter, der</p>				

	<p>Anforderungsprofile an sowie der Zusammensetzung von Beschichtungsstoffen, Verständnis der Wechselwirkungen der Bestandteile untereinander kritisch würdigen und beherrschen verschiedene Formulierungstechniken. Die Studierenden sind in der Lage, Beschichtungsstoffe unter Beachtung der Anforderungsprofile zu formulieren und Alternativen zur Optimierung einander gegenüber zu stellen, geeignete Versuche zu planen, die Ergebnisse zu interpretieren und daraus Schlüsse zu ziehen.</p>
Inhalt:	<p>Lackrohstoffe Lösemittel</p> <ul style="list-style-type: none">• Einleitung und Definition• Einteilung von Lösemitteln• Löslichkeitsparameter• Eigenschaften (Flüchtigkeit, Polarität, Oberflächenspannung, Dichte, Viskosität, weitere physikalische Eigenschaften, Physiologische Eigenschaften)• Lösemittel in Lacken (Lösemiteleinflüsse auf Lack- und Lackierungseigenschaften, Lösemittel in Low und Medium Solids-Lacken, Lösemittel in High Solids-Lacken, Lösemittel in Wasserlacken, Phasendiagramme) <p>Additive</p> <ul style="list-style-type: none">• Einleitung und Definition• Grenzflächenaktive Additive (Wirkmechanismus, Eigenschaften und Verwendung von Entschäumern und Entlüftern, Verlaufsmitteln u.ä., Slip-Additiven)• Rheologieadditive (Wirkmechanismus, Eigenschaften und Verwendung von Verdickern und Thixotropierungsmitteln)• Lichtschutzmittel (Photooxidation von Polymeren, Einteilung von Lichtschutzmitteln; UV-Absorber, Radikalfänger, Verwendung von Lichtschutzmitteln)• Biozide (Wirkmechanismus, Eigenschaften und Verwendung)• Netz- und Dispergiermittel (Wirkmechanismus, Eigenschaften und Verwendung)• Mattierungsmittel (Wirkmechanismus, Eigenschaften und Verwendung)• Andere Additive <p>Pigmente und Füllstoffe</p> <ul style="list-style-type: none">• Physikalische und chemische Grundlagen von Farbe und Farbmitteln.• Pigmentphysik (Farbigkeit, Teilchenmorphologie, Kristallstruktur, Teilchengröße, Optische Konstanten, Oberflächencharakter)• Pigmentdispersionen (Teilvorgänge des Dispergierprozesses, Stabilisieren, Dispergierbarkeit, Dispergierhärte, Schockerscheinungen)

	<ul style="list-style-type: none"> • Optische Eigenschaften pigmentierter Systeme (Reflexion, Glanz, Glanzschleier, Lichtstreuung, Rayleigh-Streuung, Mie-Streuung, Lichtabsorption, koloristische Eigenschaften von Pigmenten, Deckvermögen, Transparenz und Lasur, Farbton) • Chemische, physikalische und optische Eigenschaften von anorganischen und organischen Pigmenten sowie Effektpigmenten und deren Wechselwirkungen mit anderen Lackrohstoffen. • Chemische, physikalische, technologische und optische Eigenschaften von Füllstoffen sowie deren Wechselwirkungen mit anderen Lackrohstoffen • Chemische, physikalische und optische Eigenschaften von Farbstoffen sowie deren Wechselwirkungen mit anderen Lackrohstoffen • Chemische und physikalische Eigenschaften von funktionellen Pigmenten sowie deren Wechselwirkungen mit anderen Lackrohstoffen <p>Lackformulierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung und Definitionen • Zusammensetzung von Beschichtungsstoffen • Rezepturparameter, Pigmentvolumenkonzentration und Filmeigenschaften • Systematik der Entwicklung • Kalkulationsrezeptur und Produktionsrezeptur • Anforderungen, Eigenschaften und Rezeptierung u. a. bei Dispersionsfarben, Malerlacken, Bautenschutzfarben, Einbrennlacken (Amidoformaldehydharz-Systeme, Selbstvernetzende Acrylharze), Reaktiven Mehrkomponentensystemen (Polyurethansysteme, Epoxidharzsysteme, Ungesättigte Polyester und Polyacrylate), Silicon-Harz-Lacken, High Solids, Wasserlacken, Pulverlacken, „Nanolacke“ • Rezeptierung des Mahlansatzes
Studien- Prüfungsleistungen:	Benotete 45-minütige mündliche Modulprüfung gemäß der PO über den Inhalt des Moduls
Vorlesungs- und Praktikumsunterlagen	Die Studierenden erhalten die Folien und/oder Präsentationen als pdf-Datei. <i>moodle-classroom</i>
Literatur:	<p>Allgemeine Literatur zu Lackchemie I</p> <ul style="list-style-type: none"> • T. Brock, M. Groteklaes, P. Mischke, B. Strehmel, Lehrbuch der Lacktechnologie, 4. Aufl., Vincentz, Hannover 2012 • Kittel (Hrsg), Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, Bd. 1 – 10, Hirzel, 1998 - 2007 • Meichsner, Mezger, Schröder, Lackeigenschaften messen und steuern, Vincentz, Hannover 2003 • Müller, Poth, Lackformulierung und Lackrezeptur, 3. Auflage, Vincentz, Hannover 2009 • Stoye, Paints, Solvents and Coatings, VCH,

	<p>Weinheim 1993</p> <ul style="list-style-type: none">• Wicks, Jones, Pappas, Organic Coatings, 3. Aufl. Wiley-Intersciences, New York 2009• Ullmann, Enzyklopädie der technischen Chemie• Verschiedene aktuelle Firmenschriften, Aktuelle Fachzeitschriftenartikel <p>Lackrohstoffe</p> <ul style="list-style-type: none">• Bielemann, Lackadditive, Wiley-VCH, Weinheim 1998• Buxbaum, G., Pfaff, G.; Industrial Inorganic Pigments, 3. Aufl., Wiley-VCH: Weinheim (2005)• Faulkner, E. B. (Edit.), Schwartz, R. J. (Edit.); High Performance Pigments, 2nd Edition, Wiley-VCH: Weinheim (2009)• Endriss, H., Aktuelle anorganische Bunt-Pigmente, Zorll, U. (Hrsg.), Vincentz: Hannover (1997)• Gysau, D., Füllstoffe, Vincentz: Hannover (2005)• Herbst, W, Hunger, K.; Industrial Organic Pigments; 3. Aufl., Wiley-VCH: Weinheim (2004)• Kittel (Hrsg), Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, Bd. 5, Hirzel, 2003• I. Klöckl, Chemie der Farbmittel, De Gruyter, Berlin 2015• K. Nassau, The Physics and Chemistry of Color, 2. Edition, Wiley & Sons, 2001• Oyarzún, M.J., Pigment Processing, Vincentz: Hannover (2000)• Pfaff, G., Spezielle Effektpigmente, Vincentz Network, Hannover 2007• G. Steffen, Farbe und Lumineszenz von Mineralien, ENKE im Georg Thieme Verlag, 2000• Thilley, R. J. D., Colour and optical properties of materials, John Wiley & Sons, 2000• Voll, M.; Kleinschmitt, P., In Industrial Inorganic Pigments, Buxbaum, G., (Hrsg.); Wiley-VCH: Weinheim, (1993)• Völz, H. G., Industrielle Farbprüfung, Wiley-VCH: Weinheim (1990)• Winkler, J., Titandioxid, Zorll, U. (Hrsg.), Vincentz: Hannover (2003)• Winkler, J., Dispergieren von Pigmenten und Füllstoffen, Vincentz Network, Hannover 2010• Wißling, P., Metalleffekt-Pigmente, Vincentz Network, Hannover 2005• Verschiedene aktuelle Firmenschriften, Aktuelle Fachzeitschriftenartikel <p>Lackformulierung</p> <ul style="list-style-type: none">• De Lange, Powder Coatings, Chemistry and Technology, 2. Aufl. Vincentz, Hannover 2004• Müller, Poth, Lackformulierung und Lackrezeptur, 3. Auflage, Vincentz, Hannover 2009• Sepeur, S., Nanotechnologie, Grundlagen und
--	--

	<p>Anwendung, Vincentz Network, Hannover 2008</p> <ul style="list-style-type: none">• Verschiedene aktuelle Firmenschriften, Aktuelle Fachzeitschriftenartikel• Vorlesungs- und Seminarunterlagen
--	--

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Lacktechnologie II				
Code-Nr.:	4815				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Herstellungsverfahren Lackprozesskunde Applikationsverfahren				
Semester:	3. Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Dornbusch				
DozentIn:	Prof. Dr. Dornbusch, Prof. Dr. Schmitz				
Sprache:	Deutsch oder Englisch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen (Lackingenieurwesen)				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Herstellungsverfahren	2	-	-	-
	Lackprozesskunde	2	-	-	1
	Applikationsverfahren	2	-	-	
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Herstellungsverfahren	34		35	
	Lackprozesskunde	51		51	
	Applikationsverfahren	34		35	
Kreditpunkte:	8 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:					
Empfohlene Voraussetzungen:	Abgeschlossenes Bachelor-Studium in Chemie, Chemieingenieurwesen oder einem verwandten Fach. Grundkenntnisse über Pigmente, Lösemittel und Additive, z.B. Vorlesung Lackrohstoffe aus BEng, Modul Lacktechnik				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden kennen die praxisübliche Gerätetechnik sowie die chemischen und physikalischen Vorgänge bei der Herstellung von Lacken und anderen Anstrichstoffen. Dazu gehören fundierte Kenntnisse der Lackrezeptur, des Herstellprozesses bis hin zum Abfüllen. Die Studierenden kennen auch das Prinzip der Übertragung von Laborrezepturen in den Betriebsmaßstab und die Besonderheiten spezieller Lacksysteme. Qualität und Fehlervermeidung gehören ebenso dazu wie Organisation und Distribution.</p> <p>Kenntnis und Eignungsbeurteilung von Lackierprozessen, wie sie in der Praxis üblich sind bzw. sich in der Entwicklung befinden.</p>				

	<p>Befähigung der Einschätzung und Beurteilung der Trends und Veränderungen unter technischen, wirtschaftlichen und gesetzgeberischen Aspekten. Grundlagen der Luft- und Abwasserreinhaltung Möglichkeiten der Rohstoff- und Energieressourcenschonung ohne Verzicht auf Qualität und Wirtschaftlichkeit Befähigung der Einschätzung des Einflusses von Untergrund-Material auf die Auswahl des geeigneten Lackierverfahrens Kenntnis und Eignungsbeurteilung von Applikationsverfahren (Beschichtungstechniken), wie sie in der Praxis üblich sind bzw. sich in der Entwicklung befinden Einschätzen der Problematik, einen gangbaren Weg im Spannungsfeld Qualität/Umwelt/Wirtschaftlichkeit zu finden.</p>
<p>Inhalt:</p>	<p>Herstellungsverfahren Lackinhaltsstoffe Der Herstellprozess</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ansetzen des Mahlgutes • Mischen und Rühren • Dispergieren • Komplettieren (Auflacken) • Abfüllen • Übertragung von Laborrezepturen in den Betriebsmaßstab <p>Besonderheiten spezieller Lacksysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mischlacksysteme und Grundauffertigungen • Herstellung von Wasserlacken • Fertigung unpigmentierter Systeme (Klarlacke u.a.) • Qualität <ul style="list-style-type: none"> • Fehler vermeiden bei der Lackherstellung • Qualitätsmanagement als Produktionselement <p>Organisation und Distribution</p> <p>Lackprozesskunde Einführung, Literatur, Inhalte der Vorlesung Lackiervorbereitung, Schleifverfahren Autoserienlackierung Aufbereitung und Verwertung von Lackrückständen Trockneranlagen Abluftreinigung Lackversorgung Automatisierte Lackieranlagentechnik</p> <p>Autoreparaturlacke Lackieren von Kunststoffen Weitere industrielle Lackierprozesse Entlacken</p>

	<p>Umwelt-, Abfall- und Arbeitssicherheits-Gesetzgebung Ökobilanzen: Prinzip, Aussagefähigkeiten und Grenzen</p> <p>Applikationsverfahren II:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung, Literatur • Vertiefung: Elektrostatisches Pulversprühen (EPS/Pulverlackierung“) • Vertiefung: Elektrotauchlackierung • Walzen / Bandbeschichtung (Coil Coating) • Druckfarben und –techniken • Spezielle Applikationsarten für besondere Materialien und Anforderungen
<p>Studien- Prüfungsleistungen:</p>	<p>Benotete 120-minütige schriftliche oder 60-minütige mündliche Modulprüfung oder benotete Studien- oder Hausarbeit oder Vortrag gemäß Prüfungsordnung über die Inhalte der Vorlesungen. Notengewichtung: Herst. : Proz. : Appl. = 1 : 2 : 1</p>
<p>Vorlesungs- und Praktikumsunterlagen</p>	<p>Die Folien und Filme bzw. Präsentationen werden zu Beginn als pdf-, ppt-, doc- jpg-Dateien zur Verfügung gestellt.</p>
<p>Literatur:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Th. Brock, M. Groteklaes und P. Mischke, Lehrbuch der Lacktechnologie, 3. Aufl., Vincentz Verlag, Hannover 2009. • Goldschmidt und H.-J. Streitberger, BASF-Handbuch Lackiertechnik, Vincentz Verlag Hannover, 2003. • Kittel (Hrsg.): Herstellung von Lacken, 2. Aufl., Hirzel Verlag, Stuttgart 2004 • Kittel, H. und Fobbe, H. (Hrsg.), Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, Band 9: Verarbeitung von Lacken und Beschichtungsstoffen, 2. Aufl.; Hirzel Verlag, Stuttgart 2003 • Taschenbuch Besser Lackieren 2012, 69.Ausgabe, Vincentz Verlag Hannover 2011 und ältere Ausgaben (bis 1997: Taschenbuch für Lackierbetriebe, danach: Jahrbuch für Lackierbetriebe) • J.M. Oyarzún, Pigment Processing, Vincentz Verlag, Hannover 2000

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Vertiefungspraktikum				
Code-Nr.:	4900				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:					
Semester:	1. bis 3. Semester				
Modulverantwortliche(r):	ProfessorInnen: Cleve, Dornbusch, Ebling, Graf, Hoffmann-Jacobsen, Krekel, Roppertz, Schmitz, Schultz, Strehmel B.				
DozentIn:	ProfessorInnen: Cleve, Dornbusch, Ebling, Graf, Hoffmann-Jacobsen, Krekel, Roppertz, Schmitz, Schultz, Strehmel B. und wiss. MitarbeiterInnen der Schwerpunkte				
Sprache:	Deutsch, Präsentationen der Studierenden in Deutsch/Englisch, ggf. Besuch englischsprachiger Veranstaltungen				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Vertiefungspraktikum	-	-	22	2
Arbeitsaufwand: wird von mir ausgefüllt	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Vertiefungspraktikum	408		132	
Kreditpunkte:	18				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	B. Eng, B. Sc. oder vergleichbare Abschlüsse				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Vertiefung des in den Vorlesungen und Seminaren der fachlichen Vertiefung behandelten Lehrstoffes anhand ausgewählter Versuche.</p> <p>Die Studierenden lernen die Grundlagen wissenschaftlicher Arbeit sowie experimentelle / theoretische Methoden kennen und haben einen Einblick in aktuellen Forschungs- und Entwicklungsthemen der Wahlpflichtbereiche.</p> <p>Sie planen geeignete Experimente zur Lösung ausgewählte Fragestellungen, beurteilen die Aussagekraft der Ergebnisse und ziehen daraus Schlüsse zur Planung weiterführende Experimente.</p> <p>Sie verstärken ihre Handlungskompetenzen (praktisches Wissen, Zusammenarbeit etc.) und ihre Schlüsselqualifikationen (Selbstständigkeit, Ideenreichtum etc.)</p> <p>Die Studierenden erlernen die Kultur des wissenschaftlichen Disputs in Seminaren und außerfachlichen Veranstaltungen, welche auch Bestandteile des Seminars zum Vertiefungspraktikum sind. Dies schließt insbesondere die Veranstaltung</p>				

	Masterseminar/GDCh Kolloquium ein.
Inhalt:	<p>Ausgewählte Versuche zu den Fächern der Wahlbereiche sowie Präsentation und Diskussion der Ergebnisse. Die Reihenfolge von Versuchen ist z.T. festgelegt. Exemplarische Versuchsangebote:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermische Analyse mittels DSC, TMA, TG • Polymersynthese und Charakterisierung • Synthese maßgeschneiderter Polymere • Computersimulationen von Reaktoren und technischen Prozessen • Flammhemmung von Werkstoffen • Charakterisierung von porösen Systemen • Ermitteln von Phasengleichgewichten • Ermitteln von Einflussgrößen bei der Elektrottauchlackierung • Optimierung von Formulierungen mittels DOE • Oberflächenspannung von Kunststoffen, ihre Veränderung und ihre Auswirkung auf Verfahren und Endprodukte • 3D-Druck von Reaktoren <p>Weitere Praktikumsversuche ergeben sich aus aktuell bearbeiteten Forschungsthemen der Wahlpflichtbereiche. Die Studierenden haben hier die Möglichkeit im Rahmen abgegrenzter, dem Kenntnisstand angemessenen Fragestellungen aus verschiedenen Projekten mitzuarbeiten.</p>
Studien- Prüfungsleistungen:	<p>Testat*: je nach Praktikum: Praktische Arbeiten mit entsprechender wissenschaftlicher Auswertung, Seminarvorträge, Kolloquien, Protokolle, Hausarbeit, Literaturarbeit, Poster.</p> <p>(*:unbenotete Studienleistungen als Voraussetzung für die Teilnahme an der zugehörigen Modulprüfung n. §19 PO)</p>
Praktikumsunterlagen	Die notwendigen Unterlagen werden zur Verfügung gestellt.
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitschriftenliteratur, Bücher Patentschriften aus den Themengebieten der Wahlpflichtbereiche • Die relevante Literatur wird bei Ausgabe der Versuche im Detail besprochen. • Die Literatursuche ist Bestandteil des Vertiefungspraktikums

Studiengang:	M.Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Projektmodul				
Code-Nr.:	4950				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:					
Semester:	3. Semester, Präsentationen der Studierenden in Deutsch/Englisch, ggf. Besuch englischsprachiger Veranstaltungen				
Modulverantwortliche(r):	ProfessorInnen: Cleve, Dornbusch, Ebling, Graf, Hoffmann-Jacobsen, Krekel, Roppertz, Schmitz, Schultz, Strehmel B.				
DozentIn:	ProfessorInnen: Cleve, Dornbusch, Ebling, Graf, Hoffmann-Jacobsen, Krekel, Roppertz, Schmitz, Schultz, Strehmel B. und wiss. MitarbeiterInnen der Schwerpunkte				
Sprache:	Deutsch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Projekt	-	-	5	1
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Projekt	102		78	
Kreditpunkte:	6				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine				
Empfohlene Voraussetzungen:	Vorausgesetzt werden die Module der jeweiligen Wahlmodulgruppe.				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Das Modul bietet den Studierenden die Möglichkeit vor der Master-Thesis im Rahmen abgegrenzter, dem Kenntnisstand der Studierenden angemessenen Fragestellungen mitzuarbeiten.</p> <p>Die Studierenden lernen, konkrete Probleme aus den Bereichen Technische Chemie oder Textilchemie oder Lackingenieurwesen einer Lösung zuzuführen.</p> <p>Sie können ihre Versuche selbstständig planen, beurteilen die Aussagekraft der Ergebnisse und ziehen im Kontext der Aufgabe daraus Schlüsse zur Planung weiterführende Experimente.</p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Projektes in der Lage, eine problemorientierte Literatursuche und -studium mit modernen Methoden zu betreiben.</p> <p>Sie lernen die Ergebnisse zusammenfassend darzustellen, sie zu bewerten und in einem Vortrag oder Poster zu präsentieren.</p>				

	Die Studierenden vertiefen den wissenschaftlichen Disput in Seminaren und außerfachlichen Veranstaltungen, welche auch Bestandteile des Seminars sind.
Inhalt:	In der Projektarbeit bearbeiten die Studierenden unter Anleitung, aber weitestgehend selbstständig, eine Problemstellung aus einem aktuellen Forschungsthema des gewählten Schwerpunktes vertiefend theoretisch und experimentell Projektthemen kommen aus den Studienrichtungen : <ul style="list-style-type: none">◆ Technische Chemie◆ Lackingenieurwesen Die Projektarbeiten können auch in Laboratorien der Industrie absolviert werden.
Projektunterlagen	Die Unterlagen, die zum Beginn der Projektarbeiten notwendig sind, werden in Form von Literaturhinweisen zur Verfügung gestellt. Alle anderen Unterlagen müssen die Studierenden selbst recherchieren.
Studien- Prüfungsleistungen:	Benoteter schriftlicher Projektbericht und benoteter Vortrag (ca. 20 min.) Präsentationssprache: Englisch Notengewichtung: Projektbericht : Vortrag = 1 : 1
Literatur:	<ul style="list-style-type: none">• Zeitschriftenliteratur, Bücher Patentschriften aus den Themengebieten der Wahlpflichtbereiche• Die relevante Literatur wird bei Ausgabe des Projektes im Detail besprochen.• Die Literatursuche ist Bestandteil des Projektes

Studiengang:	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Modulbezeichnung:	Masterarbeit				
Code-Nr.:	9000 (Masterarbeit), 9100 (Kolloquium)				
ggf. Untertitel					
ggf. Lehrveranstaltungen:	Masterarbeit Kolloquium				
Semester:	4. Semester				
Modulverantwortliche(r):	ProfessorInnen: Cleve, Dornbusch, Graf, Hoffmann-Jacobsen, Krekel, Roppertz, Schmitz, Schultz, Strehmel B.				
DozentIn:	ProfessorInnen: Cleve, Dornbusch, Ebling, Graf, Hoffmann-Jacobsen, Krekel, Roppertz, Schmitz, Schultz, Strehmel B.				
Sprache:	Deutsch, wahlweise Englisch				
Zuordnung zum Curriculum	M. Eng. Chemieingenieurwesen				
Lehrform / SWS:	Lehrveranstaltung	V	Ü	P	S
	Masterarbeit	-	-	-	-
Arbeitsaufwand:	Lehrveranstaltung	Präsenz		Eigenstudium	
	Masterarbeit	750		150	
Kreditpunkte:	30 CP				
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Masterarbeit : siehe §§ 20 bis 23 Kolloquium: 115 CP, siehe § 24				
Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreiches Absolvieren aller Pflicht- und Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs, sowie der Projektarbeit.				
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können mit wissenschaftlichen Methoden unter Betreuung durch die DozentInnen und in einer vorgegebenen Frist eine anspruchsvolle Aufgabenstellung aus dem Fachgebiet selbstständig bearbeiten.</p> <p>Sie können eine Strategie zur Lösung der Aufgabenstellung erschaffen, geeignete Experimente auswählen und planen, sie auswerten, die Ergebnisse kritisch würdigen und beurteilen sowie daraus Schlüsse für weitere Experimente ziehen.</p> <p>Sie erweitern deutlich ihre System- und Methodenkompetenz und lernen:</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 				

	<p>Verwendung moderner Darstellungsmethoden.</p> <p>Die Durchführung der Masterarbeit außerhalb der Hochschule Niederrhein (Industrie, Forschungsinstitute) ist nach Absprache möglich.</p>
Inhalt:	<p>Wissenschaftlich anspruchsvolle Aufgabenstellung aus den Fachgebieten der Schwerpunktbereiche des Fachbereichs Chemie.</p>
Studien- Prüfungsleistungen:	<p>Die wissenschaftlichen Arbeiten werden in einer schriftlichen Masterarbeit niedergelegt.</p> <p>Die Masterarbeit wird durch zwei PrüferInnen bewertet</p> <p>Die Ergebnisse der Arbeit werden in einem Kolloquium mit nachfolgender Diskussion vorgestellt. Das Kolloquium wird als mündliche Prüfung durchgeführt und von den PrüferInnen der Masterarbeit gemeinsam bewertet.</p> <p>Näheres regelt die "Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemieingenieurwesen an der Hochschule Niederrhein"</p>