



Bergische Universität Wuppertal
Fachbereich C
Mathematik und Naturwissenschaften

Modulhandbuch

für den

Master-Studiengang (M.Sc.)

Chemie

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines	1
Modulübersicht für den Master-Studiengang Chemie	2
Inhalte des Master-Studiengangs Chemie	3
Wahlpflichtbereich (Schwerpunktbereich)	4
Studienverlaufsplan Schwerpunkt „Molekulare Umweltchemie“	5
Studienverlaufsplan Schwerpunkt „Wirkstoffe und Materialien“	6
Modul MChP1 Struktur und Reaktivität	7
Modul MChP2 Naturstoffe und Makromoleküle	11
Modul MChP3 Dynamik, Spektroskopie und Berechnung von Molekülstrukturen	16
Modul MChS11 Moderne Synthesemethoden	20
Modul MChS12 Wirkstoffe	24
Modul MChS13 Weiche Materialien	28
Modul MChS14 Molekulare Materialien und Festkörper	32
Modul MChS15 Vertiefungspraktikum	36
Modul MChS21 Wasserchemie und Wassertechnologie	38
Modul MChS22 Atmosphärenchemie	42
Modul MChS23 Analytische Chemie	46
Modul MChS24 Produktionsintegrierter Umweltschutz	51
Modul MChS25 Vertiefungspraktikum	56
Modul MChTh Master-Arbeit und -Seminar	58

Allgemeines

Nach den Übersichtstabellen und dem Studienverlaufsplan folgen die eigentlichen Modulbeschreibungen, die jeweils aus einer Modulzusammenfassung gefolgt von den Beschreibungen der einzelnen Lehrveranstaltungen des Moduls bestehen.

Prüfungen bestehen aus

- Teilklausuren (TK) oder mündliche Teilprüfungen (MTP) im Anschluss an eine Lehrveranstaltung,
- einer 2-3stündigen Modulabschlussklausur (AK), die den Stoff mehrerer Lehreinheiten zusammenfasst,
- eines Modulabschlusskolloquiums (AKO), das den Stoff mehrerer Lehreinheiten zusammenfasst,
- Praktikumsleistungen in Form von Laborleistungen, Protokollen und Kolloquien (PL),
- Seminarvorträgen (SV),
- Benoteten Übungen (Ü),
- Hausarbeiten (HA).

Berechnungen der Arbeitsbelastungen (Workloads) beruhen auf Präsenzzeiten (60 Minuten/ SWS über 15 Wochen je Semester), Vor- und Nachbereitungszeiten sowie Prüfungsvorbereitungen.

Modulübersicht für den Master-Studiengang Chemie

Kurzbez.	Module	Verantw.	Sem.	SWS	LP
PFLICHTBEREICH					30
MChP1	Struktur und Reaktivität	Willner	1/2	7	10
MChP2	Naturstoffe und Makromoleküle	Scherf	1/2	6	10
MChP3	Dynamik, Spektroskopie und Berechnung von Molekülstrukturen	Jensen	1/2	8	10
WAHLPFLICHTBEREICH					
Schwerpunkt „Wirkstoffe und Materialien“					40
MChS11	Moderne Synthesemethoden	Altenbach	2/3	10	10
MChS12	Wirkstoffe	Scherkenbeck	1/2	9	10
MChS13	Weiche Materialien	Scherf	2/3	10	10
MChS14	Molekulare Materialien und Festkörper	Eujen	2/3	10	10
MChS15	Vertiefungspraktikum	Altenbach	3	9	10
Schwerpunkt „Molekulare Umweltchemie“					40
MChS21	Wasserchemie und Wassertechnologie	Schmitz	2/3	9	10
MChS22	Atmosphärenchemie	Benter	2/3	9	10
MChS23	Analytische Chemie	Schmitz	2/3	8	10
MChS24	Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS)	Kling	1/2	6	10
MChS25	Vertiefungspraktikum	Benter	3	9	10
Zusatzmodul aus dem nicht gewählten Schwerpunkt					10
OPTIONALBEREICH					10
	Kreditierte Lehrveranstaltungen aus dem Kombinatorischen Bachelor of Arts aus der Lebensmittelchemie aus anderen naturwissenschaftlichen Studiengängen aus ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen aus den Wirtschaftswissenschaften			<i>oder</i> <i>oder</i> <i>oder</i> <i>oder</i>	
MASTER-THESIS					30
MChTh	Master-Arbeit und Master-Seminar	Scherkenbeck	4	Arbeit, Kolloquium	30

Inhalte des Master-Studiengangs Chemie

Das Studium umfasst 4 Semester (120 LP), wobei das letzte Semester (6 Monate) für die Erstellung der Master-Thesis zur Verfügung steht und keine weiteren Lehrveranstaltungen beinhaltet. Das Studium gliedert sich in einen Pflichtbereich (30 LP), einen Wahlpflichtbereich in einem Schwerpunkt (50 LP) sowie einen Optionalbereich (10 LP).

Im Optionalbereich sind 10 Leistungspunkte aus dem Bereich, des Kombinatorischen Bachelor of Arts, der Naturwissenschaften, der Ingenieurwissenschaften oder der Wirtschaftswissenschaften zu erbringen. Ausgenommen sind Veranstaltungen aus dem Pflichtprogramm des Bachelor-Studiengangs Chemie, des Grundstudiums Lebensmittelchemie, den Chemiemodulen des B.Sc.-Studiengangs Applied Sciences sowie bereits im Bachelor-Studium gewählte Veranstaltungen. Über die Zulassung weiterer Veranstaltungen entscheidet auf Antrag der Prüfungsausschuss.

Pflichtbereich im Master-Studiengang Chemie (30 Leistungspunkte)

Modul	Titel	Prüfung	Sem.	SWS	LP
MChP1	Struktur und Reaktivität				10
	Chemie der p-Block-Elemente	TK 60	1	2V	3
	Stereoselektive Synthesen	TK 60	1	2V, 1Ü	4
	Metallorganische Katalyse	TK 60	2	2V	3
MChP2	Naturstoffe und Makromoleküle				10
	Makromolekulare Chemie	TK 60	1	2V	3
	Chemische Mikrobiologie	SV	1	1V	2
	Nukleinsäuren u. Proteine: Synthese und Analytik		1	2V	3
	Aktuelle Aspekte der Naturstoffchemie	TK 60	2	1V	2
MChP3	Dynamik, Spektroskopie und Berechnung von Molekülstrukturen	AK 180			10
	Computergestützte Berechnung von Molekülstrukturen	Ü	1	2P	2
	Molekültheorie und Spektroskopie		1	2V, 1Ü	4
	Molekulare Reaktionsdynamik		2	2V, 1Ü	4

AK = Modulabschlussklausur, SV = Seminarvortrag, TK = Teilklausur, Ü = Übungsaufgaben.

Wahlpflichtbereich (Schwerpunktbereich)

In einem der beiden folgenden Schwerpunktbereiche sind 40 von 50 Leistungspunkten nachzuweisen. Das Vertiefungspraktikum ist verpflichtend.

Schwerpunkt "Wirkstoffe und Materialien"

Modul	Titel	Prüfung	Sem.	SWS	LP
MChS11	Moderne Synthesemethoden	MAP 40			10
	Spezielle Kapitel der Organischen Synthese		2	2V, 1Ü	3
	Technische Wirkstoffsynthese		3	2V	2
	Praktikum Moderne Synthesemethoden	PL	3	4P, 1S	5
MChS12	Wirkstoffe	MAP 40			10
	Medizinische Chemie		1	2V	2
	Festphasensynthese und kombinatorische Chemie		1	2V	3
	Praktikum Chemische Mikrobiologie	PL, SV	2	4P, 1S	5
MChS13	Weiche Materialien	MAP 40			10
	Polymere Materialien		2	2V, 1Ü	3
	Kolloid- und Grenzflächenchemie		3	1V, 1S	2
	Praktikum Makromolekulare Chemie / Kolloid- und Grenzflächenchemie	PL, SV	3	4P, 1S	5
MChS14	Molekulare Materialien und Festkörper	MAP 40			10
	Synthese und Eigenschaften ausgewählter Materialien		2	2V, 1Ü	3
	Charakterisierungsmethoden für Materialien und Oberflächen	SV	3	1V, 1S	2
	Praktikum Anorganische Materialien	PL, SV	2	4P, 1S	5
MChS15	Vertiefungspraktikum				10
	Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen	PL, SV	3	8P, 1S	10

Schwerpunkt "Molekulare Umweltchemie"

Modul	Titel	Prüfung	Sem.	SWS	LP
MChS21	Wasserchemie und Wassertechnologie	AK 120			10
	Wasserchemie		3	2V	3
	Wassertechnologie		2	2V	2
	Praktikum Wasserchemie	PL, SV	3	4P, 1S	5
MChS22	Atmosphärenchemie	MAP 40			10
	Chemie der Atmosphäre		2	2V	3
	System Biosphäre - Atmosphäre	SV	3	1V, 1S	2
	Praktikum Untersuchung atmosphärischer Prozesse	PL, SV	3	4P, 1S	5
MChS23	Analytische Chemie				10
	Moderne Kopplungsmethoden	TK 90	2	2V	3
	Neue analytische Verfahren	HA	3	2S	2
	Luftanalytische Untersuchungsmethoden	SV	2	2P, 1S	3
	Chemometrie	PL	3	1P, 1S	2
MChS24	Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS)	AK 180			10
	Steuerung chemischer Prozesse		2	2V	3
	Methoden und Verfahren des PIUS		1	2V	3
	Fallbeispiele zum PIUS	SV	1	1S	2
	Nachhaltigkeit in der chemischen Industrie		2	1V, 1S	2
MChS25	Vertiefungspraktikum				10
	Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen	PL, SV	3	8P, 1S	10

AK = Modulabschlussklausur, HA = Hausarbeit, MAP = Mündliche Abschlussprüfung, MTP = mündliche Teilprüfung, PL = Praktikumsleistungen, SV = Seminarvortrag, Ü = Übungsaufgaben, TK = Teilklausur.

Studienverlaufsplan Schwerpunkt „Molekulare Umweltchemie“

Modul	Fachsem. 1	Fachsem. 2	Fachsem. 3	Fachsem. 4
MChP1 Struktur u. Reaktivität	Chemie d. p-Block Elemente 2V 3 LP	Metallorganische Katalyse 2V 3 LP		Master- Thesis (MChT)
	Stereoselektive Synthese 2V, 1Ü 4 LP			
MChP2 Naturstoffe und Makro- moleküle	Makromolekulare Chemie 2V 3 LP	Aktuelle Aspekte der Naturstoffchemie 1V 2 LP		
	Chemische Mikrobiologie 1V 2 LP			
	Nukleinsäuren und Proteine: Synthese & Analytik 2V 3 LP			
MChP3 Dynamik, Spektrosk., Molekül- strukturen	Computergestützte Berechnung von Molekülstrukturen 2P 2 LP	Molekulare Reaktionsdynamik 2V, 1Ü 4 LP		
	Molekültheorie und Spektroskopie 2V, 1Ü 4 LP			
MChS21 Wasser- chemie		Wassertechnologie 2V 2 LP	Wasserchemie 2V 3 LP	
			Praktikum Wasserchemie 4P, 1S 5 LP	
MChS22 Atmos- phären Chemie		Chemie der Atmosphäre 2V 3 LP	System Biosphäre- Atmosphäre 1V, 1S 2 LP	
			Praktikum Untersuchung atmosphärischer Prozesse 4P, 1S 5 LP	
MChS23 Analytische Chemie		Luftanalytische Untersuchungsmethoden 2P, 1S 3 LP	Neue analytische Verfahren 2S 2 LP	
		Moderne Kopplungsmeth. 2V 3 LP	Chemometrie 1P, 1S 2 LP	
MChS24 PIUS	Methoden und Verfahren des PIUS 2V 3 LP	Steuerung chem. Prozesse 2V 3 LP		
	Fallbeispiele des PIUS 1S 2 LP	Nachhaltigk. i. d. chem. Ind. 1V, 1S 2 LP		
MChS25			Vertiefungspraktikum 8P, 1S 10 LP	
	18 26	19 25	27 29	

Studienverlaufsplan Schwerpunkt „Wirkstoffe und Materialien“

Modul	Fachsem. 1	Fachsem. 2	Fachsem. 3	Fachsem. 4
MChP1 Struktur u. Reaktivität	Chemie d. p-Block Elemente 2V 3 LP	Metallorganische Katalyse 2V 3 LP		Master- Thesis (MChT)
	Stereoselektive Synthese 2V, 1Ü 4 LP			
MChP2 Naturstoffe und Makro- moleküle	Makromolekulare Chemie 2V 3 LP	Aktuelle Aspekte der Naturstoffchemie 1V 2 LP		
	Chemische Mikrobiologie 1V 2 LP			
	Nukleinsäuren und Proteine: Synthese & Analytik 2V 3 LP			
MChP3 Dynamik, Spektrosk., Molekül- strukturen	Computergestützte Berechnung von Molekülstrukturen 2P 2 LP	Molekulare Reaktionsdynamik 2V, 1Ü 4 LP		
	Molekültheorie und Spektroskopie 2V, 1Ü 4 LP			
MChS11 Moderne Synthese- methoden		Spez. Kap. d. Org. Synthese 2V, 1Ü 3 LP	Technische Wirkstoffsynth. 2V 2 LP	
			Prakt. Mod. Synthesemeth. 4P, 1S 5 LP	
MChS12 Wirkstoffe	Medizinische Chemie 2V 2 LP			
	Festphasensynthese, Kombinatorische Chemie 2V 3 LP			
		Praktikum Chem. Mikrobiol. 4P, 1S 5 LP		
MChS13 Weiche Materialien		Polymere Materialien 2V, 1Ü 3 LP	Prakt. Makromol. Chemie 4P, 1S 5 LP	
			Kolloid- u. Grenzflächenchem. 1V, 1S 2 LP	
MChS14 Molekulare Materialien, Festkörper		Synthese u. Eigenschaften ausgewählter Materialien 2V, 1Ü 3 LP	Charakterisierungsmethod. Für Materialien u. Oberfl. 1V, 1S 2 LP	
		Praktikum Anorg. Materialien 4P, 1S 5 LP		
MChS15			Vertiefungspraktikum 8P, 1S 10 LP	
	19 26	25 28	25 26	

TK = Teilklausur, Ü = Übung, MTP = Mündliche Teilprüfung, AKO = Abschlusskolloquium,
SV = Seminarvortrag

Modul MChP1	Struktur und Reaktivität
Verantwortlicher:	Prof. Dr. H. Willner

Dozenten:	Prof. Dr. H.-J. Altenbach Prof. Dr. F. Mohr, Prof. Dr. J. Scherkenbeck, Prof. Dr. H. Willner																														
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Verständnis der Beziehungen zwischen atomaren, elektronischen und sterischen Eigenschaften - Vermittlung der Grundlagen der metallorganischen Chemie als Basis für die metallassistierte organische Synthese - Prinzipien der Katalyse und Verständnis ausgewählter Katalysezyklen - Auffrischung und Vertiefung stofflicher Kenntnisse 																														
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - Bindungsmodelle - Beziehungen zwischen elektronischen Strukturen und Stereochemie - Grundlagen der metallorganischen Chemie - Stereoselektive und asymmetrische Synthese - Homogene Katalyse - Heterogene Katalyse 																														
Lehrveranstaltungen	Vorlesung Chemie der p-Block-Elemente Vorlesung Stereoselektive Synthesen Vorlesung Metallorganische Katalyse																														
Lehrformen:	Vorlesung, Übung																														
Teilnahmevoraussetzungen:	keine																														
Prüfungen	3 Teilklausuren (je 60 min)																														
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>6</td> <td>90</td> <td>165</td> <td>255</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>1</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>7</td> <td>105</td> <td>195</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	6	90	165	255	Übung	1	15	30	45	Praktikum					Seminar					Summe	7	105	195	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																											
Vorlesung	6	90	165	255																											
Übung	1	15	30	45																											
Praktikum																															
Seminar																															
Summe	7	105	195	300																											
Leistungspunkte:	10																														
Semester:	1./2. Semester																														
Häufigkeit des Angebots:	jährlich																														

Lehreinheit :	Chemie der p-Block-Elemente			Modul:	MChP1	
Fachsem.:	1	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:					2V	
Prüfung:	Teilklausur (60 min)				Credits:	3
Workload (Std):					Gesamt	90
Präsenz	30	Selbststudium	60			
Dozenten/Prüfer:	Prof. H. Willner					
Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):	Chemie der Haupt- und Nebengruppenelemente					
Begleitende Lehreinheit(en):						

Voraussetzungen:

Kenntnisse der Chemie aus dem Bachelor-Studium Chemie

Lernziele:

- Verständnis von Wechselbeziehungen zwischen atomaren, elektronischen und sterischen Eigenschaften vertiefen.
- Trends in den Eigenschaften und Reaktivitäten der p-Block Elemente erkennen.
- Verständnis für die Bindungsverhältnisse in hyperkoordinierten Verbindungen (Mehrzentrenbindungen, Hyperconjugation) entwickeln.
- Spezielle Stoffkenntnissen aneignen.
- Bedeutung ausgewählter Spezies für die Wissenschaft, Umwelt und Technik einschätzen.

Lehrgegenstände:

- (8-N)-Regel, Hypervalenz, Hyperkonjugation, Mehrzentrenbindung.
- Methoden zur Strukturaufklärung anwenden. NMR-, Schwingungs- Mikrowellen-Spektroskopie, Beugungsmethoden.
- Chemie der Atmosphäre, in Supersäuren, mit schwach koordinierenden Anionen. Matrixisolation.
- Polyanionen und Zintl-Phasen
- Molekulare Käfigverbindungen und Cluster
- Polykationen der Nichtmetalle
- Anorganische Polymere

Lehreinheit : **Stereoselektive Synthese** **Modul:** **MChP1**

Fachsem.: **Dauer:** Sem. **Umfang:** SWS **Art:**

Prüfung: **Credits:**

Workload (Std):
Präsenz **Selbststudium** **Gesamt**

Dozenten/Prüfer:

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
 Grundlagen der Chemie (B.Sc. Chemie)

Lernziele:
 Erkennung und Klassifizierung von stereochemischen Problemen
 Kenntnis und Anwendung von grundlegenden Methoden der stereoselektiven Synthesen

Lehrgegenstände:
Vertiefte Stereochemie und Grundbegriffe der Stereoselektion

Diastereoselektive Reaktionen:
 E/Z-Selektivität: Alkene; Enolat-Reaktionen; syn/anti-Selektivität: Epoxidation, Aldolreaktion;
 a/e-Selektivität: Reduktion, Oxidation

Synthese enantiomerenreiner Verbindungen:
 Asymmetrische Synthesen mit chiral modifizierten Reagentien, durch chirale Modifikation des Substrats, mit Hilfe chiraler Katalysatoren, durch Chiralitätsübertragung, klassische und moderne Methoden der Racematspaltung

Biokatalytische Synthesen:
 Klassifizierung von Enzymen; Nutzung von Esterhydrolasen zur Synthese von chiralen Bausteinen und Auxiliaren; Anwendung von Oxidoreduktasen zur Reduktion von Ketonen und zur Oxidation von Alkoholen, enzymatische Baeyer-Villiger-Oxidation, Beispiele für die Nutzung von Lyasen (Oxynitrilasen, Aldolasen), Kinasen u. Transferasen

Methoden zur Bestimmung der relativen und absoluten Konfiguration

Lehreinheit : Metallorganische Katalyse **Modul:** MChP1

Fachsem.: 2 **Dauer:** 1 Sem. **Umfang:** 2 SWS **Art:** 2V

Prüfung: Teilklausur (60 min) **Credits:** 3

Workload (Std):
Präsenz: 30 **Selbststudium:** 60 **Gesamt:** 90

Dozenten/Prüfer: Prof. F. Mohr

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en): keine

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:

- Grundkenntnisse der anorganischen und organischen Chemie
- Verständnis der grundlegenden Bindungsmodelle für Verbindungen der p- und d-Block-Elemente sowie der Ligandenfeldtheorie von Übergangsmetall-Komplexen
- Grundlagen der metallorganischen Chemie

Lernziele:

- Bedeutung von Struktur- und Reaktivitätsbeziehungen elementorganischer Verbindungen
- Anwendung von Bindungsmodellen für π - und σ -Komplexe der Haupt- und Nebengruppenelemente
- Kennenlernen von subvalenten und koordinativ ungesättigten Verbindungen
- Kennenlernen von katalytischen Reaktionszyklen und Katalyse-Zwischenstufen mit Relevanz für die Synthese in Labor und in der chemischen Industrie.

Lehrgegenstände:

Grundlagen der Katalyse:

Kinetik und Thermodynamik, Elementarreaktionen, Zwischenstufen und Reaktionsfolgen, Umsatzzahlen (TON); Umsatzfrequenz (TOF); Selektivität.

Metalle und Liganden in der Katalyse

Moderne Trends in der Katalyse:

„grüne Lösemittel“, Strategien zum Katalysator-Recycling.

Reaktionszyklen in der metallorganischen Synthese:

Kupplungsreaktionen; Metathese; Isomerisierung, Oligomerisierung- und Polymerisation von ungesättigten Verbindungen

Methoden zur Untersuchung von Katalysemechanismen

Beispiele für homogen katalysierte Reaktionsfolgen:

Hydroformylierung, asymmetrische Hydrierung von Alkenen, Monsanto-Verfahren, Wacker-Verfahren, Olefinoligomerisierung (SHOP) und Polymerisation (Metallocen-Katalysatoren)

Beispiele für heterogenkatalytische Verfahren:

Fischer-Tropsch-Synthese, Olefin-Metathese, klassische Ziegler-Natta-Katalyse, Wassergasreaktion.

Modul MChP2	Naturstoffe und Makromoleküle
Verantwortlicher:	Prof. Dr. U. Scherf

Dozenten:	Prof. Dr. U. Scherf, Prof. Dr. H.-J. Altenbach, Prof. Dr. W. Reineke, Prof. Dr. J. Scherkenbeck, PD Dr. E. Schmidt																														
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Vertiefte Kenntnisse der Stoffkreisläufe von Naturstoffen und Synthese von Makromolekülen - Erlernen der Grundlagen der Mikrobiologie und der Bedeutung der Mikroorganismen im Stoffkreislauf und für den Menschen - Erlernen der Synthese und Analytik von Nucleinsäuren und Proteinen - Naturstoffe und ihre Synthese - Makromolekulare Stoffe und ihre Synthese 																														
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Mikrobiologie - Mikroorganismen im Stoffkreislauf - Pathogenität - Angewandte Mikrobiologie - Struktur und Funktion von Nucleinsäuren und Proteinen - Ausgewählte Naturstoffklassen - Naturstoffsynthese - Polymersynthese 																														
Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung Makromolekulare Chemie Vorlesung Chemische Mikrobiologie Vorlesung Nucleinsäuren u. Proteine: Synthese und Analytik Vorlesung Aktuelle Aspekte der Naturstoffchemie</p>																														
Lehrformen:	Vorlesung																														
Teilnahmevoraussetzungen:	keine																														
Prüfungen	2 Teilklausuren (60 min), 1 Seminarvortrag																														
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>6</td> <td>90</td> <td>210</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>6</td> <td>90</td> <td>210</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	6	90	210	300	Übung					Praktikum					Seminar					Summe	6	90	210	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																											
Vorlesung	6	90	210	300																											
Übung																															
Praktikum																															
Seminar																															
Summe	6	90	210	300																											
Leistungspunkte:	10																														
Semester:	1./2. Semester																														
Häufigkeit des Angebots:	jährlich																														

Lehreinheit :	Makromolekulare Chemie			Modul:	MChP2	
Fachsem.:	1	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:					2V	
Prüfung:	Teilklausur (60 min)				Credits:	3
Workload (Std):					Gesamt	90
Präsenz	30	Selbststudium	60			
Dozenten/Prüfer:	Prof. Dr. U. Scherf, Prof. Dr. E. Holder					
Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):	Grundlagen der Organischen und Makromolekularen Chemie (BSc)					
Begleitende Lehreinheit(en):	Stereoselektive Synthesen, Konzepte der Metallorganischen Chemie					

Voraussetzungen:

Kenntnisse der Grundlagen Naturwissenschaften und der Synthesechemie dem Bachelor-Abschluss in Chemie entsprechend

Lernziele:

- Erlernen spezifischer Eigenschaften von Polymeren
- Aneignen fundierter Kenntnisse der wichtigsten Polymerbildungsreaktionen sowie ihrer Reaktionsdurchführung, Kinetik und Reaktionsmechanismen
- Erlernen der Herstellungsmethoden, Materialeigenschaften und technischen Bedeutung ausgewählter Polymerklassen

Lehrgegenstände:

Einführung

Historische Entwicklung des Fachgebiets, Klassifizierung von Polymeren.

Charakteristische Eigenschaften

Molekulargewicht, Molekulargewichtsverteilung, thermische Eigenschaften (Glasübergangstemperatur), Kristallinität, lineare, verzweigte und vernetzte Strukturen (Gelpunkt)

Polymerbildungsreaktionen

Polykondensation, Polyaddition, radikalische, kationische, anionische und koordinative Polymerisation, Metathesepolymerisation, Gruppentransferpolymerisation, „lebende“ anionische und koordinative Polymerisation, Metallocen-Katalysatoren (Steuerung der Taktizität).

Reaktionsmechanismen und Kinetik der wichtigsten Polymerbildungsreaktionen

Reaktionsgeschwindigkeiten, Umsatz/Zeit- und Umsatz/Molekulargewichts-Abhängigkeiten, Möglichkeiten der Steuerung des Polymerisationsgrades.

Copolymere

statistische Copolymere, Copolymergleichung, Blockcopolymere (Phasenverhalten), Kamm- und Propfcopolymere.

Reaktionsdurchführung

Lösungspolymerisation, Fällungspolymerisation, Emulsions- und Suspensionspolymerisation, Verarbeitung von Polymeren und Präpolymeren, Additive.

Technisch wichtige Polymerklassen

Polyolefine (PE, PP), Polystyrol, Polymethylmethacrylat, Polyvinylchlorid, Polyacrylnitril, Polybutadien, Polytetrafluorethylen, Polyether, Polyamide, Polyester, Kunstharze, Hochleistungspolymere.

Lehreinheit :

Chemische Mikrobiologie

Modul:

MChP2

Fachsem.:

1

Dauer:

1

Sem.

Umfang:

1

SWS

Art:

1V

Prüfung:

1 Seminarvortrag aus den Vorlesungen „Chemische Mikrobiologie“ und „Nukleinsäuren und Proteine“

Credits:

2

Workload (Std):

Präsenz

15

Selbststudium

45

Gesamt:

60

Dozenten/Prüfer:

PD Dr. E. Schmidt, Prof. Dr. W. Reineke

Inhaltlich vorausgesetzte

Keine

Lehreinheit(en):

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:

Grundvorlesungen (B.Sc.) der biologischen Chemie und der Synthesechemie

Lernziele:

Einführung in die relevanten Grundlagen der Mikrobiologie für Chemiker

Vorbereitung auf das Praktikum der Chemischen Mikrobiologie im Modul MChS12

Lehrgegenstände:

Grundlagen der Mikrobiologie

Was sind Mikroorganismen? System der Prokaryonten und mikrobiellen Eukaryonten: Evolution und Systematik der Mikroorganismen; Bakterientaxonomie, Struktur und Aufbau von Bakterien, Nährstoffansprüche, Medien für Bakterien: kurze Einführung in die Virologie

Ernährungstypen der Bakterien mit Beispielen

Grundmechanismen der Energiegewinnung und Stoffwechselformen: Energiequellen, C-Quellen, Elektronen-Donatoren, Elektronen-Akzeptoren
Die wichtigsten Stoffwechselwege im Katabolismus der Bakterien

Bedeutung der Mikroorganismen im Kreislauf der Stoffe

Stellung der Mikroorganismen in der Natur

Bedeutung von Mikroorganismen für den Menschen

Pathogenität und Diagnostik von Mikroorganismen; Einführung an Beispielen

Angewandte Mikrobiologie

Stoffsynthese (z. B. Antibiotika); Stoffabbau (z. B. Chloraromaten)

Lehrinheit :	Nukleinsäuren und Proteine: Synthese und Analytik			Modul:	MChP2				
Fachsem.:	1	Dauer:	1	Sem.	Umfang:	2	SWS	Art:	2V
Prüfung:	1 Seminarvortrag aus den Vorlesungen „Chemische Mikrobiologie“ und „Nukleinsäuren und Proteine“						Credits:	3	
Workload (Std):	Präsenz		30	Selbststudium		60	Gesamt	90	
Dozenten/Prüfer:	Prof. Dr. W.Reineke, PD Dr. E. Schmidt								
Inhaltlich vorausgesetzte Lehrinheit(en):	keine								

Voraussetzungen:

Stoff der Grundvorlesung der Biologischen Chemie im B.Sc.-Studiengang oder entsprechende Lehrveranstaltungen anderer Studiengänge

Lernziele:

- Einführung in die Grundlagen der Mikrobiologie für Chemiker; die Vorlesung ist auch unbedingte Voraussetzung für die Vorbereitung auf das Praktikum der Mikrobiologie im Modul MChS12
- Vertiefung der Kenntnisse zur Struktur und Funktion von Nukleinsäuren und Proteinen
- Verständnis von Funktions-/Strukturwechselbeziehungen von Proteinen und RNA

Lehrgegenstände:

Struktur und Funktion von Nukleinsäuren und Proteinen

- Struktur und metabolische Herkunft der Bausteine (Nukleotide, Aminosäuren)
- Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstrukturen
- Einführung in relevante Software/Datenbanken der Bioinformations-Zentren (NCBI, EBI)
- Funktions-/Strukturwechselbeziehungen von Proteinen und RNA an Beispielen (Enzyme, Ribozyme)
- Methoden der DNA/RNA- und Peptid-Synthese
- Methoden der Nukleinsäure- und Proteinanalytik

Lehreinheit :	Aktuelle Aspekte der Naturstoffchemie			Modul:	MChP2	
Fachsem.:	2	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	1 SWS	
Art:					1V	
Prüfung:	Teilklausur (60 min)				Credits:	2
Workload (Std):					Gesamt	60
Präsenz	30	Selbststudium	30			
Dozenten/Prüfer:	Prof. Dr. H.-J. Altenbach, Prof. Dr. J. Scherkenbeck					

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en): keine

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
 Grundlagen der Chemie (B.Sc. Chemie)

Lernziele:
 Vertiefte Kenntnis der wichtigsten Naturstoffklassen, ihrer Bedeutung und Nutzung sowie ihrer Darstellungsmöglichkeiten

Lehrgegenstände:
 Ausgewählte Naturstoffe aus den Klassen der
 - Lipide
 - Alkaloide
 - Hydroxycarbonsäuren
 - Aminocarbonsäuren
 - Kohlenhydrate
 - Terpene
 - Steroide
 Exemplarische Naturstoffsynthesen: Synthesestrategien, Biomimetische Synthesen, Building-Block-Approach, Chiral-Pool-Synthese

Modul MChP3	Dynamik, Spektroskopie und Berechnung von Molekülstrukturen
Verantwortlicher:	Prof. Per Jensen, Ph.D.

Dozenten:	Prof. Dr. Th. Benter, Prof. Dr. P. Wiesen Prof. P. Jensen, Ph.D.																														
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Erwerb vertiefter Kenntnisse über den Aufbau der Moleküle sowie ihrer Reaktionsprozesse - Erlernen der Grundlagen spektroskopischer Techniken zur experimentellen Untersuchung von Molekülaufbau und Reaktionsverläufen. - Erwerb von Kenntnissen über Techniken zur Auswertung und Analyse von Molekülspektren 																														
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - Elektronenzustände und Elektronenstrukturberechnungen (<i>ab initio</i>-Verfahren, DFT-Rechnungen) - Rotation und Schwingung - Molekülspektren und die entsprechenden experimentellen Techniken - Beschreibung chemischer Reaktionen auf der molekularen Ebene - Spektroskopie in der Zeitdomäne 																														
Lehrveranstaltungen	Praktikum Computergestützte Berechnung von Molekülstrukturen Vorlesung Molekültheorie und Spektroskopie Vorlesung Molekulare Reaktionsdynamik																														
Lehrformen:	Vorlesungen, Übungen, Praktikum																														
Teilnahmevoraussetzungen:	keine																														
Prüfungen	Übungsaufgaben, Modulabschlussklausur (180 min)																														
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>2</td> <td>30</td> <td>90</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>2</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>8</td> <td>120</td> <td>180</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	4	60	60	120	Übung	2	30	90	120	Praktikum	2	30	30	60	Seminar					Summe	8	120	180	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																											
Vorlesung	4	60	60	120																											
Übung	2	30	90	120																											
Praktikum	2	30	30	60																											
Seminar																															
Summe	8	120	180	300																											
Leistungspunkte:	10																														
Semester:	1./2. Semester																														
Häufigkeit des Angebots:	jährlich																														

Lehreinheit :	Praktikum Computergestützte Berechnung von Molekülstrukturen			Modul:	MChP3	
Fachsem.:	1	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:					2P	
Prüfung:	Modulabschlussklausur (180 min), Übungsaufgaben				Credits:	2
Workload (Std):					Gesamt	60
Präsenz	30	Selbststudium	30			
Dozenten/Prüfer:	Prof. P. Jensen					
Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):	keine					
Begleitende Lehreinheit(en):	Molekültheorie und Spektroskopie					

Voraussetzungen:

Kenntnisse der Grundlagen der Naturwissenschaften und Grundkenntnisse der Theoretischen Chemie

Lernziele:

Erlernen methodischer Anwendungen zur Berechnung von Molekülstrukturen und anderen Molekülparametern
 Kennenlernen von Programmen zur Berechnung von Molekülparametern
 Abschätzen von Fehlermöglichkeiten
 Praktischer Umgang mit Programmen

Lehrgegenstände:

ab initio Berechnungen elektronischer Strukturen (Born-Oppenheimer-Näherung, Molekülorbitale, LCAO-Näherung, Hartree-Fock-Verfahren, CI-Methode)
 DFT-Methoden (Hohenberg-Kohn-Theoreme, Kohn-Sham-Methode, Dichtefunktionale)
 Geometrieoptimierung (Energiegradienten)

Lehreinheit :	Molekültheorie und Spektroskopie			Modul:	MChP3	
Fachsem.:	1	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	3 SWS	
Art:	2V, 1Ü					
Prüfung:	Modulabschlussklausur (180 min)				Credits:	4
Workload (Std):						
Präsenz	45	Selbststudium	75	Gesamt	120	
Dozenten/Prüfer:	Prof. P. Jensen					
Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):	keine					
Begleitende Lehreinheit(en):	Computergestützte Berechnung von Molekülstrukturen					

Voraussetzungen:

Kenntnisse der Grundlagen der Naturwissenschaften und der Chemie dem Bachelor-Abschluss in Chemie entsprechend

Lernziele:

Vertiefte Kenntnis der theoretischen Beschreibung eines Moleküls
Erlernen und Anwendung von grundlegenden Methoden der Molekülspektroskopie

Lehrgegenstände:

Die Born-Oppenheimer Näherung:

Elektronenzustände, Elektronenenergien, Potentialfunktionen.

ab initio Berechnungen elektronischer Strukturen:

Born-Oppenheimer-Näherung, Molekülorbitale, LCAO-Näherung, Hartree-Fock-Verfahren, CI-Methode

DFT-Methoden

Hohenberg-Kohn-Theoreme, Kohn-Sham-Methode, Dichtefunktionale

Das harmonisch schwingende Molekül:

Normalkoordinaten und Normalschwingungen.

Der starre, mehratomige Rotator:

Kreiseltypen, Rotationskonstanten, Rotationsenergien.

Wechselwirkungen:

Zentrifugalverzerrung, Corioliswechselwirkung, Rotations-Schwingungsresonanzen.

Wechselwirkungen zwischen elektronischen Zuständen. Symmetriewahlregel.

Intensitäten und Auswahlregel:

Die Intensität eines elektrischen Dipolübergangs, Symmetriewahlregel, Grundbegriffe der Spektrenzuordnung und -analyse.

Beispiele für Spektren mit Einführung in die entsprechenden spektroskopischen Methoden:

Rotationsspektren, Rotations-Schwingungsspektren, Elektronische Übergänge, Mehrphotonenspektren.

Lehreinheit : **Molekulare Reaktionsdynamik** **Modul:** **MChP3**

Fachsem.: **2** **Dauer:** **1** Sem. **Umfang:** **3** SWS **Art:** **2V, 1Ü**

Prüfung: Modulabschlussklausur (180 min) **Credits:** **4**

Workload (Std):
Präsenz **45** **Selbststudium** **75** **Gesamt** **120**

Dozenten/Prüfer: Prof. Th. Benter, Prof. P. Wiesen

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en): keine

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:

Kenntnisse der Grundlagen der Naturwissenschaften und der Chemie dem Bachelor Abschluss in Chemie entsprechend

Lernziele:

Erlernen der Vorgänge bei chemischen Reaktionen auf molekularer Ebene; Dynamik des Bindungsbruches sowie der Bindungsbildung.

Lehrgegenstände:

Erweiterte Stoßtheorie:

Energieabhängigkeit des Verlaufs chemischer Reaktionen. Reaktionsquerschnitte
Einführung in die molekulare Energieübertragung

Molekularstrahlexperimente:

Experimentelle Anordnungen und Interpretation experimenteller Ergebnisse
Charakterisierung der Maxwell-Boltzmann, Fermi-Dirac und Bose-Einstein Statistik.

Einführung in die Statistische Thermodynamik:

Grundgleichungen, Energiezustände, Zustandssummen, Gleichgewichtskonstanten.

Energiehyperflächen und Dynamik chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene:

Reaktionskoordinate, klassische Trajektorien, kollinear und gewinkelter Stoß, massengewichtete Koordinaten.

Übergangszustand und Eyring'sche Gleichung:

Bi-molekulare Gasphasenreaktionen, Aktivierungsgleichgewicht.
Uni-molekularer Zerfall: Die RRK und RRKM Erweiterungen.

Zeitaufgelöste molekulare Begegnungen:

Einführung in die femto-Sekunden-Spektroskopie, Echtzeitbeobachtungen molekulardynamischer Vorgänge, Femtochemie.

Modul MChS11	Moderne Synthesemethoden
Verantwortlicher:	Prof. Dr. H.-J. Altenbach

Dozenten:	Prof. Dr. H.-J. Altenbach, Prof. Dr. J. Scherkenbeck																																	
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Kennenlernen moderner Methoden der Synthese von Molekülen in Theorie und Praxis - Vertiefung des Verständnisses für synthetische Aufgaben - Lösung von Syntheseproblemen vom Labor- über den Technikumsmaßstab bis zur industriellen Produktion 																																	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - Syntheseplanung - Synthesestrategien - Syntheseverfahren - Synthesetechniken 																																	
Lehrveranstaltungen	Vorlesung Spezielle Kapitel der Organischen Synthese Vorlesung Technische Wirkstoffsynthese Praktikum Moderne Synthesemethoden																																	
Lehrformen:	Vorlesung, Seminar, Praktikum																																	
Teilnahmevoraussetzungen:	keine																																	
Prüfungen	Mündliche Abschlussprüfung (40 min) Praktikumsleistungen																																	
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3</td> <td>45</td> <td>90</td> <td>135</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>1</td> <td>15</td> <td>10</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>4</td> <td>60</td> <td>30</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>2</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>10</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>					SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	3	45	90	135	Übung	1	15	10	25	Praktikum	4	60	30	90	Seminar	2	30	20	50	Summe	10	150	150	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																														
Vorlesung	3	45	90	135																														
Übung	1	15	10	25																														
Praktikum	4	60	30	90																														
Seminar	2	30	20	50																														
Summe	10	150	150	300																														
Leistungspunkte:	10																																	
Semester:	2./3. Semester																																	
Häufigkeit des Angebots:	jährlich																																	

Lehreinheit :

Spezielle Kapitel der Organischen Synthese

Modul:

MChS11

Fachsem.:

2

Dauer:

1

Sem.

Umfang:

3

SWS

Art:

2V, 1Ü

Prüfung:

Mündliche Abschlussprüfung (40 min)

Credits:

3

Workload (Std):

Präsenz

45

Selbststudium

45

Gesamt

90

Dozenten/Prüfer:

Prof. H.-J. Altenbach, Prof. J. Scherkenbeck

Inhaltlich vorausgesetzte

Lehreinheit(en):

keine

Begleitende Lehreinheit(en):

Praktikum moderne Synthesemethoden

Voraussetzungen:

Grundlagen der Chemie (B.Sc. Chemie)

Lernziele:

Vertieftes Verständnis für die Synthese
Kenntnis moderner Methoden und Techniken
Anwendung an komplexen Beispielen

Lehrgegenstände:

Vorlesung mit wechselnden Themen aus aktuellen Bereichen, wie z.B.:

Organokatalyse,

Hochdruckreaktionen,

Mikrowellenchemie,

homogene-heterogene Katalyse,

pericyclische Reaktionen,

metallorganische Synthesen

Radikalchemie

Lehreinheit :	Technische Wirkstoffsynthese			Modul:	MChS11	
Fachsem.:	3	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:	2V					
Prüfung:	Mündliche Abschlussprüfung (40 min)				Credits:	2
Workload (Std):						
Präsenz	30	Selbststudium	30	Gesamt	60	
Dozenten/Prüfer:	Dr. A. Klausener					
Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):	keine					
Begleitende Lehreinheit(en):						

Voraussetzungen:

Grundlagen der Chemie (B.Sc. Chemie)

Lernziele:

Kenntnis der Rahmenbedingungen für die Entwicklung von Wirkstoffen und die Umsetzung von ersten Laborsynthesen in den technischen Maßstab

Lehrgegenstände:

Rahmenbedingungen der Pflanzenschutz- und Arzneimittelforschung:

Innovationsperspektive
 Ökonomie/Ökologie
 Nutzen/Risiken

Rahmenbedingungen von Planung und Entwicklung technischer Wirkstoffsynthesen:

Discovery
 Verfahrenswegeforschung (Bewertung alternativer Synthesen)
 Zwischenproduktstammbäume
 Verfahrenseffizienz (Ökonomie/Ökologie)
 Sicherheitsaspekte

Repräsentative Beispiele aus der Synthese von Arznei- und Pflanzenschutzmitteln:

z. B.: Neonicotinoide, Chinolone, Azole, Sulfonylharnstoffe, Strobilurin-Analoga, Pyrethroide

Lehreinheit : **Praktikum Moderne Synthesemethoden** **Modul:** **MChS11**

Fachsem.: **Dauer:** Sem. **Umfang:** SWS **Art:**

Prüfung: **Credits:**

Workload (Std):
Präsenz **Selbststudium** **Gesamt**

Dozenten/Prüfer:

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
 Grundlagen der Chemie (B.Sc. Chemie)

Lernziele:

- Vermittlung der Anwendungsmöglichkeiten von speziellen Synthesemethoden
- Eigenständige Planung von Synthesen
- Verantwortungsbewusste Durchführung von Versuchen
- Sichere Handhabung gefährlicher Stoffe
- Selbständige Beschaffung von Fachliteratur
- Sachgerechte Protokollierung von Versuchen und Versuchsergebnissen
- Überzeugende Präsentation von Versuchsergebnissen

Lehrgegenstände:

- Grundlagen spezieller Syntheseverfahren
- Durchführung spezieller Syntheseverfahren
- Herstellung ausgewählter Zielmoleküle mit Hilfe moderner Synthesemethoden
- Festphasensynthese
- Multikomponentenreaktion
- Parallelsynthesen
- Anwendung von speziellen Reinigungs- und Charakterisierungsmethoden

Modul MChS12	Wirkstoffe
Verantwortlicher:	Prof. Dr. J. Scherkenbeck

Dozenten:	Prof. Dr. J. Scherkenbeck, Prof. Dr. F. R. Heiker, Prof. Dr. W. Reineke, PD Dr. E. Schmidt																														
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Kenntnisse der Prinzipien der Medizinischen Chemie - Verständnis der Pharmaforschung - Prinzipien der Festphasensynthese und kombinatorischen Chemie - Erlernen der Methoden der Chemischen Mikrobiologie und Molekularbiologie 																														
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - Strategien der Wirkstoffsuche - Arzneistoffentwicklung - Festphasensynthese - Kombinatorische Synthese - Dynamisch kombinatorische Chemie - Molekulare Erkennung - Arbeitsmethoden der Angewandten Mikrobiologie 																														
Lehrveranstaltungen	Vorlesung Medizinische Chemie Vorlesung Festphasensynthese und Kombinatorische Chemie Mikrobiologisches Praktikum																														
Lehrformen:	Vorlesung Praktikum, Seminar																														
Teilnahmevoraussetzungen:	keine																														
Prüfungen	Mündliche Abschlussprüfung (40 min) Praktikumsleistungen, Seminarvortrag																														
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4</td> <td>60</td> <td>105</td> <td>165</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>4</td> <td>60</td> <td>45</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>1</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>9</td> <td>135</td> <td>165</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	4	60	105	165	Übung					Praktikum	4	60	45	105	Seminar	1	15	15	30	Summe	9	135	165	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																											
Vorlesung	4	60	105	165																											
Übung																															
Praktikum	4	60	45	105																											
Seminar	1	15	15	30																											
Summe	9	135	165	300																											
Leistungspunkte:	10																														
Semester:	2./3. Semester																														
Häufigkeit des Angebots:	jährlich																														

Lehreinheit :

Medizinische Chemie

Modul:

MChS12

Fachsem.:

2

Dauer:

1

Sem.

Umfang:

2

SWS

Art:

2V

Prüfung:

Mündliche Abschlussprüfung (40 min)

Credits:

2

Workload (Std):

Präsenz

30

Selbststudium

30

Gesamt

60

Dozenten/Prüfer:

Prof. F. R. Heiker

Inhaltlich vorausgesetzte

Lehreinheit(en):

keine

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:

Grundlagen der Chemie (B.Sc. Chemie)

Lernziele:

Grundverständnis der Physiologie des Menschen

Kenntnis der Prinzipien der Medizinischen Chemie

Kennenlernen der Methoden der Wirkstoffsuche und Arzneistoffentwicklung

Verständnis der spezifischen Anforderungen der Pharmaforschung

Lehrgegenstände:

Strategien der Wirkstoffsuche:

- Strukturmodifizierung existenter Wirkstoffe
- systematisches Screening
- rationales Design

Arzneistoffentwicklung:

- Entwicklung und Optimierung von Wirkstoffen zu Arzneimitteln
- Wirkmechanismen
- Pharmakodynamik
- Metabolismusstudien
- Entwicklung von Produktionsverfahren
- Klinische Studien
- Zulassungsverfahren

Lehreinheit : Festphasensynthese und kombinatorische Chemie **Modul:** MChS12
Fachsem.: 2 **Dauer:** 1 Sem. **Umfang:** 2 SWS **Art:** 2V
Prüfung: Mündliche Abschlussprüfung (40 min) **Credits:** 3

Workload (Std):
Präsenz 30 **Selbststudium** 60 **Gesamt** 90

Dozenten/Prüfer: Prof. J. Scherkenbeck

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en): keine

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
Grundlagen der Chemie (B.Sc. Chemie)

Lernziele:
Methoden der Festphasensynthese
Grundprinzipien von Parallel- und Mischungssynthesen in Lösung und an der festen Phase
Anwendungsbereiche der kombinatorischen Chemie in der Wirkstoffforschung und Katalyse

Lehrgegenstände:

Workflow in der modernen Wirkstoffforschung
Strategien der Leitstrukturfindung

Festphasensynthese
Trägermaterialien, Linker
Strategien für die Synthese von Einzelverbindungsbibliotheken
Strategien zur Synthese von Mischungsbibliotheken und Dekonvolution

Parallelsynthese in Lösung
Polymere Reagentien und Scavenger

Screening-Techniken
Enzym- und Rezeptorassays, Zellassays
Methoden des NMR- und MS-Screenings
Dynamisch kombinatorische Chemie

Anwendungsbeispiele aus den Bereichen Life Sciences, Katalyse und Molekulare Erkennung

Lehreinheit : **Praktikum Chemische Mikrobiologie**

Modul: **MChS12**

Fachsem.: **Dauer:** Sem. **Umfang:** SWS

Art:

Prüfung:

Credits:

Workload (Std):

Präsenz **Selbststudium**

Gesamt:

Dozenten/Prüfer:

**Inhaltlich vorausgesetzte
Lehreinheit(en):**

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:

Grundkenntnisse der Biochemie, Mikrobiologie, Analytik, insbesondere Inhalt der Vorlesungen:
Chemische Mikrobiologie; Nukleinsäuren und Proteine

Lernziele:

Erlernen der Methoden der Angewandten Mikrobiologie

Lehrgegenstände:

Arbeitsmethoden Angewandte Mikrobiologie

- Nachweis, Isolierung, Reinigung, Charakterisierung von Proteinen
- Nachweis, Isolierung, Reinigung, Charakterisierung von Nukleinsäuren
- qualitativer und quantitativer Nachweis von Proteinen und Nukleinsäuren
- Nachweis von Genen mittels Gensonden und in situ Hybridisierung sowie PCR
- Arbeiten mit Protein- und Gen-Datenbanken; Arbeiten mit Programmen zum Sequenzvergleich
- Stoffabbau: Anreicherung von Schadstoff-Abbauern sowie biochemische Charakterisierung der Abbausequenzen

Modul MChS13	Weiche Materialien
Verantwortlicher:	Prof. Dr. U. Scherf

Dozenten:	Prof. Dr. U. Scherf, Prof. Dr. E. Holder																														
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Kennenlernen moderner Methoden der Synthese und Charakterisierung von Makromolekülen in Theorie und Praxis - Kennenlernen moderner Methoden der Synthese und Charakterisierung von Kolloiden - Vertiefung des Verständnisses für synthetische Arbeiten mit dem Schwerpunkt Polymere 																														
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - Syntheseverfahren - Synthesetechniken - Charakterisierungstechniken 																														
Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung Kolloid- und Grenzflächenchemie Vorlesung Polymere Materialien Vorlesung Moderne Synthesemethoden</p>																														
Lehrformen:	Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum																														
Teilnahmevoraussetzungen:	keine																														
Prüfungen	Mündliche Abschlussprüfung (40 min), Praktikumsleistungen, Seminarvortrag																														
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3</td> <td>45</td> <td>75</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>1</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>4</td> <td>60</td> <td>30</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>2</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>10</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	3	45	75	120	Übung	1	15	15	30	Praktikum	4	60	30	90	Seminar	2	30	30	60	Summe	10	150	150	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																											
Vorlesung	3	45	75	120																											
Übung	1	15	15	30																											
Praktikum	4	60	30	90																											
Seminar	2	30	30	60																											
Summe	10	150	150	300																											
Leistungspunkte:	10																														
Semester:	2./3. Semester																														
Häufigkeit des Angebots:	jährlich																														

Lehreinheit : **Kolloid- und Grenzflächenchemie** **Modul:** **MChS13**
Fachsem.: **Dauer:** Sem. **Umfang:** SWS **Art:**
Prüfung: **Credits:**

Workload (Std):
Präsenz **Selbststudium** **Gesamt**

Dozenten/Prüfer:

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
 Fundierte Kenntnisse in Physikalischer Chemie

Lernziele:
 Kennenlernen und Erlernen der wichtigsten Aspekte der Kolloid- und Grenzflächenchemie.
 Erkennen der Bedeutung von Grenzflächenphänomenen im Alltag und in der industriellen Praxis.
 Erwerben der Fähigkeit zur Anwendung der theoretischen Kenntnisse.

Lehrgegenstände:

Kolloide:
 Kolloidale Teilchen, Wechselwirkungen zwischen kolloidalen Teilchen, Elektrochemische Doppelschicht.

Fluide Oberflächen:
 Oberflächen- und Grenzflächenspannung, Messmethoden

Monomolekulare Filme:
 Herstellung und Charakterisierung

Tenside:
 Struktur und Wirkungsweise, Mizellbildung, Struktur-Wirkung Zusammenhänge, Schäume, Emulgatoren, Waschprozess.

Adsorption an festen Oberflächen:
 Adsorptionsisothermen

Heterogene Katalyse:
 Oberflächenreaktionen

Lehreinheit :

Polymere Materialien

Modul:

MChS13

Fachsem.:

2

Dauer:

1

Sem.

Umfang:

3

SWS

Art:

2V, 1Ü

Prüfung:

Mündliche Abschlussprüfung (40 min)

Credits:

3

Workload (Std):

Präsenz

45

Selbststudium

45

Gesamt

90

Dozenten/Prüfer:

Prof. U. Scherf

Inhaltlich vorausgesetzte

Lehreinheit(en):

Makromolekulare Chemie

Begleitende Lehreinheit(en):

Moderne Synthesemethoden, Praktikum/Seminar Makromolekulare Chemie/Kolloid- und Grenzflächenchemie

Voraussetzungen:

Fundierte Kenntnisse in Organischer und Makromolekularer Chemie

Lernziele:

Kennlernen wichtiger Klassen von Kunststoffadditiven
Kennenlernen der Prinzipien der Kunststoffstabilisierung
Erlernen der wichtigsten Methoden der Polymeranalytik
Erlernen der Grundbegriffe der physikalischen Chemie der Polymere

Lehrgegenstände:

Polymeradditive:

Füllstoffe, Weichmacher, Stabilisatoren

Polymerdegradation und Polymerstabilität:

Oxidative und photooxidative Degradation

Polymeranalytik:

Molekulargewicht und Molekulargewichtsverteilung, Methoden der Molekulargewichtsbestimmung, Bestimmung thermischer Eigenschaften (Glasübergangstemperatur)

Einführung in die physikalische Chemie der Polymere:

Kettenkonformation, Löslichkeit, Mischbarkeit, Kristallinität, mechanische Eigenschaften, thermische Eigenschaften

Lehreinheit :	Praktikum/Seminar Makromolekulare Chemie			Modul:	MChS13
Fachsem.:	3	<i>Dauer:</i>	1 Sem.	<i>Umfang:</i>	5 SWS
Prüfung:	Praktikumsleistungen, Seminarvortrag, mündliche Abschlussprüfung (40 min)			Credits:	5
Workload (Std):				Gesamt	150
	<i>Präsenz</i>	75	<i>Selbststudium</i>	75	
Dozenten/Prüfer:	Prof. U. Scherf				
Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):	Makromol. Chemie, Polymere Materialien, Physikalische Chemie				
Begleitende Lehreinheit(en):	Moderne Synthesemethoden Kolloid- und Grenzflächenchemie				

Voraussetzungen:

Fundierte Kenntnisse in Makromolekularer Chemie und in Physikalischer Chemie

Lernziele:

- Kennenlernen der Methodik und spezifischen Techniken bei der Herstellung von Polymeren anhand ausgewählter Polymerstrukturen
- Erlernen von ausgewählten Methoden der Polymercharakterisierung

Lehrgegenstände:

Polymerherstellung:

Synthese von 3-4 ausgewählten Polymeren.

Polymercharakterisierung:

Molekulargewichtsbestimmung (GPC mit verschiedener Detektion, VPO), thermische Analyse (DCS, TGA), optische Spektroskopie (IR, UV-Vis, PL), Mikroskopie (Polarisationsmikroskopie optisch anisotroper Polymere: kristalline und flüssigkristalline Polymere)

Modul MChS14	Molekulare Materialien und Festkörper
Verantwortlicher:	Prof. Dr. R. Eujen

Dozenten:	Prof. Dr. R. Eujen, Prof. Dr. C. Lehmann Prof. Dr. F. Mohr, Prof. Dr. H. Willner,																														
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Kennenlernen spezieller experimenteller Techniken - Kennenlernen der wichtigsten Analyse- und Charakterisierungsmethoden für Massivmaterialien und Oberflächen - Verständnis physikalischer Phänomene auf atomarer und molekularer Ebene - Selbständiges Arbeiten von Experimentvorbereitung bis zur Dokumentation - Fähigkeit zur Beurteilung analytischer Methoden 																														
Modulinhalte:	<p>Synthesemethoden für Festkörper Physikalische Eigenschaften von idealen und realen Kristallen Oberflächenbeschichtung und Eigenschaften dünner Schichten Analytische Charakterisierungsmethoden von Massivmaterialien und Oberflächen</p>																														
Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung Synthese und Eigenschaften ausgewählter Materialien Vorlesung Charakterisierungsmethoden für Materialien und Oberflächen Praktikum Anorganische Materialien</p>																														
Lehrformen:	Vorlesungen, Seminar, Praktikum																														
Teilnahmevoraussetzungen:	keine																														
Prüfungen	Mündliche Abschlussprüfung (40 min), Praktikumsleistungen, 2 Seminarvorträge																														
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3</td> <td>45</td> <td>90</td> <td>135</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>2</td> <td>30</td> <td></td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>4</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>1</td> <td>15</td> <td></td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>10</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	3	45	90	135	Übung	2	30		30	Praktikum	4	60	60	120	Seminar	1	15		15	Summe	10	150	150	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																											
Vorlesung	3	45	90	135																											
Übung	2	30		30																											
Praktikum	4	60	60	120																											
Seminar	1	15		15																											
Summe	10	150	150	300																											
Leistungspunkte:	10																														
Semester:	2./3. Semester																														
Häufigkeit des Angebots:	jährlich																														

Lehreinheit :	Synthese und Eigenschaften ausgewählter Materialien			Modul:	MChS14	
Fachsem.:	2	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	3 SWS	
Art:	2V, 1Ü				Credits:	3
Prüfung:	Mündliche Abschlussprüfung (40 min)					

Workload (Std):					
Präsenz	45	Selbststudium	45	Gesamt	90

Dozenten/Prüfer: Dozenten der anorganischen Chemie

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en): keine

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
Grundlagen der Chemie aus dem Bachelor-Studium Chemie

Lernziele:

- Kennenlernen von anwendungsrelevanten physikalischen Eigenschaften von molekularen Materialien und Feststoffen
- Erkennen von Beziehungen zwischen Strukturen und physikalischen Eigenschaften von Materialien
- Verständnis physikalischer Phänomene auf atomarer und molekularer Ebene

Lehrgegenstände:

- Synthesemethoden für Festkörper
- Elektrische Eigenschaften von Festkörpern
- Technisch relevante Halbleiter und ihre Anwendungen
- Supraleiter
- Reale Festkörper, Fehlstellen; Ionenleiter und ihre Anwendungen
- Nichtmetallische Hartstoffe und Keramiken
- PVD-, CVD-Verfahren und Dünnschichttechniken
- Stoffe mit besonderen physikalischen (magnetischen, elektrischen, optischen) Eigenschaften
- Ionische Flüssigkeiten

Lehreinheit :	Charakterisierungsmethoden für Materialien und Oberflächen			Modul:	MChS14	
Fachsem.:	3	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:					1V, 1S	
Prüfung:	Mündliche Abschlussprüfung (40 min), Seminarvortrag				Credits:	2
Workload (Std):					Gesamt	60
Präsenz	30	Selbststudium	30			
Dozenten/Prüfer:	Prof. Dr. R. Eujen, Prof. Dr. C. Lehmann					
Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):	keine					
Begleitende Lehreinheit(en):						

Voraussetzungen:

Grundlagen der Chemie, insbesondere der Festkörperchemie, aus dem Bachelor-Studium Chemie

Lernziele:

- Verständnis der physikalischen Grundlagen der wichtigsten Methoden zur Analyse von Massivmaterialien und dünnen Schichten
- Fähigkeit zur Auswahl und Beurteilung von Methoden zur Beantwortung gezielter analytischer Fragestellungen

Lehrgegenstände:

- Thermoanalyse
- Prinzipien der Beugungsmethoden
- Einkristallstrukturanalyse, Röntgenstrahlbeugung, Pulverdiffraktometrie, Kleinwinkelstreuung
- Elektronenstrahlbeugung
- Röntgen-Photoelektronenspektroskopie und verwandte Methoden (Auger, EXAFS)
- Elektronenmikroskopie (TEM, SEM, STM, AFM)
- Optische Spektroskopie (IR, Raman)
- Magnetische Messungen
- MAS-NMR

Lehreinheit :	Praktikum Anorganische Materialien			Modul:	MChS14	
Fachsem.:	2	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	5 SWS	
Art:	4P, 1S					
Prüfung:	Mündliche Abschlussprüfung (40 min), Praktikumsleistungen, Seminarvortrag				Credits:	5
Workload (Std):					Gesamt	150
Präsenz	75	Selbststudium	75			
Dozenten/Prüfer:	Dozenten der Anorganischen Chemie					

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en): keine

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
Grundlagen der Chemie (B.Sc. Chemie)

Lernziele:

- Vermittlung der Grundlagen und der Anwendungsmöglichkeiten von speziellen Syntheseverfahren
- Sichere Handhabung gefährlicher Stoffe durch Vakuum- und Schutzgastechnik
- Beschaffung von Fachliteratur
- Protokollierung von Versuchen und Versuchsergebnissen
- Präsentation von Versuchsergebnissen

Lehrgegenstände:

- Grundlagen spezieller Synthesemethoden
- Festkörperreaktionen
- Chemische Transportreaktionen
- Sol/Gel-Techniken
- Vakuum- und Schutzgastechniken
- Anwendung von Charakterisierungsmethoden

Modul MChS15	Vertiefungspraktikum
Verantwortlicher:	Prof. Dr. H.-J. Altenbach

Dozenten:	Dozenten der Anorganischen, Organischen, Makromolekularen und Biologischen Chemie																																	
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Erlernen von wissenschaftlichen Arbeitsmethoden - Bearbeitung neuer wissenschaftlicher Fragestellungen - Überzeugende Präsentation und kritische Diskussion von Ergebnissen - Vorbereitung auf die Master-Thesis 																																	
Modulinhalte:	Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsthema der Synthesechemie (Anorganische, Organische, Makromolekulare und Biologische Chemie)																																	
Lehrveranstaltungen	Vertiefungspraktikum																																	
Lehrformen:	Praktikum Seminar																																	
Teilnahmevoraussetzungen:																																		
Prüfungen	Praktikumsleistungen, Praktikumsbericht																																	
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>8</td> <td>120</td> <td>120</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>1</td> <td>15</td> <td>45</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>9</td> <td>135</td> <td>165</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>					SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung					Übung					Praktikum	8	120	120	240	Seminar	1	15	45	60	Summe	9	135	165	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																														
Vorlesung																																		
Übung																																		
Praktikum	8	120	120	240																														
Seminar	1	15	45	60																														
Summe	9	135	165	300																														
Leistungspunkte:	10																																	
Semester:	3. Semester																																	
Häufigkeit des Angebots:	laufend																																	

Lehreinheit :	Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen			Modul:	MChS15	
Fachsem.:	3	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	9 SWS	
Art:					8P, 1S	
Prüfung:	Laborleistungen, Seminarvortrag				Credits:	10
Workload (Std):					Gesamt	300
Präsenz	135	Selbststudium	165			
Dozenten/Prüfer:	Dozenten der Anorganischen, Organischen, Makromolekularen Chemie					
Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):	Lehrveranstaltungen des Schwerpunktes					
Begleitende Lehreinheit(en):						

Voraussetzungen:

Vertiefte Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen des Schwerpunkts

Lernziele:

- Kennenlernen von speziellen Arbeitstechniken, Synthesemethoden und Stoffeigenschaften
- Auswertung und Dokumentation von wissenschaftlichen Experimenten
- Bearbeitung neuer wissenschaftlicher Fragestellungen
- Präsentation und kritische Diskussion von wissenschaftlichen Ergebnissen
- Vorbereitung auf die Master-Thesis

Lehrgegenstände:

Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen der Synthetischen Chemie

Modul MChS21	Wasserchemie und Wassertechnologie
Verantwortlicher:	Prof. Dr. O. Schmitz

Dozenten:	Prof. Dr. O. Schmitz, Prof. Dr. Marzinkowski																																			
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Erwerb von Fachkompetenzen in Wasserchemie und Wassertechnologie - Erwerb praktischer Fähigkeiten zur Wasseruntersuchung - Kennenlernen von Verfahren der Wasseraufbereitung und der Abwasserreinigung unter Berücksichtigung von Wasserkreislaufsystemen - Präsentation ausgewählter Kapitel der Wasserchemie in Form eines Vortrages 																																			
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - Charakterisierung verschiedener Wasserarten - Experimentelle Methoden der Wasseruntersuchung: Probenahme, Sinnenprüfung, Bestimmung physikalisch-chemischer Parameter, Summenparameter wie BSB, CSB, TOC, AOX, Photometrische Methoden für Kationen und Anionen, Elementanalytik wie AAS, ICP-AES, GC- und HPLC-Methoden für organische Inhaltsstoffe, Bakteriologische Untersuchungen - Wasserrecht - Aufbereitung von Wasser zu Trinkwasser oder zu Wasser für industrielle Einsatzzwecke - Abwasserreinigung unter Berücksichtigung einer Vorbehandlung zur Beseitigung bestimmter Schadstoffe - Untersuchung von Wasserkreislaufsystemen mit Abschätzung des Umweltentlastungspotentials 																																			
Lehrveranstaltungen	Wasserchemie Praktikum Wasserchemie Wassertechnologie																																			
Lehrformen:	Vorlesung, Seminar, Praktikum, Exkursion																																			
Teilnahmevoraussetzungen:	Quantitative und Instrumentelle Analyse																																			
Prüfungen	Modulabschlussklausur (120 min), Praktikumsleistungen, Seminarvortrag																																			
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4</td> <td>60</td> <td>45</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>4</td> <td>60</td> <td>45</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>1</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitungen</td> <td></td> <td></td> <td>45</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>9</td> <td>135</td> <td>165</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	4	60	45	105	Übung					Praktikum	4	60	45	105	Seminar	1	15	30	45	Prüfungsvorbereitungen			45	45	Summe	9	135	165	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																																
Vorlesung	4	60	45	105																																
Übung																																				
Praktikum	4	60	45	105																																
Seminar	1	15	30	45																																
Prüfungsvorbereitungen			45	45																																
Summe	9	135	165	300																																
Leistungspunkte:	10																																			
Semester:	2./3. Semester																																			
Häufigkeit des Angebots:	jährlich																																			

Lehreinheit : **Wasserchemie** **Modul:** **MChS21**
Fachsem.: **Dauer:** Sem. **Umfang:** SWS **Art:**
Prüfung: **Credits:**

Workload (Std):
Präsenz **Selbststudium** **Gesamt**

Dozenten/Prüfer:

Vorausgesetzte Lehreinheit(en):

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in Analytischer Chemie

Lernziele:

Kenntnisse über das Vorkommen und die Beschaffenheit verschiedener Wasserarten, Verständnis der Grundlagen technischer Verfahren zur Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung, Erlernen der experimentellen Methoden der Wasseruntersuchung.

Lehrgegenstände:

- Natürliche Wasservorräte und ihre Bedeutung
- Charakterisierung verschiedener Wasserarten
- Aufbereitung von Wasser zu Trinkwasser
- Abwasser
- Reinigung kommunaler Abwässer
- Natürliche Gewässer
- Experimentelle Methoden der Wasseruntersuchung
- Wasserrecht

Lehreinheit :	Praktikum Wasserchemie			Modul:	MChS21	
Fachsem.:	3	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	5 SWS	
Art:					4P, 1S	
Prüfung:	Praktikumsleistungen, Seminarvortrag				Credits:	5
Workload (Std):					Gesamt	150
Präsenz	75	Selbststudium	75			
Dozenten/Prüfer:	Prof. Dr. O. Schmitz und Mitarbeiter					
Vorausgesetzte Lehreinheit(en):						
Begleitende Lehreinheit(en):	Vorlesung Wasserchemie					

Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in Analytischer Chemie

Lernziele:

Erlernen der experimentellen Methoden der Wasseruntersuchung. Beurteilung der Messwerte verschiedener Wasserarten im Hinblick auf die Wasserqualität.

Lehrgegenstände:

Untersuchung verschiedener Wasserarten: Flusswasser bzw. Oberflächenwasser, Zu- und Ablauf der hausinternen Abwasseraufbereitungsanlage, Trinkwasser (Leitungswasser, Mineralwasser), dotierte Wasserproben.

Experimentelle Untersuchungsmethoden: Entsprechend den Eigenschaften der Wasserart bzw. den zu bestimmenden Parametern werden von den Studenten 2 bis 3 verschiedene Wasserarten mit den jeweiligen experimentellen Methoden untersucht.

- ICP-OES (Bestimmung von Metallkationen),
- Mikrowellenaufschluss
- Flammenphotometrie (Bestimmung von Alkali- und Erdalkalitionen),
- Photometrie (Bestimmung von Ammonium),
- Photometrie (Bestimmung von Nitrit),
- Photometrie (Küvettschnelltests nach Dr. Lange zur Bestimmung von AOX, BSB, CSB, TC, TIC, TOC),
- Volumetrie (Zweiphasentitration nach Epton zur Bestimmung von anionischen Tensiden),
- Volumetrie (Titrationen zur Bestimmung der Carbonat- und der Gesamthärte),
- Head-space GC-FID (Bestimmung von leichtflüchtigen Wasserinhaltsstoffen),
- LC-MS (PFT-Analytik).

Exkursion: Am Ende des Praktikums findet eine Exkursion zu einer Trinkwasseraufbereitungsanlage oder einer Kläranlage statt.

Seminarthemen zu den Praktikumsversuchen

Lehreinheit :	Wassertechnologie			Modul:	MChS21	
Fachsem.:	2	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:					2V	
Prüfung:	Modulabschlussklausur (120 min)				Credits:	2
Workload (Std):					Gesamt	60
	Präsenz	30	Selbststudium	30		
Dozenten/Prüfer:	Prof. J. M. Marzinkowski					
Vorausgesetzte Lehreinheit(en):	Wasserchemie					
Begleitende Lehreinheit(en):						

Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in der Herkunft, Bedeutung und Untersuchung von Inhaltsstoffen natürlicher Wässer sowie zu physikalisch-chemischer Methoden zur Wasser- und Abwasseruntersuchung

Lernziele:

Anwendung erworbener Kenntnisse zur Auswahl von Wasserreinigungsverfahren und zur Reinigung von Abwasser aus industriellen Prozessen; Beurteilung ausgewählter Verfahren des integrierten Umweltschutzes unter besonderer Berücksichtigung von Wasserkreislaufsystemen.

Lehrgegenstände:

1. **Wassergewinnung:**

Herkunft und Bedeutung bestimmter Inhaltsstoffe natürlicher Wässer. Aufbereitung des Wassers zu Trinkwasser (Filtration, Enteisenung, Enthärtung, Entsalzung, Entkeimung, Desinfektion). Vollentsalzung durch Ionenaustausch und Umkehr-Osmose. Aufbereitung des Wassers zu industriellen Einsatzzwecken (verschiedene Reinigungsstufen bis Reinstwasseranforderungen).

2. **Abwasserreinigung:**

Häusliches Abwasser, gewerbliches und industrielles Abwasser, Niederschlagswasser. Stufen einer kommunalen, biologischen Abwasserreinigung. Methoden der Abwasservorbehandlung zur Beseitigung bestimmter Schadstoffe, Teilstromdefinition und Erstellen von Abwasserkatastern an Beispielen aus der chemischen Industrie. Spezielle Besprechung der Abwasserreinigungstechnik zu adsorptiven Verfahren, Fällung/Flockung/Flotation, Membranfiltration, oxidativen und spez. biologischen Methoden.

3. **Wasserkreislaufsysteme:**

Zusammenfassung des Stoffgebietes zur exemplarischen Untersuchung von Wasserkreislaufsystemen mit Abschätzung des Umweltentlastungspotenziales. Darstellen der Komplexität von Sachverhalten im Zusammenhang des betrieblichen Umweltschutzes mit Risikoeinschätzung aus Gewässersicht.

Modul MChS22	Atmosphärenchemie
Verantwortlicher:	Prof. Dr. Th. Benter

Dozenten:	Prof. Dr. Th. Benter, Prof. Dr. P. Wiesen, PD Dr. J. Wildt, PD Dr. J. Kleffmann, Prof. Dr. W. Reineke																														
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Erwerb fachlicher Kompetenzen im Bereich der Atmosphärischen Chemie und deren Untersuchungsmethoden - Erwerb von praktischen Fähigkeiten im atmosphärisch-chemischen Labor - Erwerb von Präsentationskompetenz - Interdisziplinäres Arbeiten - Heranführen an Teamarbeit in einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe 																														
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - Meteorologische Grundlagen - Spurengasquellen - Photochemie wichtiger Spurengase - Stratosphärische Chemie - Chemie der troposphärischen Hintergrundatmosphäre - Troposphärische Abbaureaktionen organischer Spurengase - Heterogene Chemie - Labormessungen, Feldmessungen 																														
Lehrveranstaltungen	Vorlesung „Chemie der Atmosphäre“ Vorlesung „System Biosphäre-Atmosphäre“ Praktikum „Untersuchung atmosphärischer Prozesse“																														
Lehrformen:	Vorlesung, Übung, Praktikum, Seminar																														
Teilnahmevoraussetzungen:	keine																														
Prüfungen	Mündliche Abschlussprüfung (40 min)																														
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3</td> <td>45</td> <td>90</td> <td>135</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>4</td> <td>60</td> <td>45</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>2</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>9</td> <td>135</td> <td>165</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	3	45	90	135	Übung					Praktikum	4	60	45	105	Seminar	2	30	30	60	Summe	9	135	165	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																											
Vorlesung	3	45	90	135																											
Übung																															
Praktikum	4	60	45	105																											
Seminar	2	30	30	60																											
Summe	9	135	165	300																											
Leistungspunkte:	10																														
Semester:	2./3. Semester																														
Häufigkeit des Angebots:	jährlich																														

Lehreinheit :	Chemie der Atmosphäre			Modul:	MChS22	
Fachsem.:	2	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:					2V	
Prüfung:	Mündliche Abschlussprüfung (40 min)				Credits:	3
Workload (Std):					Gesamt	90
Präsenz	30	Selbststudium	60			
Dozenten/Prüfer:	Prof. Th. Benter					
Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):	keine					
Begleitende Lehreinheit(en):	keine					

Voraussetzungen:

Kenntnisse der Grundlagen der Naturwissenschaften und der Chemie dem Bachelor-Abschluss in Chemie entsprechend.

Lernziele:

Erlernen der grundlegenden atmosphärisch-chemischen Vorgänge in der unbelasteten und belasteten Troposphäre, Grundlagen der stratosphärischen Chemie.

Lehrgegenstände:

Einführung in die Atmosphärendynamik:

Druck- und Temperaturgradienten, Schichtung der Atmosphäre, Inversion, globale Luftbewegungen, Walker und Hadleyzellen, Corioliskräfte und Luftströmungen, chemische Charakterisierung der Troposphäre und Stratosphäre.

Strahlungshaushalt und –spektrum

Zusammensetzung der Atmosphäre:

Biogene und anthropogene Quellen atmosphärischer Spurengase.

Atmosphärische Photochemie:

Absorptionsspektren und primäre Photolyseprodukte ausgesuchter Spurengase.

Chemie der Troposphäre:

Hintergrundchemie und photostationäres Gleichgewicht, radikalinduzierter Methanabbau in der Atmosphäre. Abbau von Nichtmethanverbindungen durch OH, O₃ und NO₃. Erarbeitung detaillierter Reaktionsmechanismen. Ozonbudget und NO_x.

Einführung in die heterogene Chemie:

Reaktionen an Oberflächen, Charakterisierung von heterogenen Reaktionen, chemische Zusammensetzung des atmosphärischen Aerosols, atmosphärisches Wasser.

Überblick der Chemie der Stratosphäre:

Chapman-Modell, HO_x-, NO_x-, XO_x-Zyklen und deren Kopplung. Polarstratosphärische Wolken und heterogene Chemie der Stratosphäre. Antarktisches und Arktisches Ozonloch

Lehreinheit :	System Biosphäre - Atmosphäre			Modul:	MChS22	
Fachsem.:	3	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:					1V, 1S	
Prüfung:	Mündliche Abschlussprüfung (40 min), Seminarvortrag				Credits:	2
Workload (Std):					Gesamt	60
Präsenz	30	Selbststudium	30			
Dozenten/Prüfer:	Prof. W. Reineke, Dr. J. Wildt					

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en): Vorlesung Chemie der Atmosphäre

Begleitende Lehreinheit(en): Praktikum Untersuchung Atmosphärischer Prozesse

Voraussetzungen:
 Grundlagen der Physikalischen Chemie (Thermodynamik, Reaktionskinetik, Spektroskopie) sowie Grundlagen der atmosphärischen Chemie

Lernziele:
 Erwerb von Kenntnissen über bio-geochemischen Stoffzyklen, allgemeine und angewandte Mikrobiologie, Enzymologie sowie Stoffwechselkenntnisse. Vertiefung in den Forschungsgebieten der Umwelt-Biotechnologie

Lehrgegenstände:

Stoffzyklen und Bilanzen von Spurenstoffen:

- CO₂: Globaler Energieverbrauch - atmosphärischer CO₂ Gehalt, Speicherkapazität des Oberflächenwassers
- HO_x: Berechnung atmosphärischer HO_x Konzentrationen für Methan-CO-NO_x Chemie
- CH₄, CO: anthropogene und natürliche CH₄ Quellen, Vertikalverteilung, Jahresgang und Breitengradverteilung, CO Oxidation und Bestimmung mittlerer OH Konzentrationen.
- NO_x : anthropogene und natürliche NO_x Quellen, Abschätzungen von OH und O₃ Konzentrationen in der freien Troposphäre über NO_x Bilanzen.

Trockene Deposition:
 Grundlagen und Mechanismen der Spurenstoffaufnahme durch Pflanzen.

Pflanzliche Emissionen:
 Grundlagen zur Synthese flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) in Pflanzen, VOC-Emissionen und Emissionsalgorithmen, Stressinduzierte VOC-Emissionen und Wechselwirkung zwischen atmosphärischen Ozonkonzentrationen und pflanzlichen Emissionen.

Mikroorganismen:
 Evolution, Prinzipien der mikrobiellen Ökologie, Mikroorganismen und globale Stoffkreisläufe

Kreisläufe:
 Stickstoff-, Schwefel- und Phosphor-Kreislauf

Abbau von Umweltchemikalien:
 Biologische Reinigungsstufe, Nitrifikation/Denitrifikation, biologische P-Elimination, Flockung/Fällung.

Lehreinheit :	Praktikum Untersuchung atmosphärischer Prozesse			Modul:	MChS22	
Fachsem.:	3	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	5 SWS	
Art:	4P, 1S					
Prüfung:	Mündliche Abschlussprüfung (40 min), Praktikumsleistungen, Seminarvortrag				Credits:	5
Workload (Std):						
Präsenz	75	Selbststudium	75	Gesamt	150	
Dozenten/Prüfer:	PD Dr. J. Kleffmann, Dr. I. Barnes, Dr. R. Kurtenbach					
Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):	Vorlesung Chemie der Atmosphäre					
Begleitende Lehreinheit(en):						

Voraussetzungen:

Kenntnisse der Grundlagen der Naturwissenschaften und der Chemie dem Bachelor-Abschluss in Chemie entsprechend.
Grundlegende Kenntnisse in der Chemie der Atmosphäre

Lernziele:

Tieferes Verständnis chemischer Prozesse in der Atmosphäre. Praktischer Umgang mit selektiven Nachweisverfahren für atmosphärische Spurenstoffe. Simulation atmosphärenchemischer Systeme.

Lehrgegenstände:

Praktische Versuche zur Untersuchung homogener Gasphasenreaktionen in Photoreaktoren mit Langweg FTIR-Spektroskopie, Gaschromatographie, HPLC und Massenspektrometrie
Praktische Versuche zur Untersuchung heterogener Prozesse (Gasreaktionen an Oberflächen)
Feldmessungen atmosphärischer Spurenstoffe (NO_x, VOC, oxigenierte VOC, Partikel, NO_y, Ozon, CO, CO₂)
Computergestützte Modellierung von komplexen Reaktionssystemen der Atmosphäre

Modul MChS23	Analytische Chemie
Verantwortlicher:	Prof. Dr. O. Schmitz

Dozenten:	Prof. Dr. Th. Benter, PD Dr. Jörg Kleffmann Prof. Dr. O. Schmitz, N.N.																									
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Erwerb von Fachkompetenzen in moderner Chromatographie, Elektrophorese und Massenspektrometrie - Anwendung von chemometrischen Methoden - Anwendung luftanalytischer Untersuchungsmethoden 																									
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Techniken der Chromatographie und Elektrophorese: mehrdimensionale Methoden, Miniaturisierung, Kopplung mit der MS - Chemometrie - Methodik, Instrumentierung und Anwendung der Massenspektrometrie - Ausgewählte Probenahme- und Messverfahren zur Bestimmung gasförmiger Luftinhaltsstoffe 																									
Lehrveranstaltungen:	Vorlesung Neue analytische Verfahren Vorlesung Moderne Kopplungsmethoden Praktikum Luftanalytische Untersuchungsmethoden Vorlesung Chemometrie																									
Lehrformen:	Vorlesung, Hausarbeit, Seminar, Praktikum																									
Teilnahmevoraussetzungen:	Quantitative und Instrumentelle Analyse																									
Prüfungen:	Teilklausur (90 min), Hausarbeit, Seminarvortrag, Praktikumsleistungen																									
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2</td> <td>30</td> <td>60</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>3</td> <td>45</td> <td>45</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>4</td> <td>45</td> <td>75</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>9</td> <td>120</td> <td>180</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	2	30	60	90	Praktikum	3	45	45	90	Seminar	4	45	75	120	Summe	9	120	180	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																						
Vorlesung	2	30	60	90																						
Praktikum	3	45	45	90																						
Seminar	4	45	75	120																						
Summe	9	120	180	300																						
Leistungspunkte:	10																									
Semester:	2./3. Semester																									
Häufigkeit des Angebots:	jährlich																									

Lehreinheit :	Moderne Kopplungsmethoden			Modul:	MChS23	
Fachsem.:	2	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:	2V					
Prüfung:	Teilklausur (90 min)				Credits:	3
Workload (Std):					Gesamt	90
Präsenz	30	Selbststudium	60			
Dozenten/Prüfer:	Prof. Dr. O. Schmitz					

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
Grundlagen der Chromatographie und Elektrophorese

Lernziele:
Chromatographie, Elektrophorese und Massenspektrometrie für Fortgeschrittene:
Verständnis aktueller instrumenteller und applikativer Entwicklungen

Lehrgegenstände:

Gaschromatographie:
Chemie der stationären Phasen ; Schnelle GC – Kapillarsäulen mit geringem ID, extrem hohe Heizraten, Multikapillarsäulen; zweidimensionale GC, Säulenschalttechniken, GCxGC, thermische und kryogene Modulatoren; GC-MS; Ausgewählte Anwendungen – komplexe Mischungen

Flüssigchromatographie:
Chemie der stationären Phasen – Alternativen zu Kieselgel, monolithische Phasen, chirale Phasen; Mikro- und Nano-LC – Anforderung an die Gerätetechnik, Säulenherstellung, Chancen und Probleme; Mehrdimensionale Flüssigkeitschromatographie – Säulenschalttechniken, LCxLC; Flüssigchromatographie und Massenspektrometrie – LC/ESI-MS, LC/APCI-MS, LC-APPI-MS, LC-APLI-MS; Ausgewählte Anwendungen – Labile Substanzen, Polymere, Bioanalytik.

Kapillarelektrophorese:
Chemie der Oberflächen – Beschichtungen, zeta-Potential; Neue Techniken – Kapillarelektrochromatographie, Mikrochips, Molecular Imprinting, Affinitäts-CE, Multikapillaren; Kapillarelektrophorese und Massenspektrometrie – CE/ESI-MS, Chip-CE; Ausgewählte Anwendungen – Proteine, DNA-Sequenzierung, Bioanalytik.

Grundlagen der Massenspektrometrie:
Aufbau verschiedener Massenanalytoren

Ionisationsmethoden und Ionenbildungsmechanismen:
Elektronenstoß-Ionisation (EI), Chemische Ionisation (CI, APCI), Matrix-unterstützte Laserdesorption/Ionisation (MALDI), Elektrosprayionisation (ESI), Photoionisation (PI), Resonante Mehrphotonenionisation (REMPI).

Lehreinheit : **Neue analytische Verfahren** **Modul:** **MChS23**

Fachsem.: **Dauer:** Sem. **Umfang:** SWS **Art:**

Prüfung: **Credits:**

Workload (Std):
Präsenz **Selbststudium** **Gesamt**

Dozenten/Prüfer:

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
Moderne Kopplungsmethoden

Lernziele:
Einarbeitung in eine neue analytische Methode aus Originalliteratur
Darstellung dieser Methode in Form eines Seminarvortrags

Lehrgegenstände:
Neue Methoden der analytischen Chemie
- apparative Neuerungen (Ionisationsmethoden, Massenanalysatoren, etc.)
- neue Detektionsmethoden
- Kopplungsmethoden
- Applikationen
- neue Entwicklungen in der Chromatographie und Elektrophorese

Lehreinheit : Luftanalytische Untersuchungsmethoden **Modul:** MChS23

Fachsem.: 2 **Dauer:** 1 Sem. **Umfang:** 3 SWS **Art:** 2P, 1S

Prüfung: Seminarvortrag **Credits:** 3

Workload (Std):
Präsenz: 45 **Selbststudium:** 45 **Gesamt:** 90

Dozenten/Prüfer: PD Dr. J. Kleffmann, Dr. R. Kurtenbach

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:

Grundlegende Kenntnisse der physikalischen Chemie und instrumentellen Analytik

Lernziele:

Vorbereitung und Planung der Analyse von Luftinhaltsstoffen im Hinblick auf die zu untersuchenden Komponenten, kritische Bewertung von Analysemethoden und -ergebnissen

Lehrgegenstände:

Ausgewählte Probenahme- und Messverfahren für die Bestimmung gasförmiger Luftinhaltsstoffe:

Probenahme ohne Anreicherung (Sammeln von Gasproben in Kanistern, Beuteln, Spritzen und Glasbehältern); Probenahme mit Anreicherung (Ausfrieren von gasförmigen Komponenten, Sammeln mit Impingern, Sammeln auf Adsorbentien zur späteren Elution oder Thermodesorption); Bestimmungsverfahren (Prüfröhrchen, GC und HPLC mit selektiver und sensitiver Detektion); Verfahren zur Prüfgaserzeugung: statische (Vermischen von Grundgas und Beimengung) und dynamische (Dosieren der Beimengung in das fließende Grundgas nach dem Prinzip der Kolben- oder Kapillardosierung, der Permeation, usw.); Kalibrierung der Verfahren

Meßmethoden zur Untersuchung gasförmiger Luftinhaltsstoffe:

Langweg FTIR-Spektroskopie, NDIR, UV-Absorptionsmessungen, Massenspektrometrie, Chemilumineszenzverfahren, Fluoreszenzverfahren, Smogkammern, Simulationsanlagen

Meßmethoden zur Untersuchung von Luftpartikeln (Aerosolanalytik):

SMPS, DMA, CPC, Aethalometer, Nephelometer, Thermodesorption/Massenspektrometrie, Einzelpartikelanalytik

Lehreinheit : **Chemometrie** **Modul:** **MChS23**

Fachsem.: **3** **Dauer:** **1** Sem. **Umfang:** **2** SWS **Art:** **1P, 1S**

Prüfung: **Praktikumsleistungen** **Credits:** **2**

Workload (Std):
Präsenz **30** **Selbststudium** **30** **Gesamt** **60**

Dozenten/Prüfer: **N.N.**

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:

Seminarinhalte Chemometrie im Modul BChAN2

Lernziele:

Einsatz der Chemometrie und multivariater statistischer Verfahren in der Chemie

Lehrgegenstände:

Kenntnisse zur statistischen Versuchsplanung

Anwendung der statistischen Werkzeuge der Versuchsplanung, Eigenständiger Aufbau von komplexen Versuchsplänen

Kenntnisse der Datenanalyse-Anwendung

Anwendung verschiedener Ansätze zur Datenanalyse:

- Partition Least Square-Ansätze,
- Regressionsanalyse (einfache und multiple Regression),
- Varianzanalyse,
- Clusteranalyse,
- Faktoranalyse,
- Principal Component Analysis

Erwerb praktischer Kenntnisse bei dem Einsatz der Chemometrie, Vertiefung und Anwendung der erworbenen Kenntnisse an Hand von Fall-Beispielen aus dem Bereich der Chemie, Kombination verschiedener Verfahren zur Absicherung, Validierung der erhaltenen Modelle an Beispielen, Einführung in die Anwendung von Software-Tools zur Datenanalyse

Modul MChS24	Produktionsintegrierter Umweltschutz
Verantwortlicher:	Prof. Dr. H.-W. Kling

Dozenten:	Prof. Dr. H.-W. Kling, Prof. Dr. J. M. Marzinkowski, Prof. Dr. W. Reineke																														
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Erwerben der Fachkompetenz zur Beurteilung von Stoffen für Umwelt, Betrieb und Mensch • Gründliche Kenntnisse zur Anwendung der modernen industriellen Analytik zur Kontrolle und Steuerung chemischer Prozesse und zur Beurteilung der Beschaffenheit von Emissionen • Unterscheidung und Anwendung von Konzepten zum produktionsintegrierten Umweltschutz unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit 																														
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Gesetzlicher Zusammenhang zum produktbezogenen integrierten Umweltschutz, Grenzwerte und quantitative Bestimmung von Emissionen, Substanzeigenschaften, Expositions- und Wirkungsanalyse • Analytik im Produktionsprozess zur Kontrolle, Qualitätssicherung, Prozesssteuerung durch Prozessintegration der Analytik, verschiedene moderne Verfahren der instrumentellen Analytik • Betrieblicher Umweltschutz unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit und Effizienz, Genehmigungsverfahren, Stoffstromproblematik und Prozessbilanzierung, Suche nach ständiger Verbesserung 																														
Lehrveranstaltungen:	<p>Vorlesung Steuerung chemischer Prozesse Vorlesung Methoden und Verfahren des PIUS Seminar Fallbeispiele zum PIUS Vorlesung Nachhaltigkeit in der chemischen Industrie</p>																														
Lehrformen:	Vorlesung, Seminar																														
Teilnahmevoraussetzungen:																															
Prüfungen	Modulabschlussklausur (180 min), Seminarvortrag																														
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>5</td> <td>75</td> <td>150</td> <td>225</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>2</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>7</td> <td>105</td> <td>195</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	5	75	150	225	Übung					Praktikum					Seminar	2	30	45	75	Summe	7	105	195	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																											
Vorlesung	5	75	150	225																											
Übung																															
Praktikum																															
Seminar	2	30	45	75																											
Summe	7	105	195	300																											
Leistungspunkte:	10																														
Semester:	2./3. Semester																														
Häufigkeit des Angebots:	jährlich																														

Lehreinheit :	Steuerung chemischer Prozesse			Modul:	MChS24	
Fachsem.:	2	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:					2V	
Prüfung:	Modulabschlussklausur (180 min)				Credits:	3
Workload (Std):					Gesamt	90
Präsenz	30	Selbststudium	60			
Dozenten/Prüfer:	Prof. Dr. H.-W. Kling					

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
Grundlagen der Analytischen Chemie

Lernziele:
Intensive Einführung in die Steuerung chemischer Prozesse mit dem Ziel der Effektivitätssteigerung , und der Minimierung der eingesetzten Ressourcen. Kennenlernen moderner automatisierter Analyseverfahren zur Prozesskontrolle sowie deren Integration in den Produktionsablauf. Aufbau eines Verständnisses für die verschiedenen Prinzipien der Automatisierung sowie eigenständige Anwendung des erworbenen Wissens zum Aufbau von Konzepten zur Prozess-Automation.

Lehrgegenstände:

1. Einführung in die Methoden der Prozess-Steuerung
2. Kennenlernen moderner automatisierter Verfahren der Prozessanalytik
3. automatisierte Probenahme aus laufenden chemischen Prozessen
4. Vorstellung der gebräuchlichen instrumentellen Techniken zur automatisierten Analytik
 - 4.1 Prozess-Gaschromatographie
 - 4.2 Prozess-Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie
 - 4.3 Automatisierte Titrationsen
 - 4.4 Automatisierte Photometrische Verfahren
 - 4.5 NIR-Spektroskopie
 - 4.6 Spezielle Sensortechnik
5. Diskussion der Techniken und Möglichkeiten an Hand von verschiedenen Fallbeispielen

Lehreinheit :	Methoden und Verfahren des PIUS			Modul:	MChS24	
Fachsem.:	3	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:					2V	
Prüfung:	Modulabschlussklausur (180 min)				Credits:	3
Workload (Std):					Gesamt	90
Präsenz	30	Selbststudium	60			
Dozenten/Prüfer:	Prof. J. M. Marzinkowski					

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
keine

Lernziele:

- Unterscheidung von Konzepten zum integrierten, betrieblichen Umweltschutz anhand einschlägiger Beispiele
- Kritische Reflexion des technischen Umweltschutzes in den präventiven, repressiven und reparativen Funktionen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit
- Vorgehensweise bei einem betrieblichen Öko-Check.
- Fähigkeit zur Bewertung/Einschätzung von Emissionen aus umweltrelevanten Herstellungsprozessen
- Ableiten und Anwenden von emissionsmindernden Maßnahmen (additiver Umweltschutz, prozessintegrierte Umweltschutzmaßnahmen, Kreislaufsysteme)
- Konzeptioneller Aufbau des betrieblich integrierten Umweltschutzes.

Lehrgegenstände:

1. Grenzen des reparativen Umweltschutzes; Notwendigkeit der Verbindung von Umweltschutz und Umweltvorsorge und Umweltpflege. Leitbilder der Nachhaltigkeit und deren Ableitung für eine betriebliche Motivation. Vorgehensweise zur Früherkennung ökologischer Chancen und Risiken bei Herstellungsprozessen insbesondere in mittelständischen Unternehmen; EMAS und DIN/ISO 14 001; Umweltmanagementsysteme – Methodik und Praxis.
2. Betrieblicher Umweltschutz, insbesondere zu prozessintegrierten Maßnahmen und zu Anforderungen an den Gewässerschutz. Betriebliche Wasser- und Abwasserwirtschaft; Wasserkreislaufsysteme und prozessnahe Abwasserbehandlung; Beherrschung gasförmiger Emissionen und die Reststoffproblematik und Energienutzung, beispielhaft unter Einbeziehung additiver Maßnahmen und betriebswirtschaftlicher Ansätze und Berücksichtigung von Anforderungen an Unternehmen im Hinblick auf die Einhaltung von Umweltvorschriften und Umweltnormen (EMAS, ISO 14 000). Begleitend: Genehmigungsverfahren nach BImSchG und WHG/LWG; Besprechung der TA Luft und anderer Richtlinien.
3. Beispielhafte Betrachtung von (komplexen) Stoffströmen, Untergliederung nach Umweltkompartimenten, nach Schutzziele und Prinzipien. Bewertung und Management von Stoffströmen. Aufbau, Einführung und Realisierung integrierter, betrieblicher Umweltschutzsysteme; Fehler-, Möglichkeits- und Einflussanalyse zur Einschätzung von Umweltschutzproblemen und Risiken, Zielgrößen und Erfolgsfaktoren. Einbeziehen von Qualitätsdenken, Wirtschaftlichkeit und betrieblichen (Management-) Strukturen. Ökologische Nutzenpotenziale; ökologische Bewertungsverfahren (ökologische Schattenrechnung), Checklisten/Öko-Check als Strategie. Umweltcontrolling: Aufgaben und Handlungsfelder; Prozesskostenrechnung in Verbindung mit Input- und Output-Bilanzen.

Lehreinheit :	Fallbeispiele zum PIUS			Modul:	MChS24	
Fachsem.:	3	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	1 SWS	
Art:	1S					
Prüfung:	Modulabschlussklausur (180 min), Seminarvortrag				Credits:	2
Workload (Std):						
Präsenz	15	Selbststudium	45	Gesamt	60	
Dozenten/Prüfer:	Prof. Dr. J. M. Marzinkowski, Prof. Dr. H.-W. Kling					

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en): Steuerung chemischer Prozesse

Begleitende Lehreinheit(en): Methoden und Verfahren des PIUS

Voraussetzungen:
keine

Lernziele:

- Erstellung von Konzepten zum integrierten, betrieblichen Umweltschutz
- Bewertung von Emissionen aus umweltrelevanten Herstellungsprozessen
- Anwenden von emissionsmindernden Maßnahmen (additiver Umweltschutz, prozessintegrierte Umweltschutzmaßnahmen, Kreislaufsysteme)
- Praxisbeispiele zu verschiedenen Handlungsfeldern des betrieblichen integrierten Umweltschutzes.

Lehrgegenstände:

Vorstellen und Erarbeiten von Konzepten für die Untersuchung und Festlegung integrierter Umweltschutzziele und Planung von Umweltschutzmaßnahmen. Erprobung der Konzepte an Beispielen aus verschiedenen Branchen:

Beispiel: Galvanisieren – Verbleib von Schwermetallen
 Beispiel: Beschichtung von Dekorpapier – Reinigung des CH₂O-haltigen Abgases
 Beispiel: Textilfärbung – Oxidative Entfärbung farbiger Abwässer und Anwendung von Membranverfahren, Wasserkreislaufführung
 Beispiel: Herstellung eines Haushaltsreinigers – Versuch einer ökologischen Bilanzierung
 Beispiel: Fallbeispiele aus der chemischen Industrie – Ständige Reduktion von Emissionen in das Abwasser, von Energie und Zeit sowie Verbesserung der Sicherheit. Reduktion der eingesetzten Ressourcen.

Lehreinheit :	Nachhaltigkeit in der chemischen Industrie			Modul:	MChS24	
Fachsem.:	3	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	2 SWS	
Art:					1V, 1S	
Prüfung:	Modulabschlussklausur (180 min)				Credits:	2
Workload (Std):					Gesamt	60
Präsenz	30	Selbststudium	30			
Dozenten/Prüfer:	Prof. Dr. H.-W. Kling					

Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):

Begleitende Lehreinheit(en):

Voraussetzungen:
Besuch der Vorlesung Einführung in die Nachhaltigkeit oder adäquate Kenntnisse

Lernziele:
Vertiefte Kenntnisse des Konzeptes der Nachhaltigkeit im Bereich der Chemie, sowohl in Forschung und Entwicklung, Produktion und Anwendung
Kenntnisse zur Beurteilung von Verfahren in Hinblick auf Nachhaltigkeit

Lehrgegenstände:
Erläuterung der Zusammenhänge Ökologie – Ökonomie – und sozialer Aspekte an Hand von Fallbeispielen aus der chemischen Industrie

Intensive Betrachtung von angewandten Handlungskonzepten auf Basis der Grundzüge der „Green Chemistry“ und des „Green Engineering“ unter den Aspekten

- Ressourcenschonung,
- Nutzung nachwachsender Rohstoffe,
- Nutzung neuer Verfahren in der chemischen Produktion,
- Vermeidung von ökologischen Beeinträchtigungen

Diskussion der Umsetzung der Handlungskonzepte an Hand von Fall-Beispielen

Einführung in die normativen Regelwerke im Bereich „Nachhaltigkeit“

Modul MChS25	Vertiefungspraktikum
Verantwortlicher:	Prof. Dr. Th. Benter

Dozenten:	Dozenten der Analytischen und Physikalischen Chemie																														
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Erlernen von Arbeitsmethoden; Auswertung und Dokumentation von Versuchen - Bearbeitung neuer wissenschaftlicher Fragestellungen - Präsentation und kritische Diskussion von Ergebnissen - Vorbereitung auf die Master-Thesis 																														
Modulinhalte:	Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsthema im Schwerpunkt „Molekulare Umweltchemie“ (Analytische und Physikalische Chemie)																														
Lehrveranstaltungen	Vertiefungspraktikum																														
Lehrformen:	Praktikum, Seminar																														
Teilnahmevoraussetzungen:																															
Prüfungen	Praktikumsleistungen Protokolle Seminarvortrag																														
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>8</td> <td>120</td> <td>120</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>1</td> <td>15</td> <td>45</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>9</td> <td>135</td> <td>165</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung					Übung					Praktikum	8	120	120	240	Seminar	1	15	45	60	Summe	9	135	165	300
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																											
Vorlesung																															
Übung																															
Praktikum	8	120	120	240																											
Seminar	1	15	45	60																											
Summe	9	135	165	300																											
Leistungspunkte:	10																														
Semester:	3.																														
Häufigkeit des Angebots:	laufend																														

Lehreinheit :	Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen			Modul:	MChS25	
Fachsem.:	3	Dauer:	1 Sem.	Umfang:	9 SWS	
Art:					8P, 1S	
Prüfung:	Praktikumsleistungen, Protokolle, Seminarvortrag				Credits:	10
Workload (Std):					Gesamt	300
Präsenz	135	Selbststudium	165			
Dozenten/Prüfer:	Dozenten der Analytischen und Physikalischen Chemie					
Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):	Lehrveranstaltungen des Schwerpunktes „Molekulare Umweltchemie“					
Begleitende Lehreinheit(en):						

Voraussetzungen:

Kenntnisse der Grundlagen Naturwissenschaften und der Chemie dem Bachelor-Abschluss in Chemie entsprechend.

Lernziele:

- Kennenlernen von komplexen atmosphärisch-chemischen Messaufbauten und –techniken.
- Erlernen von atmosphärisch-chemischen Arbeitsmethoden
- Auswertung und Dokumentation von wissenschaftlichen Experimenten
- Bearbeitung neuer wissenschaftlicher Fragestellungen
- Präsentation und kritische Diskussion von wissenschaftlichen Ergebnissen
- Vorbereitung auf die Master-Thesis

Lehrgegenstände:

Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen der Umweltchemie

Modul MChTh		Master-Arbeit und -Seminar
Verantwortlich:	Prof. Dr. J. Scherkenbeck	
Dozenten:	Dozenten der Chemie	
Modulziele:	<ul style="list-style-type: none"> - Nachweis der Befähigung zur selbständigen Bearbeitung eines vorgegebenen Themas nach wissenschaftlichen Kriterien - Erstellen einer strategischen Konzeption und eines Plans zur Durchführung eines Vorhabens - Verfassen eines Berichts in schriftlicher Form - Präsentation von Ergebnissen in mündlicher Form unter Einsatz von Medien - Kritische Diskussion von Versuchsergebnissen und Sachverhalten 	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> - Erstellen einer Abschlussarbeit im zeitlichen Umfang von 6 Monaten - Teilnahme am Master-Seminar - Präsentation und Diskussion der eigenen Master-Arbeit im Rahmen des Master-Seminars 	
Lehrveranstaltungen	Master-Arbeit Master-Seminar	
Lehrformen:	Anleitung zur wissenschaftlichen Arbeit Seminar	
Teilnahmevoraussetzungen:	75 Leistungspunkte	
Prüfungen	Master-Thesis Master-Kolloquium mit Diskussion und Verteidigung der Arbeit	
Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)	6 Monate	
Leistungspunkte:	30	
Semester:	4. Semester	
Häufigkeit des Angebots:	laufend	