



**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
<b>PFLICHTBEREICH</b>					<b>30</b>
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
<b>WAHLPFLICHTBEREICH</b>					
<b>Schwerpunkt „Wirkstoffe und Materialien“</b>					<b>40</b>
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
<b>Schwerpunkt „Molekulare Umweltchemie“</b>					<b>40</b>
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
<b>Zusatzmodul aus dem nicht gewählten Schwerpunkt</b>					<b>10</b>
<b>OPTIONALBEREICH</b>					<b>10</b>
	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>	
<b>MASTER-THESIS</b>					<b>30</b>
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
<b>MChP1</b>	<b>Struktur und Reaktivität</b>				<b>10</b>
	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
<b>MChP2</b>	<b>Naturstoffe und Makromoleküle</b>				<b>10</b>
	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
<b>MChP3</b>	<b>Dynamik, Spektroskopie und Berechnung von Molekülstrukturen</b>	<b>AK 180</b>			<b>10</b>
	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
<b>MChS11</b>	<b>Moderne Synthesemethoden</b>	<b>MAP 40</b>			<b>10</b>
	Spezielle Kapitel der Organischen Synthese		2	2V, 1Ü	3
	Technische Wirkstoffsynthese		3	2V	2
	Praktikum Moderne Synthesemethoden	PL	3	4P, 1S	5
<b>MChS12</b>	<b>Wirkstoffe</b>	<b>MAP 40</b>			<b>10</b>
	Medizinische Chemie		1	2V	2
	Festphasensynthese und kombinatorische Chemie		1	2V	3
	Praktikum Chemische Mikrobiologie	PL, SV	2	4P, 1S	5
<b>MChS13</b>	<b>Weiche Materialien</b>	<b>MAP 40</b>			<b>10</b>
	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
<b>MChS14</b>	<b>Molekulare Materialien und Festkörper</b>	<b>MAP 40</b>			<b>10</b>
	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
<b>MChS15</b>	<b>Vertiefungspraktikum</b>				<b>10</b>
	Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen	PL, SV	3	8P, 1S	10

#### Schwerpunkt "Molekulare Umweltchemie"

Modul	Titel	Prüfung	Sem.	SWS	LP
<b>MChS21</b>	<b>Wasserchemie und Wassertechnologie</b>	<b>AK 120</b>			<b>10</b>
	Wasserchemie		3	2V	3
	Wassertechnologie		2	2V	2
	Praktikum Wasserchemie	PL, SV	3	4P, 1S	5
<b>MChS22</b>	<b>Atmosphärenchemie</b>	<b>MAP 40</b>			<b>10</b>
	Chemie der Atmosphäre		2	2V	3
	System Biosphäre - Atmosphäre	SV	3	1V, 1S	2
	Praktikum Untersuchung atmosphärischer Prozesse	PL, SV	3	4P, 1S	5
<b>MChS23</b>	<b>Analytische Chemie</b>				<b>10</b>
	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
<b>MChS24</b>	<b>Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS)</b>	<b>AK 180</b>			<b>10</b>
	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
<b>MChS25</b>	<b>Vertiefungspraktikum</b>				<b>10</b>
	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
<b>MChP1</b> 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			
<b>MChP2</b> 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			
<b>MChP3</b> Dynamik, Spektrosk., Molekül- strukturen	Computergestützte Berechnung von Molekülstrukturen 2P 2 LP	Molekulare Reaktionsdynamik 2V, 1Ü 4 LP		
	Molekültheorie und Spektroskopie 2V, 1Ü 4 LP			
<b>MChS21</b> Wasser- chemie		Wassertechnologie	Wasserchemie Praktikum Wasserchemie 4P, 1S 5 LP	
		Chemie der Atmosphäre 2V 3 LP	System Biosphäre- Atmosphäre 1V, 1S 2 LP	
<b>MChS22</b> Atmos- phären Chemie			Praktikum Untersuchung atmosphärischer Prozesse 4P, 1S 5 LP	
		Luftanalytische Untersuchungsmethoden 2P, 1S 3 LP	Neue analytische Verfahren 2S 2 LP	
<b>MChS23</b> Analytische Chemie		Moderne Kopplungsmeth.	Chemometrie 1P, 1S 2 LP	
<b>MChS24</b> 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		
<b>MChS25</b>			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
<b>MChP1</b> 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			
<b>MChP2</b> 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			
<b>MChP3</b> Dynamik, Spektrosk., Molekül- strukturen	Computergestützte Berechnung von Molekülstrukturen 2P 2 LP	Molekulare Reaktionsdynamik 2V, 1Ü 4 LP		
	Molekültheorie und Spektroskopie 2V, 1Ü 4 LP			
<b>MChS11</b> Moderne Synthese- methoden		Spez. Kap. d. Org. Synthese 2V, 1Ü 3 LP	Technische Wirkstoffsynth. 2V 2 LP	
			Prakt. Mod. Synthesemeth. 4P, 1S 5 LP	
<b>MChS12</b> Wirkstoffe	Medizinische Chemie 2V 2 LP			
	Festphasensynthese, Kombinatorische Chemie 2V 3 LP			
		Praktikum Chem. Mikrobiol. 4P, 1S 5 LP		
<b>MChS13</b> Weiche Materialien		Polymere Materialien 2V, 1Ü 3 LP	Prakt. Makromol. Chemie 4P, 1S 5 LP	
			Kolloid- u. Grenzflächenchem. 1V, 1S 2 LP	
<b>MChS14</b> 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		
<b>MChS15</b>			Vertiefungspraktikum 8P, 1S 10 LP	
	19 26	25 28	25 26	

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

<b>Modul MChP1</b>	<b>Struktur und Reaktivität</b>
<b>Verantwortlicher:</b>	<b>Prof. Dr. H. Willner</b>

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

<b>Lehreinheit :</b>	<b>Chemie der p-Block-Elemente</b>			<b>Modul:</b>	<b>MChP1</b>	
<b>Fachsem.:</b>	1	<b>Dauer:</b>	1 Sem.	<b>Umfang:</b>	2 SWS	
<b>Art:</b>	2V					
<b>Prüfung:</b>	Teilklausur (60 min)				<b>Credits:</b>	3
<b>Workload (Std):</b>					<b>Gesamt</b>	<b>90</b>
<b>Präsenz</b>	30	<b>Selbststudium</b>	60			
<b>Dozenten/Prüfer:</b>	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:**  
Die Studierenden

- haben ein vertieftes Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen atomaren, elektronischen und sterischen Eigenschaften,
- erkennen Trends in den Eigenschaften und Reaktivitäten der p-Block Elemente,
- sind mit den Bindungsverhältnisse in hyperkoordinierten Verbindungen (Mehrzentrenbindungen, Hyperkonjugation) vertraut,
- besitzen spezielle Stoffkenntnisse,
- kennen die Bedeutung ausgewählter Spezies für die Wissenschaft, Umwelt und Technik.

**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

**Literatur:**

1. R. Steudel, Chemie der Nichtmetalle, Walter de Gruyter Berlin 2008.

<b>Lehreinheit :</b>	<b>Stereoselektive Synthese</b>			<b>Modul:</b>	<b>MChP1</b>	
<b>Fachsem.:</b>	1	<b>Dauer:</b>	1 Sem.	<b>Umfang:</b>	3 SWS	
<b>Art:</b>					2V, 1Ü	
<b>Prüfung:</b>	Teilklausur (60 min)				<b>Credits:</b>	4
<b>Workload (Std):</b>					<b>Gesamt</b>	120
<b>Präsenz</b>	45	<b>Selbststudium</b>	75			
<b>Dozenten/Prüfer:</b>	Prof. S. Kirsch					

**Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):** keine

**Begleitende Lehreinheit(en):**

**Voraussetzungen:**

- Grundlagen der Chemie (B.Sc. Chemie)

**Lernziele:**

Die Studierenden

- erkennen und klassifizieren stereochemische Probleme,
- besitzen Kenntnisse der grundlegenden Methoden der stereoselektiven Synthese und können diese anwenden.

**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

**Literatur:**

1. G. Lin, Y. Li, A.S.C. Chan; Principles and Applications of Asymmetric Synthesis, Wiley.
2. R.E. Gawley, J. Aube; Principles of Asymmetric Synthesis; Pergamon.
3. E.M. Carreira, L. Kvaerno; Classics in Stereoselective Synthesis; Wiley-VCH.

**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
- Grundlagen der Koordinationschemie
- Grundlagen der metallorganischen Chemie

**Lernziele:**

Die Studierenden

- erkennen die Bedeutung der homogenen Katalyse in der Chemie (Arzneimittel, Pestizide, Polymere)
- können die wichtigsten Parameter in der homogenen Katalyse berechnen und verstehen
- verstehen den Zusammenhang zwischen Struktur und Aktivität eines homogenen Katalysators
- erlernen katalytische Reaktionszyklen für wichtige homogen katalysierte Reaktionen

**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.

**Literatur:**

1. A. Behr, Angewandte homogene Katalyse, Wiley-VCH
2. D. Steinborn, Grundlagen der metallorganischen Komplexkatalyse, Teubner Verlag

<b>Modul MChP2</b>	<b>Naturstoffe und Makromoleküle</b>
<b>Verantwortlicher:</b>	<b>Prof. Dr. U. Scherf</b>

<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr. U. Scherf, Prof. Dr. S. Kirsch, Prof. Dr. W. Reineke, Prof. Dr. J. Scherkenbeck, PD Dr. E. Schmidt, Dr. C. Mandt																																	
<b>Modulziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertiefte Kenntnisse der Stoffkreisläufe von Naturstoffen und Synthese von Makromolekülen</li> <li>- Erlernen der Grundlagen der Mikrobiologie und der Bedeutung der Mikroorganismen im Stoffkreislauf und für den Menschen</li> <li>- Erlernen der Synthese und Analytik von Nucleinsäuren und Proteinen</li> <li>- Naturstoffe und ihre Synthese</li> <li>- Makromolekulare Stoffe und ihre Synthese</li> </ul>																																	
<b>Modulinhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Mikrobiologie</li> <li>- Mikroorganismen im Stoffkreislauf</li> <li>- Pathogenität</li> <li>- Angewandte Mikrobiologie</li> <li>- Struktur und Funktion von Nucleinsäuren und Proteinen</li> <li>- Ausgewählte Naturstoffklassen</li> <li>- Naturstoffsynthese</li> <li>- Polymersynthese</li> </ul>																																	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Makromolekulare Chemie Vorlesung Chemische Mikrobiologie Vorlesung Nucleinsäuren u. Proteine: Synthese und Analytik Vorlesung Aktuelle Aspekte der Naturstoffchemie																																	
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesung																																	
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>	keine																																	
<b>Prüfungen</b>	2 Teilklausuren (60 min), 1 Seminarvortrag																																	
<b>Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>SWS</th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Selbststudium</th> <th>Summe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">210</td> <td style="text-align: center;">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><b>Summe</b></td> <td style="text-align: center;"><b>6</b></td> <td style="text-align: center;"><b>90</b></td> <td style="text-align: center;"><b>210</b></td> <td style="text-align: center;"><b>300</b></td> </tr> </tbody> </table>					SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	6	90	210	300	Übung					Praktikum					Seminar					<b>Summe</b>	<b>6</b>	<b>90</b>	<b>210</b>	<b>300</b>
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																														
Vorlesung	6	90	210	300																														
Übung																																		
Praktikum																																		
Seminar																																		
<b>Summe</b>	<b>6</b>	<b>90</b>	<b>210</b>	<b>300</b>																														
<b>Leistungspunkte:</b>	<b>10</b>																																	
<b>Semester:</b>	1./2. Semester																																	
<b>Häufigkeit des Angebots:</b>	jährlich																																	

<b>Lehreinheit :</b>	<b>Makromolekulare Chemie</b>			<b>Modul:</b>	<b>MChP2</b>
<b>Fachsem.:</b>	1	<b>Dauer:</b>	1 Sem.	<b>Umfang:</b>	2 SWS
				<b>Art:</b>	2V
<b>Prüfung:</b>	Teilklausur (60 min)			<b>Credits:</b>	3
<b>Workload (Std):</b>					
	<b>Präsenz</b>	30	<b>Selbststudium</b>	60	<b>Gesamt</b>
					90
<b>Dozenten/Prüfer:</b>	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:**  
Die Studierenden

- kennen spezifische Eigenschaften von Polymeren,
- verfügen über fundierte Kenntnisse der wichtigsten Polymerbildungsreaktionen sowie ihrer Reaktionsdurchführung, Kinetik und Reaktionsmechanismen,
- beherrschen die 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, „lebende“ anionische und koordinative Polymerisation, Metallocen-Katalysatoren
- **Reaktionsmechanismen und Kinetik der wichtigsten Polymerbildungsreaktionen**  
Reaktionsgeschwindigkeiten, Umsatz/Zeit- und Umsatz/Molekulargewichts-Abhängigkeiten, Möglichkeiten der Steuerung des Polymerisationsgrades.
- **Copolymere**  
statistische Copolymere, Copolymergleichung, Blockcopolymere (Phasenverhalten).
- **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.

**Literatur:**

1. Georg Odian. Principles of Polymerization, Wiley Interscience
2. Hans-Georg Elias, Makromoleküle, Band 1 + 2, Hüthig & Wepf
3. Bruno Vollmert, Grundriss der Makromolekularen Chemie, E. Vollmert Verlag

**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 Dr. C. Mandt,

**Inhaltlich vorausgesetzte**

Keine

**Lehreinheit(en):**

**Begleitende Lehreinheit(en):**

**Voraussetzungen:**

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

**Lernziele:**

Die Studierenden

- kennen die relevanten Grundlagen der Mikrobiologie,
- können die wichtigsten Bakterien taxonomisch einordnen,
- können die Stoffwechselleistungen in den Stoffkreisläufen erklären.

**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)

**Literatur:**

1. Georg Fuchs. 2007. Allgemeine Mikrobiologie. 8. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 91VOW1007
2. Michael T. Madigan, John M. Martinko. 2006. Brock Mikrobiologie. 11. Auflage, Pearson Studium, München. 91VOW2794

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

**Voraussetzungen:**

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

**Lernziele:**

Die Studierenden

- verfügen über vertiefte Kenntnisse der Struktur und Funktion von Nukleinsäuren und Proteinen,
- besitzen ein Verständnis von Funktions-/Strukturwechselbeziehungen von Proteinen und RNA.

**Lehrgegenstände:**

- Struktur und metabolische Herkunft der Bausteine von Nukleinsäuren und Proteinen
- Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstrukturen
- Einführung in relevante Software/Datenbanken der Bioinformatik-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

**Literatur:**

1. Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Lubert Stryer. 2007. Biochemie. 6. Auflage, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 91UWH185
2. Rolf Knippers. 2006. Molekulare Genetik. 9. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. VNO1370, VOH1840
3. David Nelson, Michael Cox. 2009. Lehninger Biochemie. 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin. 91UNP4906

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

**Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):**

**Begleitende Lehreinheit(en):**

**Voraussetzungen:**

- Grundlagen der Chemie ( B.Sc. Chemie)

**Lernziele:**

Die Studierenden

- verfügen über vertiefte Kenntnisse der wichtigsten Naturstoffklassen,
- kennen aktuelle Methoden der Naturstoffsynthese
- sind mit der Bedeutung und technische Nutzung ausgewählter Naturstoffe vertraut.

**Lehrgegenstände:**

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

**Literatur:**

1. G.H. Habermehl, P.E. Hammann, H.C. Krebs, W. Ternes; Naturstoffchemie; Springer
2. B. Schäfer; Naturstoffe der chemischen Industrie; Spektrum
3. K.C. Nicolaou; T. Montagnon; Molecules that changed the World; Wiley-VCH
4. K.C. Nicolaou; Classics in Total Synthesis I-III, Wiley-VCH

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

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

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

**Voraussetzungen:**

- Kenntnisse der Grundlagen der Naturwissenschaften und Grundkenntnisse der Theoretischen Chemie

**Lernziele:**

Die Studierenden

- können die Methoden zur Berechnung von Molekülstrukturen und anderen Molekülparametern anwenden,
- kennen und nutzen aktuelle Programme zur Berechnung von Molekülparametern,
- haben Erfahrung in der Abschätzung von Fehlermöglichkeiten.

**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)

**Literatur:**

1. Frank Jensen, Introduction to Computational Chemistry, 2nd Edition, Wiley, Chichester, 2007
2. Joachim Reinhold: Quantentheorie der Moleküle, Teubner 2006
3. Frank L. Pilar, Elementary Quantum Chemistry, McGraw-Hill, 1968.
4. Per Jensen, Methoden der Quantenchemie (pdf, 0.9 MB, <http://www.chem.uni-wuppertal.de/theochem/abinlat.pdf>)

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

**Voraussetzungen:**

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

**Lernziele:**

Die Studierenden

- verfügen über vertiefte Kenntnisse der theoretischen Beschreibung eines Moleküls,
- kennen grundlegende Methoden der Molekülspektroskopie und können diese anwenden.

**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. Symmetrierauswahlregel.
- **Intensitäten und Auswahlregel:**  
Die Intensität eines elektrischen Dipolübergangs, Symmetrierauswahlregel, Grundbegriffe der Spektrenzuordnung und -analyse.
- **Beispiele für Spektren mit Einführung in die entsprechenden spektroskopischen Methoden:**

**Literatur:**

1. Frank Jensen, Introduction to Computational Chemistry, 2nd Edition, Wiley, Chichester, 2007
2. Joachim Reinhold: Quantentheorie der Moleküle, Teubner 2006
3. P. R. Bunker and Per Jensen, Fundamentals of Molecular Symmetry, IOP Publishing, Bristol, 2004.
4. <http://www.chem.uni-wuppertal.de/theochem/abinlat.pdf>
5. <http://www.chem.uni-wuppertal.de/theochem/spektr.pdf>

**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:**

Die Studierenden

- kennen die Vorgänge bei chemischen Reaktionen auf molekularer Ebene,
- verstehen die 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.

**Literatur:**

1. R.D. Levine und R.D. Bernstein, Molekulare Reaktionsdynamik, Teubner Studienbücher, Wiesbaden.
2. P.W. Atkins, Physikalische Chemie (4. Auflage), VCH Verlag, Weinheim.
3. G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie (5. Auflage), VCH Verlag, Weinheim.
4. T. Engel und P. Reid, Physikalische Chemie, Pearson Studium, München.

<b>Modul MChS11</b>	<b>Moderne Synthesemethoden</b>
<b>Verantwortlicher:</b>	<b>Prof. Dr. S. Kirsch</b>

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

<b>Lehreinheit :</b>	<b>Spezielle Kapitel der Organischen Synthese</b>			<b>Modul:</b>	<b>MChS11</b>	
<b>Fachsem.:</b>	2	<b>Dauer:</b>	1 Sem.	<b>Umfang:</b>	3 SWS	
<b>Art:</b>					2V, 1Ü	
<b>Prüfung:</b>	Mündliche Abschlussprüfung (40 min)				<b>Credits:</b>	3

<b>Workload (Std):</b>			<b>Gesamt</b>	<b>90</b>
<b>Präsenz</b>	45	<b>Selbststudium</b>	45	

<b>Dozenten/Prüfer:</b>	Prof. S. Kirsch
-------------------------	-----------------

<b>Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):</b>	keine
---	-------

<b>Begleitende Lehreinheit(en):</b>	Praktikum moderne Synthesemethoden
-------------------------------------	------------------------------------

**Voraussetzungen:**

- Grundlagen der Chemie (B.Sc. Chemie)

**Lernziele:**

Die Studierenden

- kennen Methoden und Techniken aus der aktuellen Literatur,
- besitzen ein vertieftes Verständnis für die Synthese,
- können ihr Wissen an komplexen Synthesebeispielen anwenden.

**Lehrgegenstände:**

- Vorlesung mit wechselnden Themen aus aktuellen Bereichen, wie z.B.:
- Organokatalyse,
- Hochdruckreaktionen,
- Mikrowellenchemie,
- homogene-heterogene Katalyse,
- pericyclische Reaktionen,
- metallorganische Synthesen
- Radikalchemie

**Literatur:**

- Aktuelle Übersichtsartikel zu den Themen.

**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:**

Die Studierenden

- kennen die Rahmenbedingungen für die Entwicklung von Wirkstoffen,
- haben ein Verständnis für 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

**Literatur:**

1. Pharmaceutical Substances; A. Kleemann, J. Engel et al.; 4th ed. 2001, G. Thieme; ISBN 3-13558-404-6.
2. Modern Crop Protection Compounds; W. Kraemer, U. Schirmer (eds.); 2007, Wiley-VCH; ISBN-13 9783527314966 und ISBN-10 3527314962.

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

**Fachsem.:** **2** **Dauer:** **1** Sem. **Umfang:** **5** SWS **Art:** **4P, 1S**

**Prüfung:** Praktikumsleistungen: Versuchsdurchführung, Protokolle.  
Mündliche Abschlussprüfung (30 min) **Credits:** **5**

**Workload (Std):**  
**Präsenz** **75** **Selbststudium** **75** **Gesamt** **150**

**Dozenten/Prüfer:** Prof. S. Kirsch, Prof. J. Scherkenbeck

**Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):** keine

**Begleitende Lehreinheit(en):** Vorlesung Moderne Synthesemethoden

**Voraussetzungen:**

- Grundlagen der Chemie (B.Sc. Chemie)

**Lernziele:**

Die Studierenden

- kennen die Anwendungsmöglichkeiten von speziellen Synthesemethoden,
- können eigenständig mehrstufige Synthesen planen,
- führen die Versuche verantwortungsbewusst unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten durch,
- beherrschen die sichere Handhabung gefährlicher Stoffe,
- sind in der Lage selbständig Fachliteratur zu beschaffen,
- sind im Stande, Versuche und Versuchsergebnisse sachgerecht zu protokollieren,
- können ihre Versuchsergebnisse überzeugend präsentieren.

**Lehrgegenstände:**

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

<b>Modul MChS12</b>		<b>Wirkstoffe</b>																																	
<b>Verantwortlicher:</b>		<b>Prof. Dr. J. Scherkenbeck</b>																																	
<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr. J. Scherkenbeck, Prof. Dr. F. R. Heiker, Prof. Dr. W. Reineke, PD Dr. E. Schmidt, Dr. C. Mandt																																		
<b>Modulziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kenntnisse der Prinzipien der Medizinischen Chemie</li> <li>- Verständnis der Pharmaforschung</li> <li>- Prinzipien der Festphasensynthese und kombinatorischen Chemie</li> <li>- Erlernen der Methoden der Chemischen Mikrobiologie und Molekularbiologie</li> </ul>																																		
<b>Modulinhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategien der Wirkstoffsuche</li> <li>- Arzneistoffentwicklung</li> <li>- Festphasensynthese</li> <li>- Kombinatorische Synthese</li> <li>- Dynamisch kombinatorische Chemie</li> <li>- Molekulare Erkennung</li> <li>- Arbeitsmethoden der Angewandten Mikrobiologie</li> </ul>																																		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Medizinische Chemie Vorlesung Festphasensynthese und Kombinatorische Chemie Mikrobiologisches Praktikum																																		
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesung Praktikum, Seminar																																		
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>	keine																																		
<b>Prüfungen</b>	Mündliche Abschlussprüfung (40 min) Praktikumsleistungen, Seminarvortrag																																		
<b>Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)</b>	<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>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><b>Summe</b></td> <td><b>9</b></td> <td><b>135</b></td> <td><b>165</b></td> <td><b>300</b></td> </tr> </tbody> </table>						SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	4	60	105	165	Übung					Praktikum	4	60	45	105	Seminar	1	15	15	30	<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>135</b>	<b>165</b>	<b>300</b>
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																															
Vorlesung	4	60	105	165																															
Übung																																			
Praktikum	4	60	45	105																															
Seminar	1	15	15	30																															
<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>135</b>	<b>165</b>	<b>300</b>																															
<b>Leistungspunkte:</b>	<b>10</b>																																		
<b>Semester:</b>	2./3. Semester																																		
<b>Häufigkeit des Angebots:</b>	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:**

Die Studierenden

- haben ein Grundverständnis der Physiologie des Menschen,
- beherrschen die Prinzipien der Medizinischen Chemie,
- kennen die Methoden der Wirkstoffsuche und Arzneistoffentwicklung,
- verstehen die 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

**Literatur:**

1. Graham Patrick, An Introduction to Medicinal Chemistry, Oxford
2. Gareth Thomas, Medicinal Chemistry, Wiley
3. Silbernagel, Despopoulos, Taschenbuch der Physiologie, Thieme

**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:**

Die Studierenden

- haben ein Grundverständnis der Prinzipien der Wirkstoffforschung,
- beherrschen die Methoden der Festphasensynthese,
- kennen die Prinzipien der Parallel- und Mischungssynthesen in Lösung und an der festen Phase,
- verstehen die Anwendungsmöglichkeiten der kombinatorischen Chemie in der Wirkstoffforschung und Katalyse anhand ausgewählter Beispiele.

**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**

**Literatur:**

1. A.G. Beck-Sickinger, P. Weber; Kombinatorische Methoden in Chemie und Biologie; Spektrum
2. W. Bannwarth, E. Felder; Combinatorial Chemistry; Wiley-VCH
3. F.Z. Dörwald; Organic Synthesis on Solid Phase; Wiley-VCH

**Lehreinheit :** **Praktikum Chemische Mikrobiologie**

**Modul:** **MChS12**

**Fachsem.:** **2** **Dauer:** **1** Sem. **Umfang:** **5** SWS

**Art:** **4P, 1S**

**Prüfung:** Praktikumsleistungen (schriftliche Ausarbeitung der Ergebnisse), Seminarvortrag (Anteil 1/3 an der Gesamtnote)

**Credits:** **5**

**Workload (Std):**

**Präsenz** **75** **Selbststudium** **75**

**Gesamt:** **150**

**Dozenten/Prüfer:** Prof. Dr. W. Reineke, PD Dr. E. Schmidt, Dr. C. Mandt

**Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):**

Vorlesungen: Chemische Mikrobiologie, Nukleinsäuren und Proteine

**Begleitende Lehreinheit(en):**

**Voraussetzungen:**

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

**Lernziele:**

Die Studierenden

- kennen die Methoden der Angewandten Mikrobiologie und können diese praktisch anwenden.

**Lehrgegenstände:**

- 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

**Literatur:**

- Primärliteratur zu "Von der Sequenz zur Katalyse" wird jeweils neu ausgewählt

<b>Modul MChS13</b>	<b>Weiche Materialien</b>
<b>Verantwortlicher:</b>	<b>Prof. Dr. U. Scherf</b>

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

**Lernziele:**

Die Studierenden

- kennen die wichtigsten Aspekte der Kolloid- und Grenzflächenchemie,
- können die Bedeutung von Grenzflächenphänomenen im Alltag und in der industriellen Praxis beurteilen,
- besitzen die Fähigkeit, zu einem vorgegebenen Thema der Kolloid- und Grenzflächenchemie einen Seminarvortrag zu halten.

**Lehrgegenstände:**

- **Fluide Oberflächen**  
Oberflächen- und Grenzflächenspannung, Messmethoden.
- **Selbstorganisation von Tensiden**  
Struktur von Tensiden, Mizell- und Vesikelbildung, Struktur-Wirkungs-Zusammenhänge.
- **Emulsionen und Mikroemulsionen**  
Bildung von Emulsionen und Mikroemulsionen, Struktur-Wirkungs-Zusammenhänge.
- **Flüssigkristalle**  
Klassifizierung, thermotrope und lyotrope Flüssigkristalle, Flüssigkristall-basierte Displays.

**Literatur:**

1. Hans-Dieter Dörfler, Grenzflächen und kolloid-disperse Systeme, Physik und Chemie, Springer

**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:**

Die Studierenden

- beherrschen Grundbegriffe der physikalischen Chemie der Polymere,
- kennen wichtige Klassen von Kunststoffadditiven,
- verstehen die Prinzipien der Kunststoffstabilisierung,
- können die wichtigsten Methoden der Polymeranalytik anwenden.

**Lehrgegenstände:**

- **Polymeradditive:**  
Füllstoffe, Weichmacher, Stabilisatoren.
- **Polymerdegradation und Polymerstabilität:**  
Oxidative und photooxidative Degradation.
- **Polymeranalytik:**  
Molekulargewicht und Molekulargewichtsverteilung, Methoden der Molekulargewichtsbestimmung, Bestimmung thermischer Eigenschaften (Glasübergangstemperatur, Schmelztemperatur).
- **Einführung in die physikalische Chemie der Polymere:**  
Kettenkonformation, Löslichkeit, Kristallinität, thermische und mechanische Eigenschaften.

**Literatur:**

1. Hans-Georg Elias, Makromoleküle, Band 1 + 2, Hüthig & Wepf
2. Bruno Vollmert, Grundriss der Makromolekularen Chemie, E. Vollmert Verlag

<b>Lehreinheit :</b>	<b>Praktikum/Seminar Makromolekulare Chemie</b>			<b>Modul:</b>	<b>MChS13</b>	
<b>Fachsem.:</b>	3	<b>Dauer:</b>	1 Sem.	<b>Umfang:</b>	5 SWS	
<b>Art:</b>	4P, 1S					
<b>Prüfung:</b>	Praktikumsleistungen: praktische Laborarbeit (50%), Protokoll (25%), Seminarvortrag (25%). Mündliche Abschlussprüfung (40 min)				<b>Credits:</b>	5
<b>Workload (Std):</b>						
<b>Präsenz</b>	75	<b>Selbststudium</b>	75	<b>Gesamt</b>	150	
<b>Dozenten/Prüfer:</b>	Prof. U. Scherf					
<b>Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):</b>	Makromol. Chemie, Polymere Materialien, Physikalische Chemie					
<b>Begleitende Lehreinheit(en):</b>	Moderne Synthesemethoden Kolloid- und Grenzflächenchemie					

**Voraussetzungen:**

- Fundierte Kenntnisse in Makromolekularer Chemie und in Physikalischer Chemie

**Lernziele:**

Die Studierenden

- kennen die Methodik und spezifischen Techniken der Herstellung von Polymeren anhand ausgewählter Polymerstrukturen,
- können ausgewählten Methoden der Polymercharakterisierung anwenden.

**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)

**Literatur:**

1. Georg Odian. Principles of Polymerization, Wiley Interscience
2. Hans-Georg Elias, Makromoleküle, Band 1 + 2, Hüthig & Wepf
3. Bruno Vollmert, Grundriss der Makromolekularen Chemie, E. Vollmert Verlag

<b>Modul MChS14</b>	<b>Molekulare Materialien und Festkörper</b>
<b>Verantwortlicher:</b>	<b>Prof. Dr. R. Eujen</b>

<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr. R. Eujen, Prof. Dr. C. Lehmann Prof. Dr. F. Mohr, Prof. Dr. H. Willner,																														
<b>Modulziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennenlernen spezieller experimenteller Techniken</li> <li>- Kennenlernen der wichtigsten Analyse- und Charakterisierungsmethoden für Massivmaterialien und Oberflächen</li> <li>- Verständnis physikalischer Phänomene auf atomarer und molekularer Ebene</li> <li>- Selbständiges Arbeiten von Experimentvorbereitung bis zur Dokumentation</li> <li>- Fähigkeit zur Beurteilung analytischer Methoden</li> </ul>																														
<b>Modulinhalte:</b>	<p>Synthesemethoden für Festkörper Physikalische Eigenschaften von idealen und realen Kristallen Oberflächenbeschichtung und Eigenschaften dünner Schichten Analytische Charakterisierungsmethoden von Massivmaterialien und Oberflächen</p>																														
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<p>Vorlesung Synthese und Eigenschaften ausgewählter Materialien Vorlesung Charakterisierungsmethoden für Materialien und Oberflächen Praktikum Anorganische Materialien</p>																														
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesungen, Seminar, Praktikum																														
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>	keine																														
<b>Prüfungen</b>	Mündliche Abschlussprüfung (30 min), Praktikumsleistungen, 2 Seminarvorträge																														
<b>Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <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><b>Summe</b></td> <td><b>10</b></td> <td><b>150</b></td> <td><b>150</b></td> <td><b>300</b></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	<b>Summe</b>	<b>10</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>300</b>
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																											
Vorlesung	3	45	90	135																											
Übung	2	30		30																											
Praktikum	4	60	60	120																											
Seminar	1	15		15																											
<b>Summe</b>	<b>10</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>300</b>																											
<b>Leistungspunkte:</b>	<b>10</b>																														
<b>Semester:</b>	2./3. Semester																														
<b>Häufigkeit des Angebots:</b>	jährlich																														

<b>Lehreinheit :</b>	<b>Synthese und Eigenschaften ausgewählter Materialien</b>			<b>Modul:</b>	<b>MChS14</b>
<b>Fachsem.:</b>	2	<b>Dauer:</b>	1 Sem.	<b>Umfang:</b>	3 SWS
<b>Prüfung:</b>	Seminarvortrag, Mündliche Abschlussprüfung (30 min)			<b>Art:</b>	2V, 1Ü
				<b>Credits:</b>	3

<b>Workload (Std):</b>					
<b>Präsenz</b>	45	<b>Selbststudium</b>	45	<b>Gesamt</b>	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:**  
Die Studierenden

- kennen die anwendungsrelevanten physikalischen Eigenschaften von molekularen Materialien und Feststoffen,
- verstehen die Beziehungen zwischen Strukturen und physikalischen Eigenschaften von Materialien,
- verfügen über ein vertieftes 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

**Literatur:**

1. L. Smart, E. Moore, Einführung in die Festkörperchemie, Vieweg, 1997.
2. A.R. West, Grundlagen der Festkörperchemie, VCH, 1992.

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

**Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):**

**Begleitende Lehreinheit(en):**

**Voraussetzungen:**

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

**Lernziele:**

Die Studierenden

- verstehen die physikalischen Grundlagen der wichtigsten Methoden zur Analyse von Massivmaterialien und dünnen Schichten,
- können Methoden zur Beantwortung gezielter analytischer Fragestellungen auswählen und bewerten.

**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

**Literatur:**

1. L. Smart, E. Moore, Einführung in die Festkörperchemie, Vieweg, 1997.
2. A.R. West, Grundlagen der Festkörperchemie, VCH, 1992.

**Lehreinheit :** **Praktikum Anorganische Materialien** **Modul:** **MChS14**

**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:**  
 Die Studierenden

- beherrschen die Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten von speziellen Syntheseverfahren,
- können gefährlicher Stoffe mittels Vakuum- und Schutzgastechnik sicher handhaben,
- sind in der Lage selbstständig aktuelle Fachliteratur zu beschaffen,
- protokollieren ihre Versuche und Versuchsergebnisse wissenschaftlich korrekt ,
- sind im Stande, ihre Versuchsergebnisse vor Publikum ansprechend zu präsentieren.

**Lehrgegenstände:**

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

**Literatur:**

1. Versuchsvorschriften
2. Selbständige Erarbeitung von versuchsbegleitender Ergänzungsliteratur

<b>Modul MChS15</b>	<b>Vertiefungspraktikum</b>
<b>Verantwortlicher:</b>	<b>Prof. Dr. S. Kirsch</b>

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

<b>Lehreinheit :</b>	<b>Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen</b>			<b>Modul:</b>	<b>MChS15</b>	
<b>Fachsem.:</b>	3	<b>Dauer:</b>	1 Sem.	<b>Umfang:</b>	9 SWS	
<b>Art:</b>	8P, 1S					
<b>Prüfung:</b>	Laborleistungen (80%), Seminarvortrag (20%)				<b>Credits:</b>	<b>10</b>
<b>Workload (Std):</b>						
<b>Präsenz</b>	135	<b>Selbststudium</b>	165	<b>Gesamt</b>	<b>300</b>	
<b>Dozenten/Prüfer:</b>	Dozenten der Anorganischen, Organischen, Makromolekularen Chemie					
<b>Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):</b>	Lehrveranstaltungen des Schwerpunktes					
<b>Begleitende Lehreinheit(en):</b>						

**Voraussetzungen:**

- Vertiefte Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen des Schwerpunkts

**Lernziele:**

Die Studierenden

- kennen spezielle Arbeitstechniken, Synthesemethoden und Stoffeigenschaften,
- werten ihre Experimente kritisch aus und dokumentieren diese mit der gebotenen wissenschaftlichen Sorgfalt,
- sind in der Lage, neue wissenschaftliche Fragestellungen zu bearbeiten,
- können ihre wissenschaftlichen Ergebnisse präsentation und kritisch diskutieren,
- verfügen über alle Voraussetzungen für die Anfertigung der Master-Thesis.

**Lehrgegenstände:**

- Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen der Synthetischen Chemie

<b>Modul MChS21</b>	<b>Wasserchemie und Wassertechnologie</b>
<b>Verantwortlicher:</b>	<b>Prof. Dr. O. Schmitz</b>

<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr. O. Schmitz, Prof. Dr. Marzinkowski																																						
<b>Modulziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erwerb von Fachkompetenzen in Wasserchemie und Wassertechnologie</li> <li>- Erwerb praktischer Fähigkeiten zur Wasseruntersuchung</li> <li>- Kennenlernen von Verfahren der Wasseraufbereitung und der Abwasserreinigung unter Berücksichtigung von Wasserkreislaufsystemen</li> <li>- Präsentation ausgewählter Kapitel der Wasserchemie in Form eines Vortrages</li> </ul>																																						
<b>Modulinhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Charakterisierung verschiedener Wasserarten</li> <li>- 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</li> <li>- Wasserrecht</li> <li>- Aufbereitung von Wasser zu Trinkwasser oder zu Wasser für industrielle Einsatzzwecke</li> <li>- Abwasserreinigung unter Berücksichtigung einer Vorbehandlung zur Beseitigung bestimmter Schadstoffe</li> <li>- Untersuchung von Wasserkreislaufsystemen mit Abschätzung des Umweltentlastungspotentials</li> </ul>																																						
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Wasserchemie Praktikum Wasserchemie Wassertechnologie																																						
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesung, Seminar, Praktikum, Exkursion																																						
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>	Quantitative und Instrumentelle Analyse																																						
<b>Prüfungen</b>	Modulabschlussklausur (120 min), Praktikumsleistungen, Seminarvortrag																																						
<b>Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)</b>	<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>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><b>Summe</b></td> <td><b>9</b></td> <td><b>135</b></td> <td><b>165</b></td> <td><b>300</b></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	<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>135</b>	<b>165</b>	<b>300</b>
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																																			
Vorlesung	4	60	45	105																																			
Übung																																							
Praktikum	4	60	45	105																																			
Seminar	1	15	30	45																																			
Prüfungsvorbereitungen			45	45																																			
<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>135</b>	<b>165</b>	<b>300</b>																																			
<b>Leistungspunkte:</b>	<b>10</b>																																						
<b>Semester:</b>	2./3. Semester																																						
<b>Häufigkeit des Angebots:</b>	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:**

Die Studierenden

- kennen Vorkommen und Beschaffenheit verschiedener Wasserarten,
- verstehen die Grundlagen technischer Verfahren zur Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung,
- besitzen Kenntnisse 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

**Literatur:**

1. Umweltchemie; C. Bliefert; Wiley-VCH.
2. Wasser - Nutzung im Kreislauf, Hygiene, Analyse und Bewertung; K. Höll; de Gruyter.
3. Wasser und Wasseruntersuchung; L. A. Hütter; Diesterweg.
4. Aquatische Chemie; L. Sigg und W. Stumm; Teubner B. G. GmbH.

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

**Voraussetzungen:**

- Grundkenntnisse in Analytischer Chemie

**Lernziele:**

Die Studierenden

- können die experimentellen Methoden der Wasseruntersuchung anwenden,
- sind in der Lage, die Messwerte verschiedener Wasserarten im Hinblick auf die Wasserqualität zu beurteilen.

**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 Erdalkalikationen),
- 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.

**Literatur:**

- Siehe Vorlesung

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

**Voraussetzungen:**

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

**Lernziele:**

Die Studierenden

- können auf der Basis von Wasseranalysen Stoffflussdiagramme zur Wasseraufbereitung erstellen und bilanzieren,
- sind in der Lage, ausgewählte Verfahren des integrierten Umweltschutzes unter besonderer Berücksichtigung von Wasserkreislaufsystemen zu beurteilen,
- wenden die erworbenen Kenntnisse zur Auswahl von Wasserreinigungsverfahren und zur Reinigung von Abwasser aus industriellen Prozessen an.

**Lehrgegenstände:**

- **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).
- **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.
- **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.

**Literatur:**

1. Hancke, K.; Wilhelm, S.: Wasseraufbereitung, Springer Verlag Berlin/Heidelberg (2003), ISBN 3-540-06848-1.
2. Marr, I. L.; Cresser, M. S.; Ottendorfer, L. J.: Umweltanalytik, Georg Thieme Verlag Stuttgart (1988), ISBN 3-13-672101-2.

<b>Modul MChS22</b>	<b>Atmosphärenchemie</b>
<b>Verantwortlicher:</b>	<b>Prof. Dr. Th. Benter</b>

<b>Dozenten:</b>	Prof. Dr. Th. Benter, PD Dr. J. Wildt, PD Dr. J. Kleffmann, Dr. I. Barnes, Dr. R. Kurtenbach, Prof. Dr. W. Reineke																														
<b>Modulziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erwerb fachlicher Kompetenzen im Bereich der Atmosphärischen Chemie und deren Untersuchungsmethoden</li> <li>- Erwerb von praktischen Fähigkeiten im atmosphärisch-chemischen Labor</li> <li>- Erwerb von Präsentationskompetenz</li> <li>- Interdisziplinäres Arbeiten</li> <li>- Heranführen an Teamarbeit in einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe</li> </ul>																														
<b>Modulinhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meteorologische Grundlagen</li> <li>- Spurengasquellen</li> <li>- Photochemie wichtiger Spurengase</li> <li>- Stratosphärische Chemie</li> <li>- Chemie der troposphärischen Hintergrundatmosphäre</li> <li>- Troposphärische Abbaureaktionen organischer Spurengase</li> <li>- Heterogene Chemie</li> <li>- Labormessungen, Feldmessungen</li> </ul>																														
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung „Chemie der Atmosphäre“ Vorlesung „System Biosphäre-Atmosphäre“ Praktikum „Untersuchung atmosphärischer Prozesse“																														
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesung, Übung, Praktikum, Seminar																														
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>	keine																														
<b>Prüfungen</b>	Mündliche Abschlussprüfung (40 min)																														
<b>Arbeitsaufwand: (Workload in Stunden)</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <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><b>Summe</b></td> <td><b>9</b></td> <td><b>135</b></td> <td><b>165</b></td> <td><b>300</b></td> </tr> </tbody> </table>		SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe	Vorlesung	3	45	90	135	Übung					Praktikum	4	60	45	105	Seminar	2	30	30	60	<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>135</b>	<b>165</b>	<b>300</b>
	SWS	Präsenzstunden	Selbststudium	Summe																											
Vorlesung	3	45	90	135																											
Übung																															
Praktikum	4	60	45	105																											
Seminar	2	30	30	60																											
<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>135</b>	<b>165</b>	<b>300</b>																											
<b>Leistungspunkte:</b>	<b>10</b>																														
<b>Semester:</b>	2./3. Semester																														
<b>Häufigkeit des Angebots:</b>	jährlich																														

<b>Lehreinheit :</b>	<b>Chemie der Atmosphäre</b>			<b>Modul:</b>	<b>MChS22</b>	
<b>Fachsem.:</b>	2	<b>Dauer:</b>	1 Sem.	<b>Umfang:</b>	2 SWS	
<b>Art:</b>					2V	
<b>Prüfung:</b>	Mündliche Abschlussprüfung (40 min)				<b>Credits:</b>	3
<b>Workload (Std):</b>					<b>Gesamt</b>	90
<b>Präsenz</b>	30	<b>Selbststudium</b>	60			
<b>Dozenten/Prüfer:</b>	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:**  
Die Studierenden

- kennen die grundlegenden atmosphärisch-chemischen Vorgänge in der unbelasteten und belasteten Troposphäre,
- verfügen über Grundkenntnisse 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, O<sub>3</sub> und NO<sub>3</sub>. Erarbeitung detaillierter Reaktionsmechanismen. Ozonbudget und NO<sub>x</sub>.
- **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<sub>x</sub><sup>-</sup>, NO<sub>x</sub><sup>-</sup>, XO<sub>x</sub>-Zyklen und deren Kopplung. Polarstratosphärische Wolken und heterogene Chemie der Stratosphäre. Antarktisches und Arktisches Ozonloch

**Literatur:**

1. Finlayson-Pitts, B. J., J. N. Pitts, Jr.: Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere, Academic Press, 2000.
2. Seinfeld, J. H., S. N. Pandis: Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, 1998.

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

Die Studierenden

- kennen die bio-geochemischen Stoffzyklen,
- haben Kenntnisse der allg. und angew. Mikrobiologie, der Enzymologie sowie des Stoffwechsels,
- verfügen über vertiefte Kenntnisse in den Forschungsgebieten der Umwelt-Biotechnologie.

**Lehrgegenstände:**

- **Stoffzyklen und Bilanzen von Spurenstoffen**
  - CO<sub>2</sub>: Globaler Energieverbrauch - atmosphärischer CO<sub>2</sub> Gehalt, Speicherkapazität des Oberflächenwassers
  - HO<sub>x</sub>: Berechnung atmosphärischer HO<sub>x</sub> Konzentrationen für Methan-CO-NO<sub>x</sub> Chemie
  - CH<sub>4</sub>, CO: anthropogene und natürliche CH<sub>4</sub> Quellen, Vertikalverteilung, Jahresgang und Breitengradverteilung, CO Oxidation und Bestimmung mittlerer OH Konzentrationen.
  - NO<sub>x</sub> : anthropogene und natürliche NO<sub>x</sub> Quellen, Abschätzungen von OH und O<sub>3</sub> Konzentrationen in der freien Troposphäre über NO<sub>x</sub> Bilanzen.
- **Trockene Deposition**  
Grundlagen und Mechanismen der Spurenstoffaufnahme durch Pflanzen.
- **Pflanzliche Emissionen**  
Grundlagen zur Synthese von VOCs in Pflanzen, VOC-Emissionen und Emissionsalgorithmen, Stressinduzierte VOC-Emissionen und Ww zwischen atmosphärischem O<sub>3</sub> 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.

**Literatur:**

1. Skript zur Vorlesung.
2. Finlayson-Pitts, B. J., J. N. Pitts, Jr.: Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere, Academic Press, 2000.
3. Seinfeld, J. H., S. N. Pandis: Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, 1998.

<b>Lehreinheit :</b>	<b>Praktikum</b> <b>Untersuchung atmosphärischer Prozesse</b>			<b>Modul:</b>	<b>MChS22</b>	
<b>Fachsem.:</b>	<input type="text" value="3"/>	<b>Dauer:</b>	<input type="text" value="1"/> Sem.	<b>Umfang:</b>	<input type="text" value="5"/> SWS	
<b>Art:</b>					<input type="text" value="4P, 1S"/>	
<b>Prüfung:</b>	Mündliche Abschlussprüfung (40 min), Protokolle				<b>Credits:</b>	<input type="text" value="5"/>
<b>Workload (Std):</b>					<b>Gesamt</b>	<input type="text" value="150"/>
<b>Präsenz</b>	<input type="text" value="75"/>	<b>Selbststudium</b>	<input type="text" value="75"/>			
<b>Dozenten/Prüfer:</b>	PD Dr. J. Kleffmann, Dr. I. Barnes, Dr. R. Kurtenbach					

**Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):**

**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:**

Die Studierenden

- verfügen über ein tieferes Verständnis chemischer Prozesse in der Atmosphäre,
- haben den praktischer Umgang mit selektiven Nachweisverfahren für atmosphärische Spurenstoffe gelernt,
- können verschiedene atmosphärische Prozesse untersuchen und interpretieren.

**Lehrgegenstände:**

- Praktische Versuche zur Untersuchung homogener Gasphasenreaktionen in Photoreaktoren mit Langweg FTIR-Spektroskopie, Gaschromatographie, HPLC und Massenspektrometrie
- Praktische Versuche zu Untersuchung heterogener Prozesse (Reaktionen von Gasen an Oberflächen)
- Feldmessungen atmosphärischer Spurenstoffe (NO<sub>x</sub>, VOC, oxigenierte VOC, Partikel, NO<sub>y</sub>, Ozon, CO, CO<sub>2</sub>)

**Literatur:**

1. Finlayson-Pitts, B. J., J. N. Pitts, Jr.: Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere, Academic Press, 2000.
2. Seinfeld, J. H., S. N. Pandis: Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, 1998.
3. Versuchsskripte

<b>Modul MChS23</b>	<b>Analytische Chemie</b>
<b>Verantwortlicher:</b>	<b>Prof. Dr. O. Schmitz</b>

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

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

**Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):**

**Begleitende Lehreinheit(en):**

**Voraussetzungen:**

- Grundlagen der Chromatographie und Elektrophorese

**Lernziele:**

Die Studierenden

- besitzen fortgeschrittene Kenntnisse der Chromatographie, Elektrophorese und Massenspektrometrie,
- haben ein Verständnis für aktuelle instrumentelle und applikative 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 Massenanalysatoren
- **Ionisationsmethoden und Ionenbildungsmechanismen**  
Elektronenstoß-Ionisation (EI), Chemische Ionisation (CI, APCI), Matrix-unterstützte Laserdesorption/Ionisation (MALDI), Elektrosprayionisation (ESI), Photoionisation (PI), Resonante Mehrphotonenionisation (REMPI).

**Literatur:**

- Aktuelle Publikationen

**Lehreinheit :**

**Neue analytische Verfahren**

**Modul:**

**MChS23**

**Fachsem.:**

3

**Dauer:** 1 Sem.

**Umfang:** 2 SWS

**Art:** 2S

**Prüfung:**

Hausarbeit

**Credits:**

2

**Workload (Std):**

**Präsenz** 15

**Selbststudium** 45

**Gesamt**

60

**Dozenten/Prüfer:**

Prof. Dr. O. Schmitz

**Inhaltlich vorausgesetzte**

**Lehreinheit(en):**

**Begleitende Lehreinheit(en):**

**Voraussetzungen:**

- Moderne Kopplungsmethoden

**Lernziele:**

Die Studierenden

- können sich in eine neue analytische Methode aus der Originalliteratur einarbeiten und diese anwenden,
- sind in der Lage, diese Methode in Form eines Seminarvortrags vorzustellen und zu diskutieren.

**Lehrgegenstände:**

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

**Literatur:**

- Aktuelle Publikationen

**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:**

Die Studierenden

- können eine Analyse von Luftinhaltsstoffen im Hinblick auf die zu untersuchenden Komponenten planen, vorbereiten und durchführen,
- sind in der Lage, eine kritische Bewertung der Analysemethoden und -ergebnisse durchzuführen.

**Lehrgegenstände:**

- **Ausgewählte Probenahme- und Messverfahren für die Bestimmung gasförmiger Luftinhaltsstoffe**
  - Probenahme ohne Anreicherung (Sammeln von Gasproben in Kanistern, Glasbehältern, etc.)
  - 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
- **Meßmethoden zur Untersuchung von Luftpartikeln (Aerosolanalytik)**  
SMPS, DMA, CPC, Aethalometer, Nephelometer, Thermodesorption/Massenspektrometrie, Einzelpartikelanalytik

**Literatur:**

1. Finlayson-Pitts, B. J., J. N. Pitts, Jr.: Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere, Academic Press, 2000.
2. Heard, D. E.: Analytical Techniques for Atmospheric Measurement, Blackwell Publishing, Oxford, 2006.

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

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

**Prüfung:** Seminarvortrag **Credits:** **2**

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

**Dozenten/Prüfer:** Prof. Dr. H.-W. Kling

**Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):**

**Begleitende Lehreinheit(en):**

**Voraussetzungen:**

- Seminarinhalte Chemometrie im Modul BChAN2

**Lernziele:**

Die Studierenden

- können die Chemometrie und multivariate statistische Verfahren in der Chemie einsetzen.

**Lehrgegenstände:**

- **Statistische Versuchsplanung**

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

- **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

**Literatur:**

1. Skriptum zum Seminar

<b>Modul MChS24</b>	<b>Produktionsintegrierter Umweltschutz</b>
<b>Verantwortlicher:</b>	<b>Prof. Dr. H.-W. Kling</b>

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

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

**Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):**

**Voraussetzungen:**

- Grundlagen der Analytischen Chemie

**Lernziele:**  
Die Studierenden

- kennen die Grundlagen der Steuerung chemischer Prozesse mit dem Ziel der Effektivitätssteigerung und der Minimierung der eingesetzten Ressourcen,
- haben Kenntnisse moderner automatisierter Analyseverfahren zur Prozesskontrolle sowie deren Integration in den Produktionsablauf,
- verstehen die verschiedenen Prinzipien der Automatisierung,
- können das erworbene Wissen eigenständig zum Aufbau von Konzepten zur Prozess-Automation anwenden.

**Lehrgegenstände:**

- Einführung in die Methoden der Prozess-Steuerung
- Kennenlernen moderner automatisierter Verfahren der Prozessanalytik
- automatisierte Probenahme aus laufenden chemischen Prozessen
- Vorstellung der gebräuchlichen instrumentellen Techniken zur automatisierten Analytik
- Prozess-Gaschromatographie
- Prozess-Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie
- Automatisierte Titrationen
- Automatisierte Photometrische Verfahren
- NIR-Spektroskopie
- Spezielle Sensortechnik
- Diskussion der Techniken und Möglichkeiten an Hand von verschiedenen Fallbeispielen

**Literatur:**

- Scriptum zur Vorlesung

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

**Inhaltlich vorausgesetzte Lehreinheit(en):**

**Begleitende Lehreinheit(en):**

**Voraussetzungen:**

- keine

**Lernziele:**  
Die Studierenden

- können unterschiedliche Konzepte zum integrierten, betrieblichen Umweltschutz anhand einschlägiger Beispiele unterscheiden,
- sind in der Lage, den technischen Umweltschutz in den präventiven, repressiven und reparativen Funktionen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit kritisch zu reflektieren,
- haben die Fähigkeit zur Bewertung/Einschätzung von Emissionen aus umweltrelevanten Herstellungsprozessen,
- können emissionsmindernde Maßnahmen (additiver Umweltschutz, prozessintegrierte Umweltschutzmaßnahmen, Kreislaufsysteme) ableiten und anwenden,
- verstehen den konzeptionelle Aufbau des betrieblich integrierten Umweltschutzes.

**Lehrgegenstände:**

- 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.
- 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).
- Beispielhafte Betrachtung von (komplexen) Stoffströmen, Untergliederung nach Umweltkompartimenten, nach Schutzzielen 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.

**Literatur:**

- Scriptum zur Vorlesung mit aktuellen Beispielen.
- Hungerbühler, K.; Ranke, J.; Mettier, T.: Chemische Produkte und Prozesse, Springer Verlag Berlin (1998), ISBN 3-540-64854-2.
- van Loon, G.W.; Duffy, S.J.: Environmental Chemistry, Oxford University Press (2005), ISBN 0-19-927499-1.

**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:**

Die Studierenden

- sind in der Lage, Emissionen aus umweltrelevanten Herstellungsprozessen zu bewerten,
- können Konzepte zum integrierten, betrieblichen Umweltschutz erstellen,
- setzen geeignete emissionsmindernde Maßnahmen (additiver Umweltschutz, prozessintegrierte Umweltschutzmaßnahmen, Kreislaufsysteme) ein,
- wenden ihr Wissen in Praxisbeispielen zu verschiedenen Handlungsfeldern des betrieblichen integrierten Umweltschutzes an.

**Lehrgegenstände:**

- Konzepte für die Untersuchung und Festlegung integrierter Umweltschutzziele und Planung von Umweltschutzmaßnahmen.
- Beispiele aus verschiedenen Branchen
  - Galvanisieren – Verbleib von Schwermetallen
  - Beschichtung von Dekorpapier – Reinigung des CH<sub>2</sub>O-haltigen Abgases
  - Textilfärbung – Oxidative Entfärbung farbiger Abwässer und Anwendung von Membranverfahren, Wasserkreislaufführung
  - Herstellung eines Haushaltsreinigers – Versuch einer ökologischen Bilanzierung
  - Fallbeispiele aus der chemischen Industrie: Ständige Reduktion von Emissionen in das Abwasser, von Energie und Zeit sowie Verbesserung der Sicherheit. Reduktion der eingesetzten Ressourcen.

**Literatur:**

1. Skriptum mit aktuellen Beispielen

**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):**  
**Präsenz:** 30 **Selbststudium:** 30 **Gesamt:** 60

**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:**  
Die Studierenden

- verfügen über vertiefte Kenntnisse des Konzeptes der Nachhaltigkeit im Bereich der Chemie, sowohl in Forschung und Entwicklung wie auch in der Produktion und Anwendung,
- können chemische Verfahren im Hinblick auf Nachhaltigkeit bewerten.

**Lehrgegenstände:**

- Zusammenhänge Ökologie – Ökonomie – und sozialer Aspekte an Hand von Fallbeispielen aus der chemischen Industrie
- Angewandte Handlungskonzepte 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
- Umsetzung der Handlungskonzepte an Hand von Fall-Beispielen
- Einführung in die normativen Regelwerke im Bereich „Nachhaltigkeit“

**Literatur:**

1. Scriptum zum Seminar
2. Fallstudien

<b>Modul MChS25</b>	<b>Vertiefungspraktikum</b>
<b>Verantwortlicher:</b>	<b>Prof. Dr. Th. Benter</b>

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

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

**Voraussetzungen:**

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

**Lernziele:**

Die Studierenden

- kennen komplexe atmosphärisch-chemische Messaufbauten und –techniken,
- wenden atmosphärisch-chemische Arbeitsmethoden an,
- sind in der Lage, Experimente auszuwerten und wissenschaftlich zu dokumentieren,
- sind im Stande neue wissenschaftliche Fragestellungen bearbeiten,
- können ihre wissenschaftlichen Ergebnisse präsentieren und kritisch diskutieren,
- sind auf die Master-Thesis vorbereitet.

**Lehrgegenstände:**

- Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen der Umweltchemie

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