



Technische  
Universität  
Braunschweig



# **Masterstudiengang Chemie Chemie in den Lebenswissenschaften**

Prof. Dr. Stefan Schulz / i. V. Prof. Dr. Thomas Lindel

# Vertiefungsrichtung "Chemie in den Lebenswissenschaften" im Masterstudiengang Chemie

Chemie mit Blick auf die Biologie:  
Methoden, Fragestellungen, Erkenntnisse

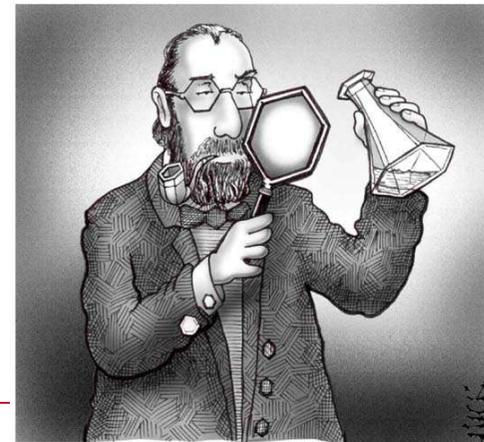


# LV Vertiefungsrichtung "Chemie in den Lebenswissenschaften"

A - Chemie in den Lebenswissenschaften	
CM-A-1 Mikrobiologie	Kernmodul
CM-A-2 Praktische Strukturaufklärung	Kernmodul
CM-A-3 Natur- und Wirkstoffe	Kernmodul
CM-A-4 Molekulare Biotechnologie	
CM-A-5 Biokatalyse	
CM-A-6 Lebensmittelchemie	
CM-B-1 Biochemie	
CM-B-5 Technische Biochemie	
CM-D-3 Fortgeschrittene Organische Chemie	sehr empfohlen

Nur ein Chemiker kann Moleküle  
seiner Wahl synthetisieren.

*Great events in Chemistry...*



1865: Kekulé, moments before his brilliant insight into the structure of benzene.



# Forschungs- und Lehrgebiete

Arbeitsgruppe	Forschungsgebiete
Lindel	Naturstoffsynthese, Marine Naturstoffe, Alkaloide, Terpenoide, Synthese biologischer Sonden
Schulz	Signalstoffe, Antibiotika, Synthesen, Chemische Ökologie, organische Analytik, Mikrobiologie
Wertz	Methodenentwicklung in der Synthese, Kohlenhydratchemie
Jahn	Mikrobiologie, Infektionsforschung, Biosynthese, Proteinstrukturen
Grunenberg	Computerchemie
Papke	Massenspektrometrie
Ibrom	NMR-Spektroskopie
Dübel	Antikörper
Klahn	Chemische Biologie, Drug-Konjugate



# Antibiotika-Forschung

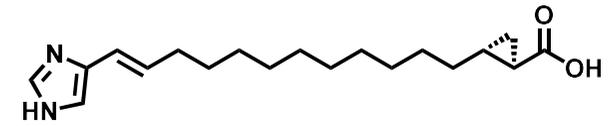


Imidacin A1

Neue Antibiotika-Klasse

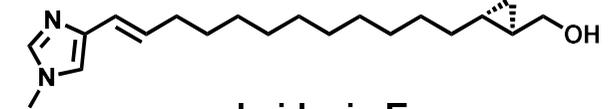
Synthetisches Derivat aktiver als Naturstoff

Natur

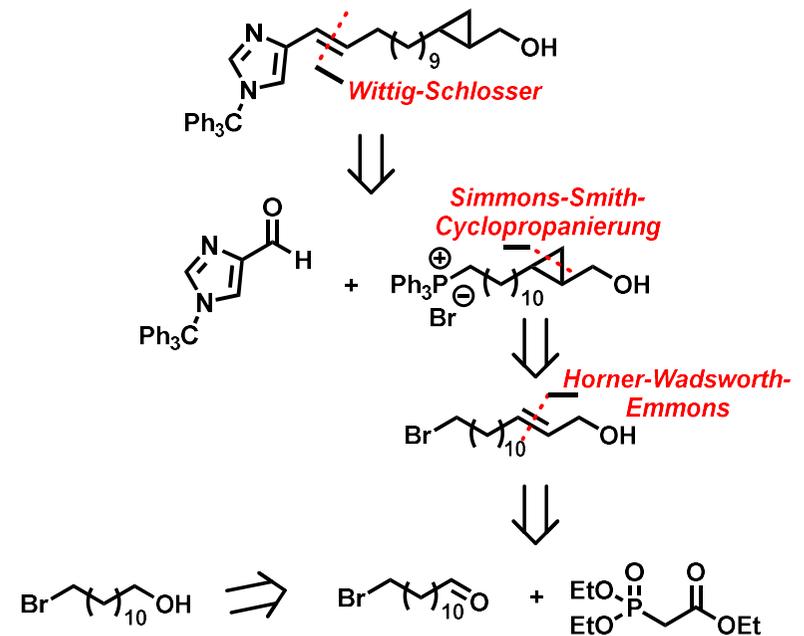


Imidacin A<sub>1</sub>

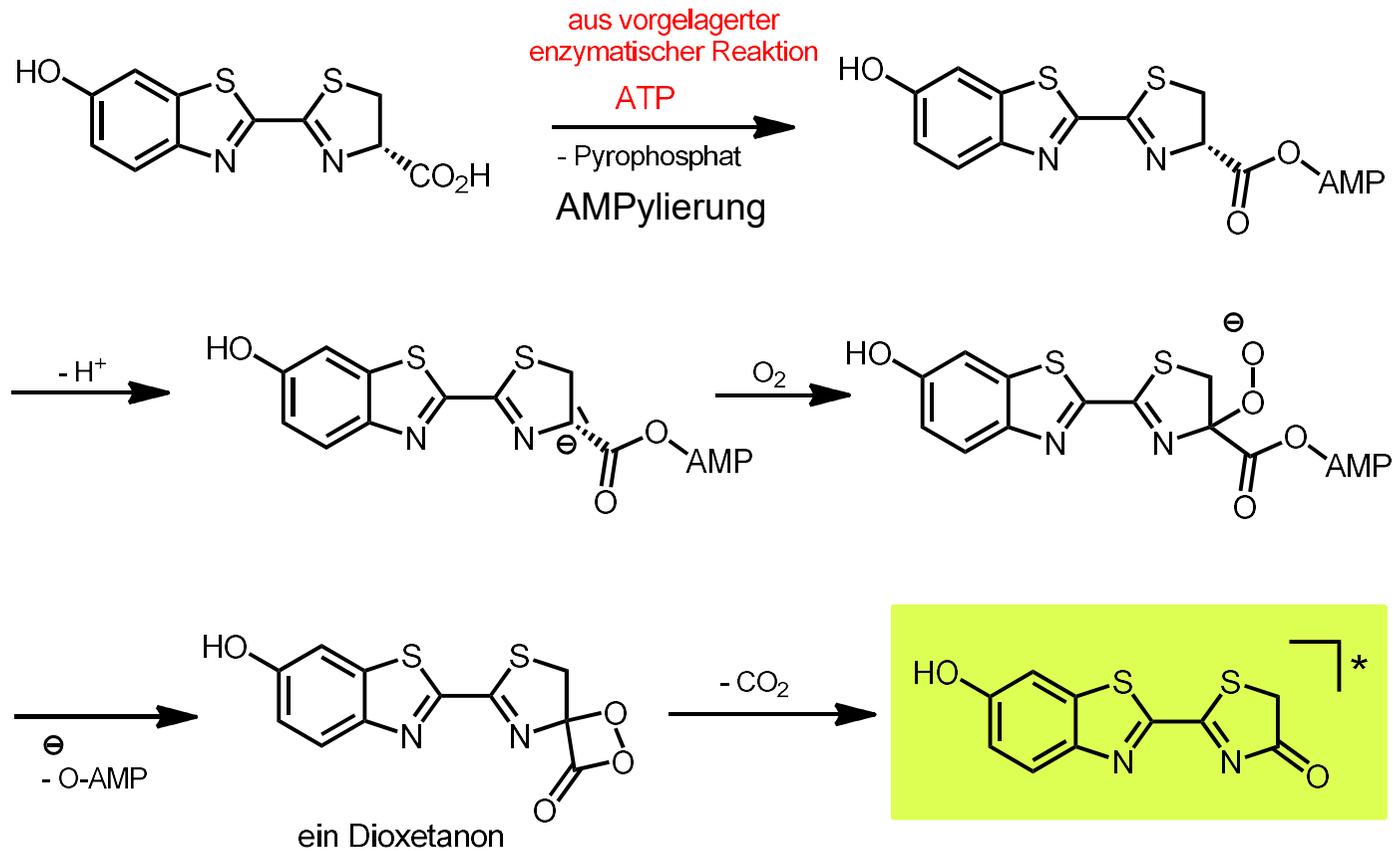
Synthetisches Derivat



Imidacin E<sub>3</sub>



# Glühwürmchen-Luciferin



Großer Leuchtkäfer  
*Lampyris noctiluca*

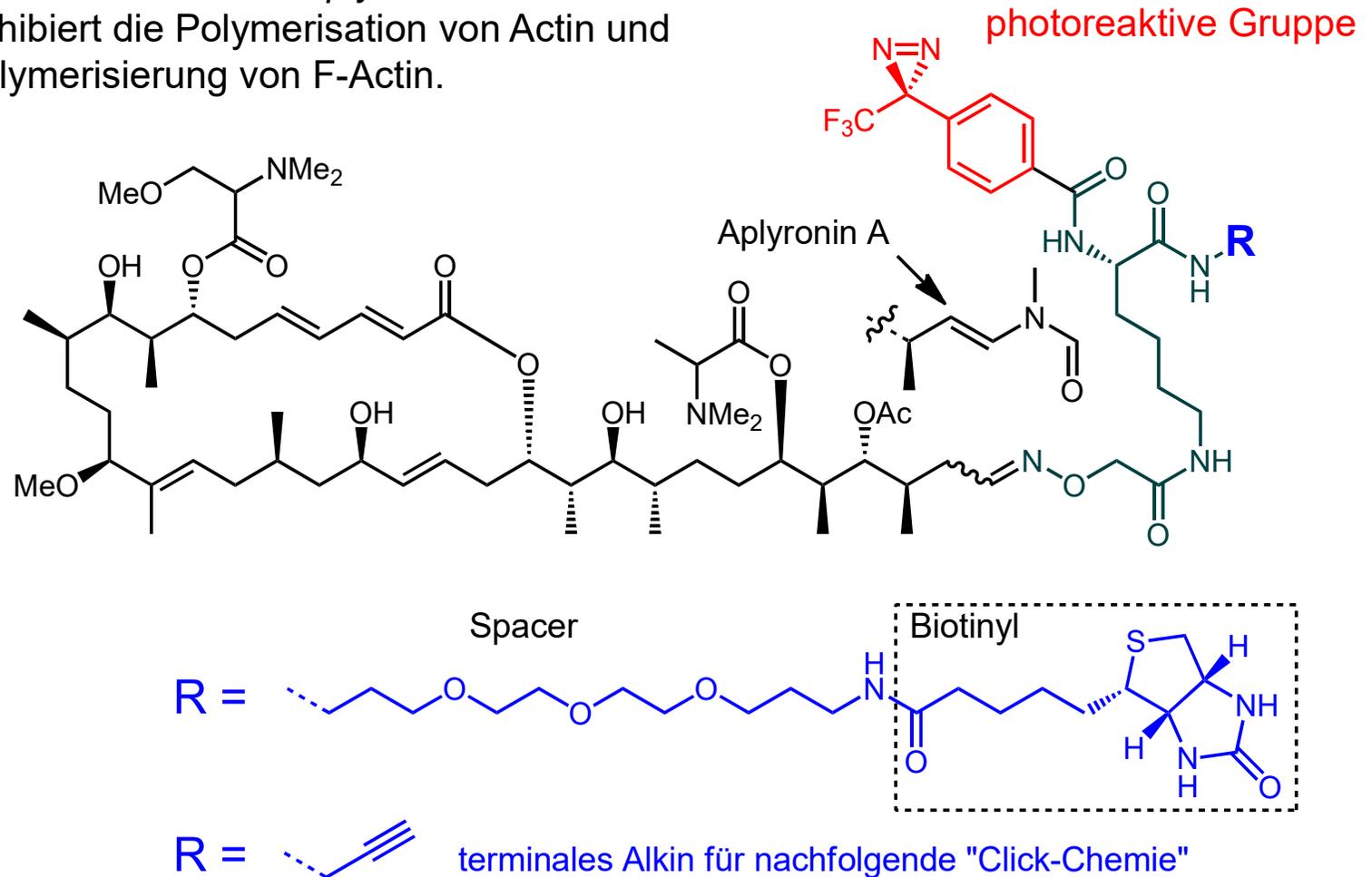


Woodward-Hoffmann-Regeln?  
Eine der Komponenten muss im angeregten Zustand sein.



# Chemische Targetsuche

Aplyronin A aus dem Seehasen *Aplysia kurodai* ist stark zytotoxisch, inhibiert die Polymerisation von Actin und führt zur Depolymerisierung von F-Actin.



# Vertiefungsrichtung Chemie in den Lebenswissenschaften

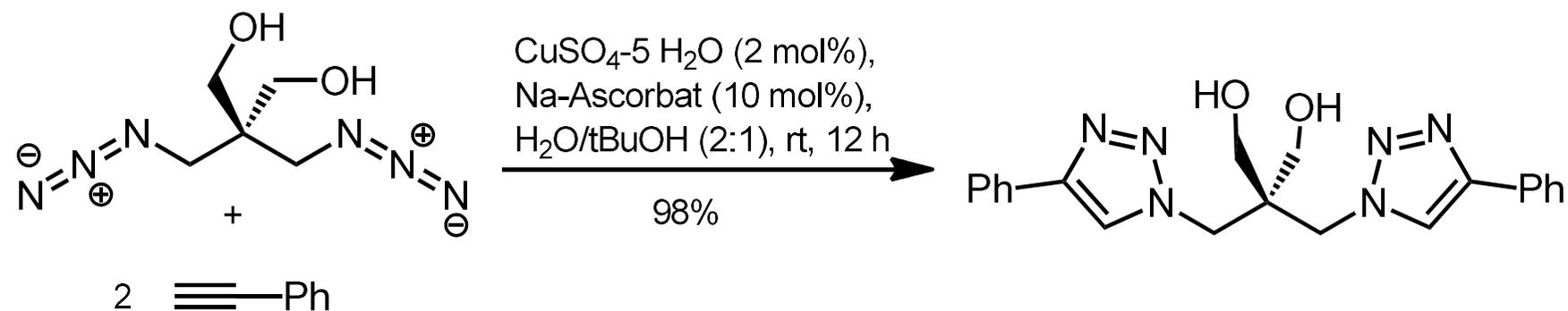
## Click-Chemie

Cu(I)-Katalyse (Meldal, Sharpless, 2002):  
schneller, regioselektiv zum 1,4-disubst. Triazol,  
bioorthogonale "Click-Chemie"

Cu(I) in situ aus Cu(II) und Ascorbat

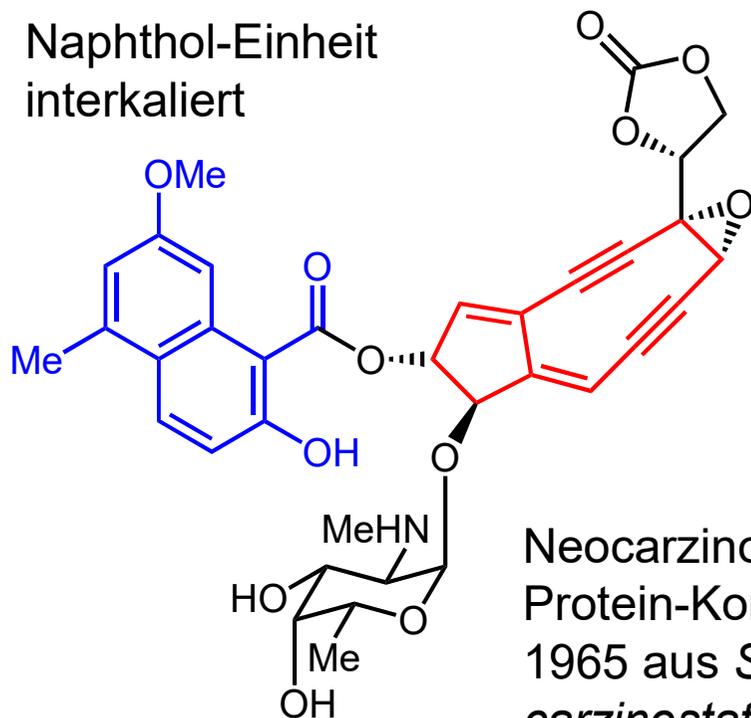


Rolf Huisgen (geb. 1920)

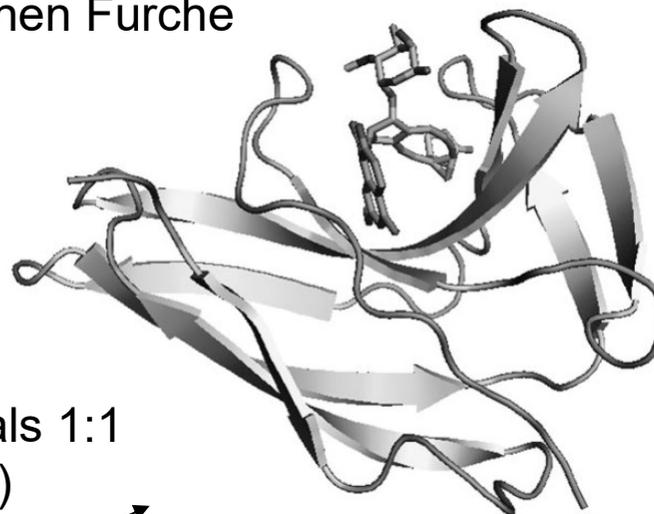


# Vertiefungsrichtung Chemie in den Lebenswissenschaften

Naphthol-Einheit  
interkaliert



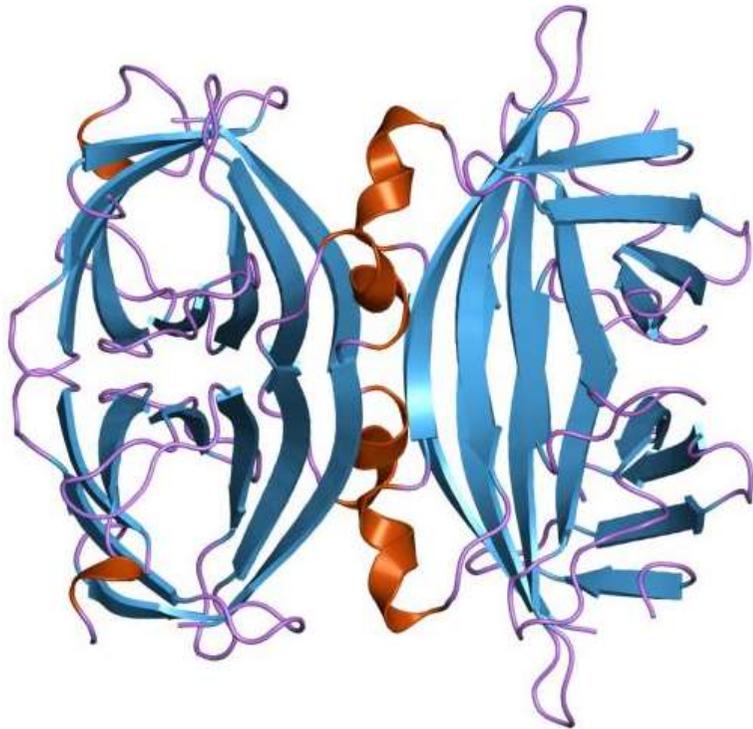
Bindung in der  
Kleinen Furche



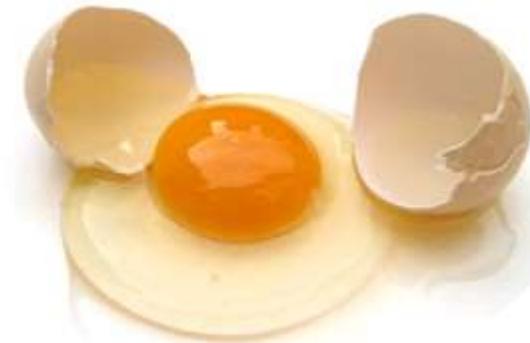
Neocarzinostatin (isoliert als 1:1  
Protein-Komplex ( $pK_d$  10 !)  
1965 aus *Streptomyces*  
*carzinostaticus*,  
Strukturaufklärung 1985)



# Vertiefungsrichtung Chemie in den Lebenswissenschaften



Streptavidin

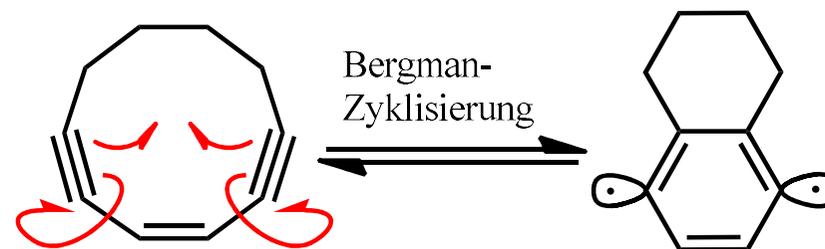


Avidin-Quelle Eiklar

# Vertiefungsrichtung Chemie in den Lebenswissenschaften

Bergman-Zyklisierung (1972):

desto schneller, je näher die Alkin-Teilstrukturen benachbart



# Forschungspraktikum A: "Chemie in den Lebenswissenschaften"

Woche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
AG A		Grey	Grey	Grey	Grey	Blue	Blue	Blue	Blue		Green	Green	Green	Green
AG B		Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Green		Grey	Grey	Grey	Grey
Chrom		Green	Green	Green	Green	Grey	Grey	Grey	Grey		Blue	Blue	Blue	Blue

3 Blöcke à 4 Wochen, halbtags  
(2 Blöcke synthetische Chemie, 1 Block Chromatographie und Analytik)

Note nach Leistung innerhalb dieser Zeit;  
während des Semesters, bei Bedarf Ausweitung in die vorlesungsfreie Zeit

AG: Arbeitsgruppen Werz, Lindel, Schulz  
Chrom: Chromatographie und Analyse (Lindel und Schulz)

**Sehr empfohlen: danach das Forschungspraktikum B!**  
6 Wochen Projekt in einem Arbeitskreis

# Übersicht Module

SoSe	WiSe
CM-A-2 Praktische Strukturaufklärung	CM-A-1 Mikrobiologie
CM-A-4 Molekulare Biotechnologie	CM-A-3 Natur- und Wirkstoffe
CM-A-6 Lebensmittelchemie	CM-A-5 Biokatalyse
	<i>CM-B-1 Biochemie</i>
	<i>CM-B-5 Technische Biochemie</i>
	<i>CM-D-4 Fortgeschrittene Organische Chemie</i>
CM-A-FPA Forschungspraktikum Chemie in den Lebenswissenschaften A CM-A-FPB Forschungspraktikum Chemie in den Lebenswissenschaften B	

**Kernmodule**

*Module aus anderen Vertiefungen*

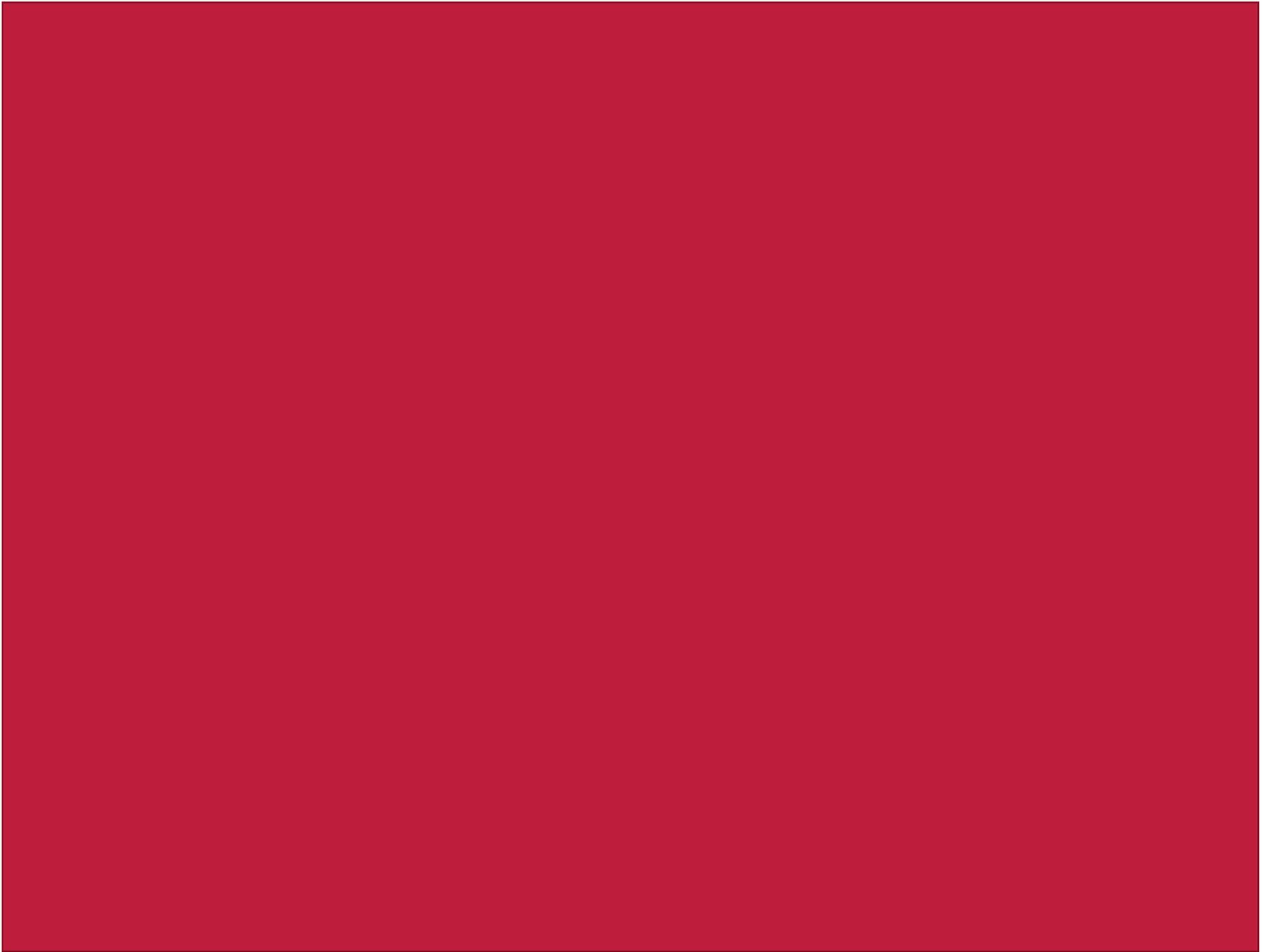


# Studienbeginn im Wintersemester: Studienplan

	WiSe	SoSe	WiSe	SoSe
<b>Studienstart WiSe</b>	CM-P-3 Instrumentelle Analytik	CM-P-1 Molekülspektroskopie		<b>Masterarbeit</b>
	CM-P-4 Organometallchemie	CM-P-2 Reaktionsmechanismen		
	CM-A-3 Natur- und Wirkstoffe	CM-A-2 Praktische Strukturaufklärung	CM-D-4 <i>Fortgeschrittene Organische Chemie</i>	
	CM-A-1 Mikrobiologie	Forschungspraktikum A	Forschungspraktikum B	
	Professionalisierung			

**Kernmodule (mind. zwei)**  
*Module aus anderen Vertiefungen*





# Studienbeginn im Sommersemester: Studienplan

	SoSe	WiSe	SoSe	WiSe
<b>Studienstart SoSe</b>	CM-P-1 Molekülspektroskopie	CM-P-3 Instrumentelle Analytik		<b>Masterarbeit</b>
	CM-P-2 Reaktionsmechanismen	CM-P-4 Organometallchemie		
	CM-A-4 Molekulare Biotechnologie	CM-A-3 Natur- und Wirkstoffe	CM-A-2 Praktische Strukturaufklärung	
	CM-A-6 Lebensmittelchemie	Forschungspraktikum A	Forschungspraktikum B	
	Professionalisierung			

Kernmodule (mind. zwei)  
Module aus anderen Vertiefungen





A - Chemie in den Lebenswissenschaften	B - Biophysikalische Chemie	C - Materialchemie	D - Molekülchemie	E - Chemie der Energiekonversion
CM-A-1 Mikrobiologie	CM-B-1 Biochemie	CM-C-1 Grundlagen der Polymerchemie	CM-D-1 Katalyse	CM-E- 1 Nachhaltige Chemie
CM-A-2 Praktische Strukturaufklärung	CM-B-2 Biophysikalische Chemie	CM-C-2 Polymeranalytik	CM-D-2 Theorie und Struktur	CM-E-2 Elektrochemie
CM-A-3 Natur- und Wirkstoffe	CM-B-3 Aufklärung und Modellierung Biologischer Strukturen	CM-C-3 Polymere Werkstoffe	CM-D-3 Fortgeschrittene Organische Chemie	CM-E-3 Physikalische Chemie der Energiekonversion
CM-A-4 Molekulare Biotechnologie	CM-B-4 Theoretische Biophysikalische Chemie	CM-D-1 Katalyse	CM-D-4 Fortgeschrittene Anorganische Chemie	CM-E-4 Spezielle Gebiete der Technischen Chemie
CM-A-5 Biokatalyse	CM-B-5 Technische Biochemie	CM-E-2 Elektrochemie	CM-A-2 Praktische Strukturaufklärung	CM-E-5 Industrielle Chemie
CM-A-6 Lebensmittelchemie	CM-B-6 Fortgeschrittene Physikalische Chemie		CM-A-3 Natur- und Wirkstoffe	CM-E-6 Ökologische Chemie
CM-B-1 Biochemie	CM-E-3 Physikalische Chemie der Energiekonversion		CM-E-2 Elektrochemie	CM-E-7 Kohlenhydrattechnologie
CM-B-5 Technische Biochemie	CM-A-4 Molekulare Biotechnologie			CM-D-1 Katalyse
CM-D-3 Fortgeschrittene Organische Chemie				CM-A-5 Biokatalyse

**Rot:** Kernmodule der Vertiefungsrichtungen – Vertiefungsmodul 1 und 2 müssen aus diesen Kernmodulen gewählt werden

**Grau:** *Module, die auch einer anderen Vertiefungsrichtungen zugeordnet sind*



<b>CM-A-1 Mikrobiologie</b>				
Wahlpflicht	work load	Leistungspunkte	Studiensemester	Dauer
	240 h	8 CP	1-3	2 Semester
1.	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	CM-A-1a Einführung in die Mikrobiologie (V)	14 h	56 h	2 CP
	CM-A-1b Mikrobiologisches Seminar (kS)	28 h	32 h	2 CP
	CM-A-1c Mikrobiologisches Einführungspraktikum (SP-kS)	84 h	36 h	4 CP
2.	<b>Qualifikationsziele und Inhalte</b>			
	<u>Qualifikationsziele:</u> Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse der Biologie von Mikroorganismen, deren Zellstrukturen, Physiologie, Genetik und Ökologie sowie von mikrobiologischen Arbeitstechniken und Methoden. Sie werden befähigt, ihre Kenntnisse in Theorie und Praxis selbständig anzuwenden, Zusammenhänge zu erkennen und Arbeitsergebnisse zu bewerten. Sie werden befähigt, sich in neuere mikrobiologische Fragestellungen unter Verwendung neuerer wissenschaftlicher Publikationen einzuarbeiten. Sie erwerben Kompetenz in Präsentation und Vortragstechnik. Sie sind in der Lage, selbständig, sicher und fachgerecht wissenschaftliche Problemstellungen in Praktika und in Forschungslaboratorien zu bearbeiten.			
	<u>Inhalte:</u> <i>Vorlesung:</i> Überblick über die Mikroorganismen, Struktur und Funktion von Prokaryoten, Zellwandaufbau, Oberflächenstrukturen, Wachstum und Kultivierung von Mikroorganismen, bakterielle Zellteilung, genereller Energie- und Leistungsstoffwechsel, Stoffwechselvielfalt der Mikroorganismen. <i>Seminar:</i> Referate der Studierenden an Hand aktueller Literatur über aktuelle Entwicklungen in der mikrobiologischen Forschung; Anfertigung einer kurzen Zusammenfassung für die Aushändigung an die Seminarteilnehmer. <i>Praktikum:</i> Mikrobiologische Grundtechniken, Sicherheit im mikrobiologischen Labor, aseptisches Arbeiten, Sterilisationsmethoden, Mikroskopie, Färbung von Bakterien, Kulturtechniken, Anaerobierkulturtechniken, Zellzahlbestimmung, Identifizieren von Bakterien, Anreicherung von Mikroorganismen, Gewinnung einer Reinkultur.			
3.	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Masterstudiengang Chemie			
4.	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine			
5.	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung / Seminar / Saalpraktikum			
6.	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prüfungsmodalitäten</b> Experimentelle Arbeit (SL), Referat (SL), Klausur oder mündliche Prüfung (PL) nach BPO §5 (3)			
7.	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Vorlesung: Jedes Wintersemester; Seminar: Jedes Sommersemester; Praktikum: Jedes Semester			
8.	<b>Lehrende</b> Härtig, Jahn (Modulverantwortlicher), Moser, Engelmann			



## CM-A-2 Praktische Strukturaufklärung

Wahlpflicht	work load 240 h	Leistungspunkte 8 CP	Studiensemester 1-3	Dauer 1 Semester
1.	<b>Lehrveranstaltungen</b> CM-A-2a Massenspektrometrie (V) CM-A-2b NMR-Spektroskopie (V) CM-A-2c Anwendungen der NMR-Spektroskopie (gS)	Kontaktzeit 28 h 28 h 28 h	Selbststudium 62 h 62 h 32 h	Leistungspunkte 3 CP 3 CP 2 CP
2.	<b>Qualifikationsziele und Inhalte</b> <u>Qualifikationsziele:</u> Die Studierenden verfügen über umfassende theoretische und praktische Kenntnisse in der Strukturaufklärung anorganischer, organischer und metallorganischer Molekülverbindungen. Sie haben die Kompetenz erworben, durch die Kombination spektroskopischer und spektrometrischer Verfahren verlässliche Strukturvorschläge zu erarbeiten.  <u>Inhalte:</u> <i>Vorlesung Massenspektrometrie:</i> Instrumentelle Grundlagen der MS, Interpretation von Isotopenmustern, Prinzipien der Elektronenionisierung, Vorstellung grundlegender Fragmentierungsmechanismen, Diskussion spezieller Fragmentierungsmechanismen bei EIMS, Einführung schonender Ionisierungsmethoden, vertiefende Behandlung instrumenteller Aspekte.  <i>Vorlesung NMR-Spektroskopie:</i> Physikalische Prinzipien des NMR-Experiments und experimentelle Durchführung, Einfluss chemischer Parameter auf die chemischen Verschiebungen von $^1\text{H}$ , $^{13}\text{C}$ und wichtigen Heterokernen ( $^{15}\text{N}$ , $^{19}\text{F}$ , $^{31}\text{P}$ ), Spin-Spin-Kopplungskonstanten und ihre Beziehungen zur Molekülstruktur, Analyse von Spin-Kopplungsmustern, wichtige eindimensionale NMR-Experimente (dynamische NMR, NOE, Entkopplung, Multiplizitätsselektion bei Heterokernen), wichtige zweidimensionale NMR-Experimente (homo- und heteronukleare Verschiebungskorrelationen, die auf Spin-Kopplung, NOE oder chemischem Austausch beruhen, <i>J</i> -aufgelöste Spektren).  <i>Seminar:</i> Ableitung von Molekülstrukturen durch Kombination verschiedener 1D- und 2D-NMR-spektroskopischer Methoden, kombinierte Spektrenauswertung durch Einsatz von NMR-Spektroskopie und Massenspektrometrie			
3.	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Masterstudiengang Chemie			
4.	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine			
5.	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung / großes Seminar			
6.	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prüfungsmodalitäten</b> mündliche Prüfung oder Klausur (PL) nach BPO §5 (3)			
7.	<b>Häufigkeit des Angebot</b> Jedes Sommersemester			
8.	<b>Lehrende</b> Ibrom (Modulverantwortliche), Papke			



## CM-A-3 Natur- und Wirkstoffe

Wahlpflicht	work load 240 h	Leistungs- punkte 8 CP	Studiensemester 1-3	Dauer 1 Semester
1.	<b>Lehrveranstaltungen</b> CM-A-3a Naturstoffchemie (V) CM-A-3b Bioorganische Chemie (V) CM-A-3c Seminar Natur- und Wirkstoffe (gS)	Kontaktzeit 28 h 28 h 28 h	Selbststudium 62 h 62 h 32 h	Leistungs- punkte 3 CP 3 CP 2 CP
2.	<b>Qualifikationsziele und Inhalte</b> <u>Qualifikationsziele:</u> Die Studierenden besitzen Kenntnisse über die in der Natur vorkommenden Primär- und Sekundärmetaboliten. Sie können Synthesen von Naturstoffen konzipieren und diskutieren. Die Studierenden kennen biologisch wichtige Verbindungen und sind in der Lage, ihre Wirkung zu diskutieren. Sie besitzen Kompetenzen zur synthetischen Strukturvariation und kennen die Wirkungsweise von Biopolymeren und Enzymen und sind in der Lage deren Einsatz zur Aufklärung von Wirkmechanismen in der Synthese kompetent zu diskutieren. Die Biosynthese von Naturstoffen wird als Klassifizierungsmerkmal erkannt und ermöglicht die schnelle Einordnung neuer Strukturen.  <u>Inhalte:</u> <i>Vorlesung Naturstoffchemie:</i> Strukturen von sekundären Naturstoffen, Lipide und Fettsäuren, Terpene, Polyketide, aromatische Verbindungen, Alkaloide, Aminosäurederivate, Antibiotika. Biosynthese dieser Verbindungen. Synthetische Zugänge zu diesen Substanzklassen.  <i>Vorlesung Bioorganische Chemie:</i> Primäre Stoffklassen wie Aminosäuren, Kohlenhydrate, Chemie der Biooligomere, Nukleinsäuren, Peptide, Oligosaccharide, zentrale Bedeutung für alle Lebensprozesse, mechanistisches Verständnis des chemischen Ab- und Aufbaus von Biooligomeren.  <i>Seminar:</i> Ausgewählte Themen aus Naturstoffchemie und Wirkstoffchemie, Seminarbeiträge von Studierenden, vertiefte Behandlung spezieller Themen.			
3.	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Masterstudiengang Chemie, Masterstudiengang Biochemie/Chemische Biologie			
4.	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine			
5.	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung / großes Seminar			
6.	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prüfungsmodalitäten</b> Referat (SL) Klausur+ oder mündliche Prüfung+ (PL) nach BPO §5 (3) [Berücksichtigung SL zu 5 %]			
7.	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Jedes Wintersemester			
8.	<b>Lehrende</b> Lindel, Schulz (Modulverantwortlicher)			



## CM-A-4 Molekulare Biotechnologie

Wahlpflicht	work load 240 h	Leistungspunkte 8 CP	Studiensemester 2	Dauer 1 Semester
1.	<b>Lehrveranstaltungen</b> CM-A-4a Molekulare Biotechnologie (V) CM-A-4b Molekulare Biotechnologie (SP-kS)	Kontaktzeit 28 h 84 h	Selbststudium 62 h 66 h	Leistungspunkte 3 CP 5 CP
2.	<b>Qualifikationsziele und Inhalte</b>  <u>Qualifikationsziele</u> Die Studierenden verstehen Grundlagen der molekularen Biotechnologie und können diese Kenntnisse auf Anwendungen wie rekombinante Produktion von Biomolekülen, Protein-Engineering, kombinatorische Methoden und Metabolic Engineering übertragen. Weiterhin kennen sie zahlreiche grundlegenden Methoden der molekularen Biotechnologie.  <u>Inhalte:</u> <i>Praktikum:</i> Klonierung von Antikörpergenen, Analyse der Klonierung mittels PCR, Restriktionsverdau und Sequenzierung, Produktion und Aufreinigung von rekombinanten Antikörpern im bakteriellen System. Analyse der produzierten Antikörper mittels SDS-PAGE, Westernblot und ELISA.  <i>Vorlesung:</i> Rekombinante Produktion in transgenen Organismen, Einführung in das Protein-Engineering (Fusionsproteine, Design, Expression, Produktion anhand ausgewählter Beispiele), Tag-Systeme und Inclusion Bodies, Rekombinante Proteintherapeutika, molekulare Diagnostik, Gentherapie, Molecular Pharming, kombinatorische Methoden (Enzymoptimierung, 2Hybrid, Ribosomal display, Phage display), Metagenomik, Nanobiotechnologie, Metabolic Engineering.			
3.	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Masterstudiengang Chemie			
4.	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Modul CM-A-1			
5.	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung / Saalpraktikum			
6.	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prüfungsmodalitäten</b> Experimentelle Arbeit (SL) mündliche Prüfung oder Klausur (PL) nach BPO §5 (3)			
7.	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Jedes Sommersemester			
8.	<b>Lehrende</b> Dübel (Modulverantwortlicher), Hust, Schirrmann			



## CM-A-5 Biokatalyse

Wahlpflicht	work load 240 h	Leistungs- punkte 8 CP	Studiensemester 1-3	Dauer 1 Semester
1.	<b>Lehrveranstaltungen</b> CM-A-5a Enzymkatalyse (V) CM-A-5b Praktikum Enzymkatalyse (SP-kS)	Kontaktzeit 28 h 120 h	Selbststudium 32 h 60 h	Leistungs- punkte 2 CP 6 CP
2.	<b>Qualifikationsziele und Inhalte</b>  <u>Qualifikationsziele:</u> Die Studierenden sind in der Lage, Enzyme als Katalysatoren für verschiedene chemische Reaktionen einsetzen zu können, unter Berücksichtigung der jeweiligen Enzym-spezifischen Eigenschaften und Reaktionsbedingungen. Darüber hinaus eignen sich die Studierenden Kenntnisse zur gezielten Veränderung Enzym-spezifischer Eigenschaften mittels Protein-Engineering an.  <u>Inhalte:</u> <i>Vorlesung und Praktikum:</i> Betrachtung unterschiedlicher Katalysemechanismen von enzymkatalysierten Ein- und Mehrsubstratreaktionen, inkl. (industrieller) Anwendungsbeispiele; biokatalytische Prinzipien wie kinetische und dynamisch-kinetische Racematspaltung, asymmetrische Reaktionen, Enzymkaskaden und der Einsatz von Enzymen in nicht-wässrigen Reaktionsmedien; Enzym-Engineering mittels Proteindesign und gerichteter Evolution.			
3.	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Masterstudiengang Chemie, Masterstudiengang Biochemie/Chemische Biologie			
4.	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine			
5.	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung / Saalpraktikum			
6.	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prüfungsmodalitäten</b> Experimentelle Arbeit (SL) Klausur oder mündliche Prüfung (PL) nach BPO §5 (3)			
7.	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Jedes Wintersemester			
8.	<b>Lehrende</b> A. Schallmeyer (Modulverantwortliche), M. Schallmeyer			



## CM-A-6 Lebensmittelchemie

Wahlpflicht	work load 240 h	Leistungspunkte 8 CP	Studiensemester 1-3	Dauer 2 Semester
1.	<b>Lehrveranstaltungen:</b> <u>Zwei</u> der folgenden Vorlesungen: CM-A-6a Chemie und Technologie der Lebensmittel I: Proteine (V) CM-A-6b Chemie und Technologie der Lebensmittel II: Kohlenhydrate (V) CM-A-6c Chemie und Technologie der Lebensmittel III: Lipide (V) <u>und</u> CM-A-6d Lebensmittelchemisches Seminar (gS)	Kontaktzeit  28 h 28 h 28 h 28 h	Selbststudium  62 h 62 h 62 h 32 h	Leistungspunkte  3 CP 3 CP 3 CP 2 CP
2.	<b>Qualifikationsziele und Inhalte</b> <u>Qualifikationsziele:</u> Die Studierenden kennen die chemischen Grundlagen der Hauptinhaltsstoffe von Lebensmitteln und Futtermitteln (Kohlenhydrate, Lipide und/oder Proteine) sowie deren Reaktionen bei Verarbeitung und Lagerung und können geeignete lebensmittelchemische Analyseverfahren benennen. Sie können die Kenntnisse aus den gewählten Veranstaltungen in Hinblick auf die Komplexität von Lebensmitteln miteinander verknüpfen.  <u>Inhalte:</u> <i>Seminar:</i> Vorträge zu aktuellen lebensmittelchemischen Themen von Studierenden und Doktoranden.  <i>Vorlesung Chemie und Technologie der Lebensmittel I: Proteine:</i> Aminosäuren (Biosynthese, chemische Synthese, Metabolisierung, Nachweisreaktionen, Analyse, Reaktionen im Lebensmittel), Peptide (Synthese, Sequenzermittlung, einzelne Beispiele für lebensmittelrelevante Peptide), Proteine (Proteinklassen, Proteinreinigung, Analyse, Biologische Wertigkeit), Proteide, Enzyme (enzymatische Analyse, technische Enzyme), Warenkunde (Ei, Fleisch, Hülsenfrüchte).  <i>Vorlesung Chemie und Technologie der Lebensmittel II: Kohlenhydrate:</i> Struktur und Aufbau von Kohlenhydraten (Mono- Di-, Oligo- und Polysaccharide), Konstitution, Stereochemie, Polyfunktionalität; natürliches Vorkommen, kohlenhydratreiche Lebensmittel, technologisch und analytisch relevantes chemisches Verhalten: Karamellisierung, Maillard-Reaktion, Zucker-Couleur, Verhalten im Säuren/Basischen, Redoxreaktionen; ernährungsphysiologische Aspekte (z.B. glycemischer Index); technologische Aspekte (Viskosität, Senkung der Wasseraktivität, Einfluss auf Glasübergangstemperatur u. Kristallisation), Gelbildung bei Polymeren; analytische Methoden.  <i>Vorlesung Chemie und Technologie der Lebensmittel III: Lipide:</i> Fette und Fettbegleitstoffe, deren Aufbau und chemische Reaktionen (insbesondere Fettverderb), Biosynthese und Metabolismus, Technologie (Gewinnung, Raffination, Hydrierung, Modifizierung), Ernährungs- und Warenkunde (Butter, Margarine, Öle).			
3.	<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Masterstudiengang Chemie, Masterstudiengang Bio- und Chemieingenieurwesen			
4.	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine			
5.	<b>Lehr- und Lernformen:</b> Vorlesung / großes Seminar			
6.	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prüfungsmodalitäten:</b> mündliche Prüfung oder Klausur (PL) nach BPO §5 (3)			
7.	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Jedes Semester			
8.	<b>Lehrende:</b> Engelhardt (Modulverantwortlicher), Mischnick, Winterhalter			



## CM-A-FPA Forschungspraktikum Chemie in den Lebenswissenschaften A

Wahlpflicht	work load 420 h	Leistungs- punkte 14 CP	Studiensemester 1-3	Dauer 1-2 Semester
1.	<b>Lehrveranstaltungen:</b> CM-A-FPAa Forschungspraktikum Chemie in den Lebenswissenschaften A (KGP) CM-A-FPAb Seminar zum Forschungspraktikum Chemie in den Lebenswissenschaften A (gS)	Kontaktzeit  240 h  28 h	Selbststudium  120 h  32 h	Leistungs- punkte  12 CP  2 CP
2.	<b>Qualifikationsziele und Inhalte</b> <u>Qualifikationsziele:</u> Die Studierenden beherrschen fortgeschrittene Arbeitstechniken der Chemie in den Lebenswissenschaften in Synthese und Analyse. Sie sind in der Lage, komplizierte Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und wissenschaftlich zu dokumentieren, wobei sie einen detaillierten Einblick in aktuelle Forschungsvorhaben gewonnen und an deren Umsetzung mitgewirkt haben. Sie sind erfahren in der Synthese, Isolierung, Charakterisierung und Analyse von für die Chemie in den Lebenswissenschaften relevanten Verbindungen. Sie können für unterschiedliche Substanzklassen geeignete Analyseverfahren auswählen und notwendige analytische Daten erheben. Sie sind mit den Techniken universitärer Forschung und wissenschaftlicher Praxis vertraut und haben Sicherheit im Umgang mit wissenschaftlichen Datenbanken. Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Literatur in englischer Sprache aufzufinden und zu erfassen.  <u>Inhalte:</u> <i>Praktikum:</i> Bearbeitung und wissenschaftliche Dokumentation (Protokollführung) von zwei Teilprojekten im Bereich der organischen Synthese und ein Teilprojekt der organischen Analyse und Substanzisolierung <u>oder</u> von drei Teilprojekten aus dem Bereich der Lebensmittelchemie oder Biochemie.  <i>Seminar:</i> Teilnahme am wissenschaftlichen Kolloquium, Präsentation und Diskussion aktueller Forschungsergebnisse.			
3.	<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Masterstudiengang Chemie			
4.	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine			
5.	<b>Lehr- und Lernformen:</b> Praktikum (Kleingruppenprojekt) / Seminar			
6.	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prüfungsmodalitäten:</b> Experimentelle Arbeit (PL)			
7.	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Jedes Semester			
8.	<b>Lehrende:</b> Grunenberg, Lindel, Schulz (Modulverantwortlicher), Werz, Klahn, Engelhardt, Mischnick, Winterhalter, Schallmeyer			



## CM-A-FPB Forschungspraktikum Chemie in den Lebenswissenschaften B

Wahlpflicht	work load 420 h	Leistungspunkte 14 CP	Studiensemester 2-3	Dauer 1 Semester
1.	<b>Lehrveranstaltungen:</b> CM-A-FPBa Projektpraktikum Chemie in den Lebenswissenschaften B (KGP) CM-A-FPBb Seminar zum Projektpraktikum Chemie in den Lebenswissenschaften B (kS)	Kontaktzeit  240 h  28 h	Selbststudium  120 h  32 h	Leistungspunkte  12 CP  2 CP
2.	<b>Qualifikationsziele und Inhalte</b>  <u>Qualifikationsziele:</u> Die Studierenden sind in der Lage, eigenständig eine wissenschaftliche Fragestellung auf dem Gebiet der Chemie in den Lebenswissenschaften zu bearbeiten. Sie beherrschen die für das jeweilige Forschungsvorhaben erforderlichen Arbeitstechniken und vermögen, selbständig anspruchsvolle Experimente zu planen, durchzuführen, auszuwerten und zu dokumentieren. Die Studierenden überblicken die aktuelle Forschung auf einem ausgewählten Forschungsgebiet und beherrschen die entsprechenden theoretischen Grundlagen. Sie können ihre Forschungsergebnisse kompetent präsentieren und sich einer fachlichen Diskussion in deutscher und englischer Sprache stellen.  <u>Inhalte:</u> <i>Praktikum:</i> Bearbeitung und wissenschaftliche Dokumentation (Protokollführung) eines Projekts im Bereich der Chemie in den Lebenswissenschaften.  <i>Seminar:</i> Teilnahme am wissenschaftlichen Kolloquium, Vortragspräsentation der eigenen Forschungsergebnisse.			
3.	<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Masterstudiengang Chemie			
4.	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Modul CM-A-FPA			
5.	<b>Lehr- und Lernformen:</b> Praktikum (Kleingruppenprojekt) / kleines Seminar			
6.	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten / Prüfungsmodalitäten:</b> Experimentelle Arbeit und Referat (PL)			
7.	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Jedes Semester			
8.	<b>Lehrende:</b> Grunenberg, Lindel, Schulz (Modulverantwortlicher), Werz, Klahn, Engelhardt, Mischnick, Winterhalter, Schallmey			

