

# Modulhandbuch

*B.Sc. Chemische Biotechnologie*

TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit  
(TUMCS)

Technische Universität München

[www.tum.de/](http://www.tum.de/)

[www.cs.tum.de/](http://www.cs.tum.de/)

## Allgemeine Informationen und Lesehinweise zum Modulhandbuch

### **Zu diesem Modulhandbuch:**

Ein zentraler Baustein des Bologna-Prozesses ist die Modularisierung der Studiengänge, das heißt die Umstellung des vormaligen Lehrveranstaltungssystems auf ein Modulsystem, in dem die Lehrveranstaltungen zu thematisch zusammenhängenden Veranstaltungsblöcken - also Modulen - gebündelt sind. Dieses Modulhandbuch enthält die Beschreibungen aller Module, die im Studiengang angeboten werden. Das Modulhandbuch dient der Transparenz und versorgt Studierende, Studieninteressierte und andere interne und externe Adressaten mit Informationen über die Inhalte der einzelnen Module, ihre Qualifikationsziele sowie qualitative und quantitative Anforderungen.

### **Wichtige Lesehinweise:**

#### **Aktualität**

Jedes Semester wird der aktuelle Stand des Modulhandbuchs veröffentlicht. Das Generierungsdatum (siehe Fußzeile) gibt Auskunft, an welchem Tag das vorliegende Modulhandbuch aus TUMonline generiert wurde.

#### **Rechtsverbindlichkeit**

Modulbeschreibungen dienen der Erhöhung der Transparenz und der besseren Orientierung über das Studienangebot, sind aber nicht rechtsverbindlich. Einzelne Abweichungen zur Umsetzung der Module im realen Lehrbetrieb sind möglich. Eine rechtsverbindliche Auskunft über alle studien- und prüfungsrelevanten Fragen sind den Fachprüfungs- und Studienordnungen (FPSOen) der Studiengänge sowie der allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung der TUM (APSO) zu entnehmen.

#### **Wahlmodule**

Wenn im Rahmen des Studiengangs Wahlmodule aus einem offenen Katalog gewählt werden können, sind diese Wahlmodule in der Regel nicht oder nicht vollständig im Modulhandbuch gelistet.

## Verzeichnis Modulbeschreibungen (SPO-Baum)

Alphabetisches Verzeichnis befindet sich auf Seite 97

<b>[20231] Chemische Biotechnologie</b>   Chemical Biotechnology	
<b>[CS0175] Höhere Mathematik 1</b>   Advanced Mathematics 1	5 - 6
<b>[CS0028] Physics</b>   Physics [Phys]	7 - 8
<b>[CS0220] Allgemeine und Anorganische Chemie</b>   General and Inorganic Chemistry [Chem]	9 - 10
<b>[CS0052] Organic Chemistry</b>   Organic Chemistry [OrgChem]	11 - 12
<b>Pflichtmodule Weiterführende Grundlagen</b>   Compulsory Modules Advanced Basics	13
<b>[CS0001] Foundations of Programming</b>   Foundations of Programming [FoP]	13 - 14
<b>[CS0038] Höhere Mathematik 2</b>   Advanced Mathematics 2	15 - 16
<b>[CS0199] Statistics</b>   Statistics	17 - 18
<b>Pflichtmodule Bereich Chemie</b>   Compulsory Modules Chemistry	19
<b>[CS0152] Physikalische Chemie</b>   Physical Chemistry [PhysChem]	19 - 20
<b>[CS0155] Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie</b>   Practical Course General and Inorganic Chemistry [Chem]	21 - 22
<b>[CS0215] Practical Course Organic Chemistry</b>   Practical Course Organic Chemistry [OCP]	23 - 24
<b>[CS0168] Instrumentelle Analytik und Spektroskopie</b>   Instrumental Analysis and Spectroscopy	25 - 26
<b>[CS0166] Organische Chemie für Fortgeschrittene</b>   Advanced Organic Chemistry [OGF]	27 - 28
<b>[CS0172] Green Chemistry</b>   Green Chemistry [GreenChem]	29 - 30
<b>Pflichtmodule Bereich Molekulare Biologie</b>   Compulsory Modules Molecular Biology	31
<b>[CS0157] Zell- und Mikrobiologie</b>   Cell Biology and Microbiology [MiBi]	31 - 32
<b>[CS0216] Praktikum Mikrobiologie</b>   Practical Course Microbiology	33 - 34
<b>[CS0210] Bioinformatik</b>   Bioinformatics	35 - 36
<b>[CS0257] Molekularbiologie und Gentechnik</b>   Molecular Biology and Genetics [MolBio]	37 - 38
<b>[CS0186] Biochemie</b>   Biochemistry [BC]	39 - 40
<b>[CS0218] Praktikum Biochemie</b>   Practical Course Biochemistry [Pra BC]	41 - 42
<b>[CS0187] Enzyme und Ihre Reaktionen</b>   Enzymes and Their Reactions [EnzReakt]	43 - 44
<b>Pflichtmodule Bereich Verfahrenstechnik</b>   Compulsory Modules Process Engineering	45
<b>[CS0231] Chemische und Thermische Verfahrenstechnik</b>   Reaction Engineering and Fluid Separations	45 - 47
<b>[CS0188] Praktikum Allgemeine Verfahrenstechnik</b> [PVT]	48 - 49
<b>[CS0189] Bioverfahrenstechnik</b>   Bioprocess Engineering [BVT]	50 - 51

<b>[CS0190] Praktikum Bioverfahrenstechnik</b>   Practical Course Bioprocess Engineering [PBVT]	52 - 53
<b>[CS0217] Mechanische Verfahrenstechnik</b>   Mechanical Process Engineering [MVT]	54 - 55
<b>[CS0191] Downstream Processing</b>   Downstream Processing [DSP]	56 - 57
<b>Forschungspraktikum</b>   Research Internship	58
<b>[CS0053] Forschungspraktikum</b>   Research Internship	58 - 59
<b>Wahlmodule</b>   Electives	60
<b>Fachspezifische Wahlmodule</b>   Technical Elective Modules	60
<b>[CS0230] Angewandte Elektrochemie</b>   Applied Electrochemistry [Angw. EC]	60 - 62
<b>[CS0281] Biopolymere</b>   Biopolymers [Biopol]	63 - 64
<b>[CS0180] Concepts of Physics and Chemistry in Nature</b>   Concepts of Physics and Chemistry in Nature	65 - 66
<b>[CS0201] Strömungsmechanik</b>   Fluid Mechanics [STM]	67 - 68
<b>[CS0243] Praktikum Elektrobiotechnologie</b>   Practical Course Electrobiotechnology [EBTP]	69 - 71
<b>[CS0207] Einführung in die Elektrochemie</b>   Introduction to Electrochemistry	72 - 74
<b>[CS0209] Grundlagen der Stofflichen Biomassenutzung</b>   Basics on Renewables Utilization	75 - 76
<b>[CS0035] Principles and Methods of Synthetic Biology</b>   Principles and Methods of Synthetic Biology	77 - 78
<b>[CS0222] Protein Chemistry</b>   Protein Chemistry [ProtCh]	79 - 80
<b>[CS0131] Praktische Methoden in der Chemie</b>   Applied Methods in Chemistry	81 - 82
<b>[CS0042] Mikroskopie und Diffraktometrie</b>   Microscopy and Diffractometry [MikDif]	83 - 84
<b>[CS0106] Einführung in Graphen und Netzwerke</b>   Introduction to Graphs and Networks [EGN]	85 - 86
<b>[CS0217] Mechanische Verfahrenstechnik</b>   Mechanical Process Engineering [MVT]	87 - 88
<b>[WZ1955] Wärmeübertragung</b>   Heat transfer	89 - 90
<b>Allgemeinbildende Wahlmodule</b>   General Education Modules	91
<b>[CS0259] Kommunikation und Präsentation</b>   Communication and Presentation	91 - 92
<b>[WZ1209] Angewandte Ethik zu Nachwachsenden Rohstoffen</b>   Applied Ethics to Renewable Resources	93 - 94
<b>Bachelor's Thesis</b>   Bachelor's Thesis	95
<b>[CS0054] Bachelor's Thesis</b>   Bachelor's Thesis	95 - 96

## Modulbeschreibung

### CS0175: Höhere Mathematik 1 | Advanced Mathematics 1

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. In dieser werden Aufgaben vorgegeben, anhand derer die Studierenden nachweisen sollen, dass sie die im Rahmen des Moduls vermittelten mathematischen Methoden verstanden haben und in der Lage sind, diese auf konkrete Fallbeispiele anzuwenden. Prüfungsdauer: 90 Minuten

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse in Mathematik, die dem Grundkurswissen der gymnasialen Oberstufe entsprechen.

#### Inhalt:

Ausgewählte Themen der eindimensionalen Analysis und der linearen Algebra, die im ingenieurwissenschaftlichen Bereich benötigt werden. Insbesondere: reelle und komplexe Zahlen, vollständige Induktion, Folgen und Reihen, Grenzwerte, Funktionen, Stetigkeit, Differential- und Integralrechnung, lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Determinanten. Die Methoden werden in der Vorlesung vorgestellt. Im Rahmen der Übungen wird ihre Anwendung an konkreten Fallbeispielen mit Nachhaltigkeitsbezug eingeübt.

#### Lernergebnisse:

Nach Abschluss des Moduls verstehen die Studierenden die Grundbegriffe und wesentlichen Methoden der eindimensionalen Analysis und der linearen Algebra. Sie sind in der Lage, mathematische Argumente dieser Gebiete selbstständig auszuführen. Weiterhin können sie die zentralen Beweismethoden und Konzepte anwenden und erfassen deren mathematischen Hintergrund.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung mit Präsentation und/oder Tafel zur Vermittlung der Inhalte und Methoden. Zusätzlich werden in den Übungen durch selbstständiges Bearbeiten von Aufgaben sowie Gruppenarbeit die angemessene Darstellung und das selbstständige Ausführen mathematischer Argumente an konkreten Beispielen trainiert.

**Medienform:**

Tafel, Folien, Übungsblätter

**Literatur:**

K. Königsberger, Analysis 1, 6. Auflage, Springer 2004.

C. Karpfinger, Höhere Mathematik in Rezepten, 3. Auflage, Springer Spektrum 2017

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Clemens Thielen

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Höhere Mathematik 1 (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Thielen C [L], Thielen C

Höhere Mathematik 1 (Übung) (Übung, 2 SWS)

Thielen C [L], Thielen C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0028: Physics | Physics [Phys]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2024/25

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Achievement of desired learning objectives shall be verified in a written final exam (90 minutes). In this respect, the students demonstrate that they know and understand the concepts of mechanics, thermal engineering, electricity and optics. By using specific physical issues (mainly computational tasks), the students demonstrate that they are able to also use acquired concepts in a solution-oriented way in simple cases.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Good A-level knowledge of mathematics

#### Inhalt:

The module of physics provides an introduction into classical physics. The module introduces into the math-based approach of physics for nature description. The module outlines the basics of mechanics, thermal engineering, electricity and optics, makes them clear by means of examples and further practices them by self-employed work.

#### Lernergebnisse:

The module serves to acquire physical basics. The students know and understand the basic concepts of mechanics, thermal engineering, electricity and optics and can apply these concepts in simple cases. Therefore, a solid basis is created for the course participants that is necessary to understand the subsequent content of teaching (e.g. thermodynamics, energy technology).

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lecture (speech by teaching staff including writing on the board, PP media, books and other written material), exercise (self-employed work on exercises related to the topics of the lecture in small groups with tutors) for further practising of the concepts which were presented in the lecture.

**Medienform:**

Writing on the board, presentations, slide scripts

**Literatur:**

Paul P. Urone, Roger Hinrichs: College Physics, OpenStax, Houston, 2022 (<https://openstax.org/details/books/College-Physics>)

U. Harten: Physik, Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler (Physics, Introduction for Engineers and Scientists), 4th edition 2009, Springer

**Modulverantwortliche(r):**

Kainz, Josef; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Physics (Lecture) (Vorlesung, 2 SWS)

Kainz J [L], Kainz J

Physics (Exercise) (Übung, 2 SWS)

Kainz J [L], Kainz J, Lugauer F, Sun J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0220: Allgemeine und Anorganische Chemie | General and Inorganic Chemistry [Chem]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2024

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Prüfung erbracht. In dieser sollen die Studierenden das Verständnis der Struktur chemischer Verbindungen und ihrer Umsatzreaktionen nachweisen. Die Fähigkeit zur Formulierung von Reaktionsgleichungen, zur Berechnung reaktionskinetischer und thermodynamischer Größen sowie zur Übertragung des erworbenen Wissens über Struktur und Reaktionsverhalten chemischer Substanzgruppen auf neue Fragestellungen wird überprüft. In der Prüfung sind keine Hilfsmittel erlaubt. Die Prüfungsdauer beträgt 90 Minuten.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse in Chemie, Mathematik und Physik, die dem Grundkurswissen der gymnasialen Oberstufe entsprechen

#### Inhalt:

Allgemeine Grundlagen der anorganischen und physikalischen Chemie: Atom- und Molekülbau, Struktur von Verbindungen, Säure-/Basegleichgewichte, Redoxreaktionen, Thermodynamik, Reaktionskinetik und Katalyse, elektrochemische Grundlagen, ausgewählte Reaktionen der anorganischen Chemie

#### Lernergebnisse:

Die Studierenden kennen und verstehen die Grundprinzipien chemischer Reaktionen und sind in der Lage, korrekte Reaktionsgleichungen zu formulieren und einfache reaktionskinetische und thermodynamische Berechnungen durchzuführen. Weiterhin können sie das anhand von Beispielreaktionen erworbene Wissen über chemische Umsetzungen und über das

Reaktionsverhalten chemischer Substanzen und Substanzgruppen auf neue Fragestellungen anwenden. Die erfolgreiche Teilnahme am Modul befähigt die Studierenden zudem zur Teilnahme am Modul Grundlagen Organische Chemie.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung und dazugehörige Übung mit selbstständiger Bearbeitung von konkreten Fallbeispielen. Zu den Lehrinhalten werden Übungsblätter ausgegeben, die die Studierenden vor den Übungsstunden im Eigenstudium bearbeiten. Die Auflösung und Besprechung erfolgt in den Übungsstunden. Bei der Nachbereitung der Vorlesung insbesondere beim Lösen der Übungsaufgaben beschäftigen sich die Studierenden intensiv mit den Lehrinhalten der Vorlesung, erlangen so das Verständnis für die Struktur und das Reaktionsverhalten chemischer Substanzgruppen und üben die Formulierung von Reaktionsgleichungen.

**Medienform:**

Tafelanschrift, Präsentation (mit Skript), Übungsblätter.

**Literatur:**

- 1) Theodore L., H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, Chemie Studieren Kompakt, 10. aktualisierte Auflage, Pearson Verlag, München
- 2) Charles E. Mortimer, Ulrich Müller, Chemie, 10., überarbeitete Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Herbert Riepl

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Allgemeine und anorganische Chemie / Angleichung Chemie (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)  
Riepl H [L], Riepl H

Allgemeine und anorganische Chemie (Übung) (Übung, 2 SWS)  
Riepl H [L], Riepl H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0052: Organic Chemistry | Organic Chemistry [OrgChem]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The performance test will be in the form of a written examination rendered. The students should demonstrate in the exam the understanding of the structure of organic chemical compounds and their typical reactions and chemical conversions. It will also be tested the ability to formulate reaction equations, as well as to transfer the acquired knowledge about the structure and reaction behavior of organic chemical substance groups to new chemical questions. No auxiliary means are allowed in the exam. 90 min examination time

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Knowledge of chemistry, mathematics and physics, which correspond to the basic course knowledge of the gymnasiale upper school

#### Inhalt:

General principles of organic chemistry:

Structure of organic compounds, carbon-atom hybridization, important functional groups, nomenclature and structure of organic molecules, selected reactions of organic chemistry for important groups of substances including central natural substances.

#### Lernergebnisse:

The students will know and understand the basic principles of organic chemical reactions and will be able to formulate correct organic reactions. Moreover, they will be able to apply the knowledge acquired with model reactions about chemical transformations of organic chemical substances and substance groups to answer new chemical questions. The successful participation in the module will also enable the students to participate in the practical course and the module advanced organic chemistry.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures and corresponding exercises with self analysis and workup of specific case studies. In relation to the teaching content exercise sheets are disbursed on which the students work in self-study before the tutorials. The solution and discussion takes place in the tutorials. At the postprocessing of the lecture especially while the exercises are solved the students keep themselves intensive busy with the teaching contents of the lecture and reach in this way a understanding of the structure and reaction behavior of organic chemical substance groups and practise the formulation of reaction equations.

**Medienform:**

Blackboard, presentation (using script), exercises

**Literatur:**

P. Vollhardt, N. Schore, Organic Chemistry, macmillan learning, 2022, ISBN:9781319392857  
K.P.C. Vollhardt, N.E. Schore, Organische Chemie, Verlag VCH Weinheim

**Modulverantwortliche(r):**

Plumeré, Nicolas; Prof. Dr. rer. nat.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Pflichtmodule Weiterführende Grundlagen | Compulsory Modules Advanced Basics

### Modulbeschreibung

#### CS0001: Foundations of Programming | Foundations of Programming [FoP]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Exam achievement shall be done in the form of a 90 minutes written test (either written or e-test). Knowledge questions check the treated basic concepts of programming and algorithms. Small programming and modeling tasks test the ability to apply the learned programming language in order to solve simple problems.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

In the module following contents are treated exemplarily:

Python as a programming language:

- Basic concepts of imperative programming (if, while, for, lists, dictionaries etc.)
- File handling (reading, processing, writing etc.)
- Object-oriented programming (inheritance, interfaces, polymorphism etc.)

Basic algorithms and data structures:

- Recursion
- Search (e.g., binary search, balanced search trees)
- Sorting (e.g., Insertion-sort, selection-sort, quick-sort)

In the lectures and exercises, practical problems on real-world issues and topics related to sustainability are addressed, computer science-based solutions are developed and discussed.

**Lernergebnisse:**

Upon successful completion of this module, students will be able to understand important fundamental concepts of programming, algorithms, and data structures. They will be able to apply the concepts learned to develop their own code and basic algorithms for scientific data analysis.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures to provide students with all the necessary programming and algorithmic fundamentals needed to independently develop their own analysis scripts and pipelines for scientific data analysis. In the labs, students will work on various programming tasks and write their own code to analyze specific case studies and real-world data.

**Medienform:**

Slide presentation, blackboard, lecture and exercise recording, discussion forums in e-learning platforms; Exercise sheets, Working on the PC

**Literatur:**

Learning Scientific Programming with Python, Christian Hill  
Data Structures & Algorithms in Python, Michael T. Goodrich, Roberto Tamassia, Michael H. Goldwasser

**Modulverantwortliche(r):**

Grimm, Dominik; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Foundations of Programming (Exercise) (Übung, 2 SWS)  
Grimm D [L], Eiglsperger J, Genze N

Foundations of Programming (Lecture) (Vorlesung, 2 SWS)  
Grimm D [L], Grimm D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0038: Höhere Mathematik 2 | Advanced Mathematics 2

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. In dieser werden Aufgaben vorgegeben, anhand derer die Studierenden nachweisen sollen, dass sie die im Rahmen des Moduls vermittelten mathematischen Methoden verstanden haben und in der Lage sind, diese auf konkrete Fallbeispiele anzuwenden. Prüfungsdauer: 90 Minuten

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Höhere Mathematik 1

#### Inhalt:

Ausgewählte Themen der linearen Algebra, der mehrdimensionalen Analysis und der gewöhnlichen Differentialgleichungen, die im ingenieurwissenschaftlichen Bereich benötigt werden. Insbesondere: Vektorräume, Basen, lineare Abbildungen, Darstellungsmatrizen, Funktionen mehrerer Veränderlicher, partielle und totale Differentiation, Taylorentwicklung, grundlegende mehrdimensionale Integration, Grundlagen gewöhnlicher Differentialgleichungen. Die Methoden werden in der Vorlesung vorgestellt. Im Rahmen der Übungen wird ihre Anwendung an konkreten Fallbeispielen mit Nachhaltigkeitsbezug eingeübt.

#### Lernergebnisse:

Nach Abschluss des Moduls verstehen die Studierenden die Grundbegriffe und wesentlichen Methoden der mehrdimensionalen Analysis und der gewöhnlichen Differentialgleichungen sowie die hierfür notwendigen Inhalte der linearen Algebra. Sie sind in der Lage, mathematische Argumente dieser Gebiete selbständig auszuführen. Weiterhin können sie die zentralen Beweismethoden und Konzepte der mehrdimensionalen Analysis und der gewöhnlichen Differentialgleichungen anwenden und erfassen deren mathematischen Hintergrund.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung mit Präsentation und/oder Tafel zur Vermittlung der Inhalte und Methoden. Zusätzlich werden in den Übungen durch selbstständiges Bearbeiten von Aufgaben sowie Gruppenarbeit die angemessene Darstellung und das selbstständige Ausführen mathematischer Argumente an konkreten Beispielen trainiert.

**Medienform:**

Tafel, Folien, Übungsblätter

**Literatur:**

K. Königsberger, Analysis 1, 6. Auflage, Springer 2004.

K. Königsberger, Analysis 2, 5. Auflage, Springer 2004.

C. Karpfinger, Höhere Mathematik in Rezepten, 3. Auflage, Springer Spektrum 2017

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Clemens Thielen

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Höhere Mathematik 2 (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Thielen C [L], Thielen C

Höhere Mathematik 2 (Übung) (Übung, 2 SWS)

Thielen C [L], Thielen C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0199: Statistics | Statistics

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. In dieser werden Aufgaben vorgegeben, anhand derer die Studierenden nachweisen sollen, dass sie die im Rahmen des Moduls vermittelten statistischen Methoden verstanden haben und in der Lage sind, diese auf konkrete Fallbeispiele anzuwenden. Prüfungsdauer: 90 Minuten

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Hochschulreife; Von Vorteil sind gute mathematische Kenntnisse.

#### Inhalt:

Ausgewählte statistische Methoden, die im naturwissenschaftlichen, ingenieurwissenschaftlichen oder wirtschaftswissenschaftlichen Bereich erforderlich sind, insbesondere aus den Bereichen deskriptive Statistik (z.B. grafische Darstellung von uni- und bivariaten Datensätzen, Lage- und Streuungsmaße, Zusammenhangsmaße, deskriptive lineare Regression), Wahrscheinlichkeitsrechnung, sowie induktive Statistik (z.B. Konfidenzintervalle, Hypothesentests). Die Methoden werden in der Vorlesung vorgestellt. Im Rahmen der Übung wird ihre Anwendung an konkreten Fallbeispielen mit Nachhaltigkeitsbezug eingeübt.

#### Lernergebnisse:

Die Studierenden kennen die wichtigsten statistischen Methoden, die im naturwissenschaftlichen, ingenieurwissenschaftlichen oder wirtschaftswissenschaftlichen Bereich erforderlich sind. Sie haben diese Methoden verstanden und sind in der Lage, für konkrete Fallbeispiele geeignete statistische Verfahren auszuwählen und anzuwenden sowie die erhaltenen Ergebnisse korrekt zu interpretieren. Außerdem erlangen die Studierenden ein kritisches Verständnis bezüglich der

Leistungsfähigkeit und der Grenzen der vorgestellten statistischen Methoden und können einfache statistische Analysen mithilfe statistischer Softwarepakete (z.B. mit R) durchführen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung mit Präsentation und/oder Tafel zur Vermittlung der Inhalte und Methoden. Zusätzlich werden in den Übungen konkrete Beispiele selbstständig oder in Gruppenarbeit bearbeitet.

**Medienform:**

Folien, Tafel, Übungsblätter, e-Learning

**Literatur:**

Diez, Cetinkaya-Rundel, Barr: OpenIntro Statistics, 4th edition, <https://www.openintro.org/book/os/> (2019).

Fahrmeir, Heumann, Künstler, Pigeot, Tutz: Statistik - Der Weg zur Datenanalyse, 8. Auflage, Springer Spektrum (2016).

Field, Miles, Field: Discovering Statistics Using R, SAGE Publications (2012)

Caputo, Fahrmeir, Künstler, Lang, Pigeot, Tutz: Arbeitsbuch Statistik, 5. Auflage, Springer Verlag (2009).

**Modulverantwortliche(r):**

Thielen, Clemens; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Statistics (Exercise) (Übung, 2 SWS)

Thielen C [L], Thielen C

Statistics (Lecture) (Vorlesung, 2 SWS)

Thielen C [L], Thielen C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Pflichtmodule Bereich Chemie | Compulsory Modules Chemistry

### Modulbeschreibung

#### CS0152: Physikalische Chemie | Physical Chemistry [PhysChem]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse werden in Form einer schriftlichen Klausur geprüft (120 min). Die Studenten/innen lösen physikalisch-chemische Rechenaufgaben und beantworten Fragen zu Definitionen oder physikalisch-chemischen Zusammenhängen. Sie weisen nach, dass sie die im Rahmen des Moduls behandelten grundlegenden Zusammenhänge der physikalischen Chemie verstanden haben und die Gleichungssysteme anwenden können. Erlaubte Hilfsmittel sind Taschenrechner. Weitere Hilfsmittel können bei Bedarf durch den Dozenten zugelassen werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Abiturkenntnisse der Mathematik (insbesondere Differentiation und Integration) und der Physik

#### Inhalt:

Grundlagen der chemischen Thermodynamik: Hauptsätze, Energieformen (U, H, G, S)  
Formelzusammenhänge; Chemisches Gleichgewicht und chemische Reaktionen; Eigenschaften von Gasen; Phasenübergänge reiner Stoffe und Mehrphasensysteme; Zweikomponentensysteme; ausgewählte Grenzflächenphänomene; Grundlagen der Reaktionskinetik;

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studenten/innen die Hauptsätze der Thermodynamik; sie sind in der Lage, Berechnungen zu U, H, S und G durchzuführen; sie verstehen Phasendiagramme von Ein- und Zweikomponentensystemen, können einfache Diagramme erstellen und die Gleichgewichtslage einfacher Systeme berechnen; sie können mit partiellen molare Größen in Mehrkomponentensystemen rechnen; sie können ideale und

reale Gasgleichungen anwenden; sie sind in der Lage, grundlegende Gleichungen zur Kinetik chemischer Reaktionen aufzustellen, zu lösen und Reaktionsordnungen zu bestimmen;

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lehrmethoden: in der Vorlesung werden die Lehrinhalte mittels Vortrag des Dozenten vermittelt, gestützt auf ppt-Präsentationen und Tafelanschrieb, wobei letztere Form in erster Linie zur Herleitung komplexerer Zusammenhänge gewählt wird. In begrenztem Umfang kann dies ergänzt werden durch Eigenstudium des Lehrbuchs durch die Studierenden zu ausgewählten Themen. Zu den Lehrinhalten werden Übungsblätter ausgegeben, die die Studierenden vor den Übungsstunden im Eigenstudium bearbeiten. Die Auflösung und Besprechung erfolgt in den Übungsstunden. Lernformen: bei der Nachbereitung der Vorlesung insbesondere beim Lösen der Übungsaufgaben beschäftigen sich die Studierenden intensiv mit den Lehrinhalten der Vorlesung, erlangen so das Verständnis der physikalisch-chemischen Zusammenhänge und üben die Anwendung der Gleichungssysteme.

**Medienform:**

Powerpoint, Tafelarbeit, Übungsblätter, Lehrbuch, optional: Skript

**Literatur:**

Lehrbuch: P.W. Atkins, J. de Paula, Physikalische Chemie, 5. Auflage, Wiley-VCH, 2013

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Nicolas Plumeré Dr. Doris Schieder

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0155: Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie | Practical Course General and Inorganic Chemistry [Chem]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 75	<b>Präsenzstunden:</b> 75

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Im Praktikum wird das Protokoll für 15 Experimente mit zunehmender Komplexität bewertet, um Prinzipien von der allgemeinen bis zur anorganischen Chemie einzubeziehen. Das Protokoll (10 Seite) sollte eine detaillierte Erläuterung der durchgeführten Experimente und der verwendeten experimentellen Methoden enthalten. Das Protokoll sollte klarstellen, dass die Studenten die Prinzipien hinter den von ihnen durchgeführten Experimenten verstanden haben. Sie sollten die experimentellen Ergebnisse diskutieren, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf der Diskussion der Diskrepanz zwischen den erhaltenen und den erwarteten experimentellen Ergebnissen liegen sollte. Bewertung des Praktikums mit bestanden/nicht bestanden. Das Praktikum gilt nur als bestanden wenn das oben aufgeführte Protokoll die Kriterien Vollständigkeit, Richtigkeit und Verständlichkeit/Anschaulichkeit jeweils zu mehr als 50% erfüllt, wobei zu einem ersten Entwurf Rückmeldung gegeben wird.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse in Chemie, Mathematik und Physik, die dem Grundkurswissen der gymnasialen Oberstufe entsprechen

#### Inhalt:

Allgemeine Grundlagen der anorganischen und physikalischen Chemie und experimentelle Versuche: Struktur von Verbindungen, Säure-/Basegleichgewichte, Redoxreaktionen, Thermodynamik, Reaktionskinetik, ausgewählte Reaktionen der anorganischen Chemie

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden kennen und verstehen chemische Strukturen, Aggregatzustände von Verbindungen und die Grundprinzipien chemischer Reaktionen. Die Studierenden sind mit dem Arbeiten in chemischen Laboratorien vertraut. Sie sind in der Lage, korrekte Reaktionsgleichungen zu formulieren und durchzuführen, und experimentell thermodynamische und kinetische Aspekte von chemischen Reaktionen zu bestimmen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Laborversuche und Labor-Geräte.

**Medienform:**

Laborgeräte

**Literatur:**

1) Praktikum-Skripte; 2) Theodore L., H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, Chemie Studieren Kompakt, 10. aktualisierte Auflage, Pearson Verlag, München;

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Rubén Costa

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Labor-Praktikum Allgemeine und anorganische Chemie (Praktikum, 5 SWS)

Costa Riquelme R [L], Asin Vicente A, Atoni Y, Englberger H, Jaschik L, Maidl M, Mauz A, Nieddu M, Schieder D, Wolf P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0215: Practical Course Organic Chemistry | Practical Course Organic Chemistry [OCP]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 75	<b>Präsenzstunden:</b> 75

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Leistung wird in Form von Protokollen der durchgeführten Laborversuche erbracht (ca. 10 Laborversuche pro Versuch 2-3 Seiten Protokoll) und dem Nachweis des Präparats mittels Schmelzpunktbestimmung. Inhalt des Protokolls ist der korrekte Versuchsaufbau, die Versuchsdurchführung, sowie eine Diskussion des Versuches mit Ablauf, Fehler(-quellen), Nachweis des Präparats durch gemessenen Schmelzpunkt (vgl. mit Literaturwert). Dadurch sollen die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind die theoretischen Grundlagen des Versuches zu verstehen, ihre Versuchsdurchführung zu dokumentieren, die erfolgreiche Synthese eines Präparats nachzuweisen. Die eingereichten Protokolle werden nach Vollständigkeit, Richtigkeit und Verständlichkeit/Anschaulichkeit benotet, wobei eine einmalige Korrektur der Protokolle möglich ist. Das Protokoll gilt als bestanden, wenn die Kriterien zu mehr als 50% erfüllt sind. Das Modul gilt als bestanden, wenn alle Protokolle bzw. Präparate bestanden sind.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen organische Chemie, anorganische Chemie

#### Inhalt:

Rückflusskochen, Kristallisieren, Destillieren, Abnutschen, Ausschütteln mit nicht mischbaren organischen Lösungsmitteln, Dünnschichtchromatographie, Säulenchromatographie

#### Lernergebnisse:

Die Studierenden haben praktische Fähigkeiten zur Durchführung organisch chemischer Reaktionen erworben. Anhand einfacher Reaktionen wurden die typischen Handgriffe organisch-chemischen Arbeitens erlernt. Die Studenten können nach Abschluss des Praktikums einen

Versuch korrekt vorbereiten und aufbauen, durchführen, protokollieren, das erhaltene Ergebnis analysieren, sowie mögliche Ursachen von Fehlwerten erkennen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Durch eigenes Experimentieren der Studierenden unter Anleitung werden Handhabung von Chemikalien und Geräten eingeübt, dadurch werden manuelle Fähigkeiten und experimentelles Geschick erworben. Es werden ca. 10 Versuche durchgeführt.

**Medienform:**

Praktikumslabor

**Literatur:**

H.G. Becker, Organikum, 21. Aufl., Wiley VCH

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Nicolas Plumeré

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0168: Instrumentelle Analytik und Spektroskopie | Instrumental Analysis and Spectroscopy

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2024

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 8	<b>Gesamtstunden:</b> 240	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 135	<b>Präsenzstunden:</b> 105

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Erreichung der angestrebten Lernziele wird in einer schriftlichen Abschlussprüfung (90 Minuten) überprüft. Dabei zeigen die Studierenden, dass sie die grundlegenden Konzepte der behandelten Analysemethoden kennen und verstehen. Anhand konkreter Fragestellungen (Beispielaufgaben) zeigen die Studierenden, dass sie die erworbenen Konzepte in einfachen Fällen auch lösungsorientiert anwenden können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

In dem Modul werden die Grundlagen der Instrumentellen Analytik vermittelt. Methoden die instrumentellen Analytik bilden einen wesentlichen Baustein auch bei der Entwicklung von chemischen Synthesewegen mit erhöhter Nachhaltigkeit. Im Modul werden die einzelnen physikalisch-chemische Charakterisierungsmethoden, die grundlegenden Messprinzipien und der Aufbau der Analysegeräte detailliert besprochen. Im Einzelnen sind dies: Optische/elektrische/magnetische Messungen, Adsorption/Desorption als Grundlage der chromatographischen Techniken, Absorption / Emission bei Schwingungsspektroskopie und Spektroskopie in UV/Vis, Kernresonanzspektroskopie, Massenbestimmung und -spektrometrie, Streumethoden, Atomspektroskopie und die Gas- und Hochleistungsflüssig-chromatographie. Der Umgang mit den daraus erhaltenen Messergebnissen wird anhand von Fallbeispielen eingehend erklärt.

**Lernergebnisse:**

Nach dem Besuch des Pflichtmoduls sind die Studierenden in der Lage, entsprechende physikalisch-chemische Analysemethoden für zugrundeliegende praktische Fragestellungen auszuwählen und diese bedarfsgerecht anzuwenden. Die Studierenden können auf Basis des erworbenen Wissens die damit erhaltenen Messergebnisse kompetent analysieren. Sie verstehen die Bedeutung der instrumentellen Analytik für die chemische Synthesen im allgemeinen und für die Nachhaltigkeit in der chemischen Synthese im Besonderen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

In der Vorlesung werden anhand von ppt-Präsentationen, Lehrvideos und Tafelbildern die theoretischen Grundlagen der im laborpraktischen Teil durchgeführten Experimente vermittelt. Im Praktikum werden vorgegebene Experimente durchgeführt und von den Studierenden selbstständig ausgewertet, dokumentiert und interpretiert

**Medienform:**

Präsentation, Skript, Fälle und Lösungen Labor und Geräte

**Literatur:**

Skript, Musterlösungen zu den Übungen

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Broder Rühmann

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Instrumentelle Analytik und Spektroskopie (Vorlesung) (Vorlesung, 3 SWS)

Rühmann B [L], Fuenzalida Werner J, Riepl H, Rühmann B, Urmann C

Instrumentelle Analytik und Spektroskopie (Seminar) (Übung, 4 SWS)

Rühmann B [L], Fuenzalida Werner J, Riepl H, Rühmann B, Urmann C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0166: Organische Chemie für Fortgeschrittene | Advanced Organic Chemistry [OGF]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Studierenden können in einer schriftlichen Klausur (90min) darstellen, daß sie die angewandten chemischen Reaktionen verstehen und in Formelgleichungen wiedergeben können. Die Studierenden zeigen, dass sie die verschiedenen Klassen der Naturstoffe in Formelbildern wiedergeben können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Modul Organische Chemie

#### Inhalt:

Erdöl und Erdgas als Primärquelle, Crack- und steam reforming Reaktionen, technische Olefinchemie, technische Aromatenchemie, Polyolefine, Stickstoff-haltige organische Zwischenprodukte, organische Carbonsäuren und andere Sauerstoffverbindungen als Vorstufe der Polyesterproduktion, organisch-chemische Elektrochemie. Chemie der Kohlehydrate

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die chemischen Reaktionen der petrochemischen Industrie zu verstehen. Sie können Produktstammbäume darstellen ausgehend von den Neben- und Koppelprodukten der Reaktionen. Sie sind anhand dieser Kenntnisse in der Lage, Zwischenproduktketten bis hin beispielsweise zum fertigen Kunststoff zu klassifizieren. Die Studierenden können typische Reaktionen verschiedener Klassen organischer Substanzen erfassen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung durch Lehrpersonal mit PP-Präsentationen, Folien, Büchern u.A. Zusätzlich eine Exkursion Werke der chem. Industrie um die typischen Industrieanlagen räumlich veranschaulicht zu bekommen. Zu den Lehrinhalten werden Übungsblätter ausgegeben, die die Studierenden vor den Übungsstunden im Eigenstudium bearbeiten. Die Auflösung und Besprechung erfolgt in den Übungsstunden. Bei der Nachbereitung der Vorlesung insbesondere beim Lösen der Übungsaufgaben beschäftigen sich die Studierenden intensiv mit den Lehrinhalten der Vorlesung, erlangen so das Verständnis für die chemischen Reaktionen der petrochemischen Industrie und üben die Darstellung von Produktstammbäumen.

**Medienform:**

Präsentationen mit Powerpoint, Tafelarbeit, /Vorlesungsskript

**Literatur:**

K. Weissermel, H.J.Arpe, Industrial Organic Chemistry, 4. Auflage, VCH Weinheim

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Herbert Riepl

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Organische Chemie für Fortgeschrittene (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Riepl H [L], Riepl H

Organische Chemie für Fortgeschrittene (Übung) (Übung, 2 SWS)

Riepl H [L], Riepl H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0172: Green Chemistry | Green Chemistry [GreenChem]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2024

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 105	<b>Präsenzstunden:</b> 45

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Studierenden erfahren Kenntnisse zu industriellen Prozessen und den Prinzipien von Green Chemistry. Nach bestandener Prüfung können die Studierenden wesentliche Prinzipien von Green Chemistry in Beispielen industrieller Prozesse identifizieren. Sie sind in der Lage, einfache Vorschläge zu machen, wie bestehende Prozesse zu verändern wären, damit sie den Prinzipien von Green Chemistry entsprechen. Die schriftliche Prüfung dauert 90 min. Hilfsmittel sind keine erlaubt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen Chemie, Physik und Biologie

#### Inhalt:

Das Modul beinhaltet eine Einführung in die Grundlagen umweltfreundlicher "grüner" Syntheseverfahren für chemische Erzeugnisse. Die 12 Grundprinzipien des „Green Engineering“ werden behandelt. Die nachhaltige Produktion und Verarbeitung, Prozessoptimierung sowie innovative Technikansätze und optimierte Trennverfahren werden diskutiert. Es werden die verschiedenen Verfahren unter dem Aspekt der relevanten Umweltaspekte, der Nachhaltigkeit und des Energiebedarfs sowie Rohstoffbedarfs (Lösungsmittel) aufgezeigt.

#### Lernergebnisse:

Mit dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Grundprinzipien einer umweltfreundlichen und nachhaltigen Produktion von Chemikalien beschreiben und am Beispiel ausgewählter Prozessketten herausstellen. Sie können den spezifischen Ressourcenbedarf in Bezug auf Energie, Roh- und Hilfsstoffe sowie die Ausbeute bei der Herstellung, Emissionen in Luft, Wasser und Boden, sowie Abwasser- und Abfallmengen gegenüberstellen und sind fähig,

Syntheseverfahren auch im Hinblick auf vorgeschaltete Aufbereitungsschritte und nachgeschaltete Trennoperationen darzustellen. Sie können Produktionsprozesse im Hinblick auf Nachhaltigkeit selbständig analysieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung mit Tafelanschriften und Präsentationen: Grundlegende Erarbeitung und Ableitung der fachlichen Inhalte; Seminar mit schriftlichen Aufgaben. Vertiefung der fachlichen Lerninhalte durch Lernaktivität der Studierenden selbst.

**Medienform:**

Vorlesung, Tafelanschrift, Folienskript, Gruppenarbeit

**Literatur:**

Jiménez-González, Constable, Green Chemistry and Engineering, Wiley-VCH, 2010

**Modulverantwortliche(r):**

Riepl, Herbert; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Green Chemistry (Lecture) (Vorlesung, 2 SWS)

Riepl H [L], Riepl H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Pflichtmodule Bereich Molekulare Biologie | Compulsory Modules Molecular Biology

### Modulbeschreibung

#### CS0157: Zell- und Mikrobiologie | Cell Biology and Microbiology [MiBi]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 105	<b>Präsenzstunden:</b> 45

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse werden in einer schriftlichen Prüfung überprüft, in der die Studierenden wichtige Grundlagen der Biologie ohne Hilfsmittel abrufen und erinnern sollen. Die Studierenden weisen zudem nach, dass sie in der Lage sind, in einer vorgegebenen Zeit eine Problemstellung zu erkennen und zu lösen, indem sie Verständnisfragen zu den behandelten grundlegenden Zell- und Mikrobiologischen Prozessen beantworten. Das Beantworten der Fragen erfordert hauptsächlich eigene Formulierungen, wodurch das korrekte Erinnern wichtiger Fachbegriffe mitüberprüft wird. Bei der Prüfung erfolgt die Aufgabenstellung in beiden Sprachen und die Bearbeitung der Prüfungsaufgaben kann wahlweise auf Deutsch oder Englisch stattfinden. Die Prüfungsdauer beträgt 90 Minuten.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

After having participated in the module units the students possess basic knowledge about the structure and function of biomolecules. They know important elements of pro- and eukaryotic cells and can differentiate between these life forms. They know the basics of the genetic flow of informations and of the most important metabolic pathways and can grade bacteria, fungi and plants to higher-ranking systematic groups. After completion of the module the participants know different microorganisms, can describe their properties and understand basic cellular processes. Furthermore, the students can reflect biological terms, define processes and are able to use their

knowledge to solve problems. They understand basic ecological challenges and prerequisites of sustainable development.

**Lernergebnisse:**

Nach Besuch des Moduls besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse über Struktur und Funktion von Biomolekülen. Sie kennen wichtige Bestandteile pro- und eukaryotischer Zellen und können zwischen diesen Lebensformen differenzieren. Sie kennen die Grundlagen des genetischen Informationsflusses und der wichtigsten Stoffwechselwege und können Bakterien, Pilze und Pflanzen in übergeordnete systematische Gruppen einteilen. Nach Abschluss des Moduls kennen die Teilnehmer verschiedene Mikroorganismen, können ihre Eigenschaften beschreiben und sie verstehen grundlegende zelluläre Vorgänge. Die Studierenden können weiterhin biologische Fachbegriffe wiedergeben und Prozesse definieren und sind in der Lage ihr Wissen zur Lösung von Fragestellungen anzuwenden. Sie zeigen ein grundsätzliches Verständnis für ökologische Herausforderungen, als Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrinhalte werden mittels Vortrag des Dozierenden vermittelt, gestützt auf ppt-Präsentationen und Tafelanschrieb.

**Medienform:**

Powerpoint, Tafelarbeit

**Literatur:**

"Brock Mikrobiologie" von Michael T. Madigan, Kelly S. Bender, Daniel H. Buckley, W. Matthew Sattley, David A. Stahl, Pearson, 15. Auflage (2020)

"Campbell Biologie" von Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, Jane B. Reece, Pearson, 11. Auflage (2019)

**Modulverantwortliche(r):**

apl. Prof. Erich Glawischnig

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Zell- und Mikrobiologie (Vorlesung, 3 SWS)

Glawischnig E [L], Glawischnig E

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0216: Praktikum Mikrobiologie | Practical Course Microbiology

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 75	<b>Präsenzstunden:</b> 75

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Leistung wird in Form von schriftlichen Protokollen der durchgeführten Laborversuche erbracht (Etwa 7 Versuche und pro Versuch etwa 4 Seiten Protokoll). In diesen sollen die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind die theoretischen Grundlagen der Versuche zu verstehen, ihre Versuchsdurchführung zu dokumentieren, und ihre Ergebnisse auszuwerten. Zudem sollen sie zeigen, dass sie Abweichungen von den erwarteten Ergebnissen und mögliche Ursachen diskutieren können. Bewertung des Praktikums mit bestanden/nicht bestanden. Das Praktikum gilt nur als bestanden wenn das oben aufgeführte Protokoll die Kriterien Vollständigkeit, Richtigkeit und Verständlichkeit/Anschaulichkeit jeweils zu mehr als 50% erfüllt, wobei zu einem ersten Entwurf Rückmeldung gegeben wird.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Modul Zell- und Mikrobiologie

#### Inhalt:

Mikroskopie, Methoden der Keimisolierung, Keimzahlbestimmung, Differenzierung von Bakterien, Isolierung von Mikroorganismen, Identifizierungsmethoden für Mikroorganismen, Wachstumsverhalten von Mikroorganismen

#### Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden mit dem Ausführen von Experimenten in mikrobiologischen Laboren vertraut und in der Lage, die vermittelten mikrobiologischen Arbeitstechniken mindestens in den Grundzügen anzuwenden. Sie beherrschen steriles Arbeiten und können Mikroorganismen identifizieren. Sie besitzen zudem ein tieferes Verständnis der Theorien, die den Experimenten zugrunde liegen, einschließlich der

ökologischen Bedeutung des mikrobiellen Stoffwechsels. Darüber hinaus können die Studierenden Laborexperimente korrekt protokollieren und anhand der theoretischen Hintergründe unter Anleitung auswerten und analysieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Laborexperimente in Kleingruppen (ca. 14 Versuche) unter Anleitung mit vorheriger Einführung in die Theorie zu den einzelnen Experimenten (Vorlesung), sowie Auswertung der Ergebnisse in Form von Versuchsprotokollen.

In der Vorlesung werden zudem sicherheitsrelevante Aspekte vermittelt.

**Medienform:**

Praktikumsskript

**Literatur:**

Praktikumsskript

**Modulverantwortliche(r):**

Erich Glawischnig

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0210: Bioinformatik | Bioinformatics

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Klausur (90 Minuten) erbracht. Es werden Aufgabenstellungen vorgegeben, an denen die Studierenden nachweisen sollen, dass sie die im Rahmen des Moduls vermittelten bioinformatischen Methoden kennen und verstanden haben und in der Lage sind, diese auf konkrete Fallbeispiele anzuwenden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

CS0001 Foundations of Programming, CS0130 Grundlagen Biologie

#### Inhalt:

Ausgewählte bioinformatische Methoden zur Analyse von biologischen und biochemischen Daten, insbesondere aus dem Bereich der biologischen Datenbanken (z. B. NCBI, Swissprot), Algorithmen für Sequenzalignments (z. B. Needleman-Wunsch, Smith-Waterman, ClustalW, BLAST) sowie Methoden zur phylogenetischen Analyse. Die Methoden sollen in der Vorlesung vorgestellt werden. Im Rahmen der Übung soll ihre Anwendung anhand konkreter Fallbeispiele aus den Bereichen Biotechnologie und Nachhaltigkeit geübt werden.

#### Lernergebnisse:

Die Studierenden kennen die wichtigsten bioinformatischen Methoden und Datenbanken (z. B. NCBI, Swissprot, Needleman-Wunsch, Smith-Waterman, ClustalW, BLAST, Neighbor Joining, UPGMA), die für die Analyse biologischer Daten erforderlich sind. Sie haben diese Methoden verstanden und sind in der Lage, für konkrete Fallbeispiele geeignete bioinformatische Verfahren auszuwählen und durchzuführen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

In der Vorlesung werden theoretische Grundlagen in der Bioinformatik eingeführt. Neben einer Zentralübung, in der die Konzepte aus der Vorlesung anhand von Beispielaufgaben vertieft werden, werden in der Übung wichtige praktische Grundfertigkeiten im Programmieren ausgebaut und grundlegende Linux Kenntnisse erarbeitet, um moderne bioinformatische Tools und Analysen selbständig durchführen zu können.

**Medienform:**

Folienpräsentation, Tafelanschrieb, Vorlesungs- und Zentralübungsaufzeichnung, Diskussionsforen in E-Learning  
Plattformen; Arbeiten am PC

**Literatur:**

Bioinformatik: Grundlagen, Algorithmen, Anwendungen, Rainer Merkl  
Bioinformatics and Functional Genomics, Jonathan Pevsner

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Dominik Grimm

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Bioinformatik (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)  
Grimm D [L], Grimm D

Bioinformatik (Übung) (Übung, 2 SWS)  
Grimm D [L], Grimm D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0257: Molekularbiologie und Gentechnik | Molecular Biology and Genetics [MolBio]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 8	<b>Gesamtstunden:</b> 240	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 150	<b>Präsenzstunden:</b> 90

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus einer schriftlichen Klausur (90 Minuten), in der die Studierenden zeigen, dass sie in der Lage sind, ihr theoretisches und laborpraktisches Wissen wiederzugeben, zu strukturieren und auf Fragestellungen anzuwenden. In Form von schriftlichen Protokollen der durchgeführten Laborversuche (pro Versuch etwa 5 Seiten Protokoll) weisen die Studierenden nach, dass sie theoretische Grundlagen, Versuchsergebnisse und eine entsprechende Analyse und Bewertung angemessen dokumentieren und darstellen können (unbenotete Studienleistung).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreich abgelegte Prüfung des Moduls Zell- und Mikrobiologie (CS0256) oder eines äquivalenten Moduls. Als Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum muss die schriftliche Prüfung zur Vorlesung erfolgreich abgelegt werden.

#### Inhalt:

molekularer Aufbau der DNA, Plasmide, Bakteriophagen, Mutagenese-Strategien, bakterielle Genome, prokaryotische Genregulation, Transformation von Organismen, Gentechnik, Gentechnikverordnung, Genomeditierung, Klonierung von DNA-Fragmenten, heterologe Genexpression, Verfahren zur Analyse von DNA, RNA, Proteinen.

#### Lernergebnisse:

Nach Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden Kenntnisse über die wichtigsten molekularbiologischen Methoden. Sie wissen, wie man Nucleinsäuren isoliert, analysiert und manipuliert und besitzen ein Verständnis zur Transformation von Mikroorganismen. Sie verstehen, was ein gentechnisch veränderter Organismus ist und können Gefahren und Nutzen

gentechnischer Experimente einschätzen einschließlich der Vorteile neuer transgener Stämme für nachhaltige Produktionsprozesse. Die Studierenden können molekularbiologische Experimente durchführen, auswerten und mögliche Fehlerquellen benennen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

In der Vorlesung werden anhand von ppt-Präsentationen, Lehrvideos und Tafelbildern die theoretischen Grundlagen der im laborpraktischen Teil durchgeführten Experimente vermittelt. Im Praktikum werden vorgegebene Experimente durchgeführt und von den Studierenden selbstständig ausgewertet und dokumentiert.

**Medienform:**

Powerpoint, Tafelarbeit, Praktikumsskript

**Literatur:**

Molekularbiologische Methoden 2.0, T. Reinard, Utb, 2. Auflage, ISBN: 978-3-8252-8742-9

Mikrobiologie, J. L. Slonczewski, J. W. Foster, Springer Spektrum, 2. Auflage, ISBN: 978-3-8274-2909-4

Genome und Gene, T. A. Brown, Spektrum, 3. Auflage, ISBN: 978-3-8274-1843-2

Gentechnische Methoden, M. Jansohn, S. Rothhämel, Springer Spektrum, 2. Auflage, ISBN: 978-3-8274-2429-7

An Intro to Genetic Engineering, Desmond S. T. Nicholl, 3ed., Cambridge University Press, ISBN: 978-0521615211

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Bastian Blombach

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Molekularbiologie und Gentechnik (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Blombach B [L], Blombach B

Molekularbiologie und Gentechnik (Praktikum) (Praktikum, 4 SWS)

Blombach B [L], Blombach B, Glawischnig E, Hädrich M, Schulze C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0186: Biochemie | Biochemistry [BC]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse werden in Form einer schriftlichen Klausur (90 Minuten Prüfungsdauer) überprüft. Die Studierenden weisen anhand von Fragen zu biochemischen Stoffwechselwegen und zur Enzymatik nach, dass sie die entsprechenden Fachausdrücke, Bezeichnungen und Inhalte kennen, sie die grundlegenden Zusammenhänge verstanden haben und ihr Wissen um die ablaufenden Reaktionen im Rahmen der kinetischen und thermodynamische Zusammenhänge anwenden können. Dazu werden auch konkrete Rechenaufgaben gestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen "Organische Chemie", "Allgemeine und Anorganische Chemie" und "Zell- und Mikrobiologie".

#### Inhalt:

Enzymologie: Innerhalb des Moduls werden die Studierenden in die Grundlagen der Enzymkatalyse eingeführt. Die Enzymkatalyse und die biochemischen Wege stellen heutzutage einen zentralen Baustein in der die Nachhaltige Chemische Synthese dar, vor allem bei der Synthese von Biopharmazeutika.

Hierbei sollen unter anderem Theorien zum Ablauf enzymatischer Reaktionen, die speziellen Aspekte der Kinetik und der Thermodynamik enzymkatalysierter Reaktionen, Inhibitionsmechanismen sowie Möglichkeiten zur Berechnung kinetischer Parameter behandelt werden. Stoffwechsel: Grundlegende Stoffwechselwege wie z.B. Glykolyse, Citrat-Zyklus, Gluconeogenese, etc. werden in der Vorlesung vorgestellt. Hierbei wird detailliert auf den generellen Ablauf der Reaktionskaskaden, die thermodynamischen Aspekte der Energiegewinnung sowie Mechanismen der Modulation der einzelnen Wege eingegangen.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage grundlegende Konzepte, Phänomene und Zusammenhänge in der Biochemie zu beschreiben und zu erklären. Die Studierenden kennen wichtige Eigenschaften von Proteinen, sie verstehen die Bedeutung kinetischer Parameter enzymatischer Reaktionen und können diese berechnen und auf neue Fragestellungen (z.B. Inhibition) anwenden. Darüberhinaus können die Studierenden grundlegende Stoffwechselwege der wichtigsten Stoffklassen detailliert beschreiben und sie verstehen die Einzelschritte und Regulationsmechanismen der jeweiligen Wege. Sie haben verstanden, dass biochemische Reaktionen im Regelfall Reaktionen mit sehr hoher Nachhaltigkeit sind, die als Vorbild für nachhaltige chemische Reaktionen dienen können.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte mittels Vortrag des Dozierenden vermittelt, gestützt auf ppt-Präsentationen und Tafelanschrieb. Zu den Lehrinhalten werden Übungsblätter erstellt, die von den Studierenden im Eigenstudium bearbeitet werden. Die Lösung und Besprechung der Übungsaufgaben erfolgt in den Übungsstunden.

### **Medienform:**

Präsentationen, PowerPoint, Vorlesungsskript, Übungsblätter

### **Literatur:**

- Voet, D. , Voet, J.G., Biochemistry 4th Edition, Wiley-VCH, 2011;
- Nelson, D.L, Cox, M.M., Lehninger Principles of Biochemistry 5th Edition, WH Freeman, 2008;
- Berg, J.M, Tymoczko, J.L., Stryer, L., Biochemistry 6th Edition, 2006

### **Modulverantwortliche(r):**

Sieber, Volker; Prof. Dr. rer. nat.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Biochemie (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Al-Shameri A [L], Al-Shameri A

Biochemie (Übung) (Übung, 2 SWS)

Al-Shameri A [L], Schulz M, Siebert D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0218: Praktikum Biochemie | Practical Course Biochemistry [Pra BC]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 60	<b>Präsenzstunden:</b> 90

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse werden in einer 30 minütigen mündlichen Prüfung überprüft, in der die Studierenden zeigen, dass sie die theoretischen Hintergründe der Versuche verstanden haben. Darüber hinaus sollen die wichtigsten Ergebnisse der laborpraktischen Versuche berichtet und diskutiert werden und es sollen Fragen zu den durchgeführten Experimenten beantwortet werden können.

Durch die korrekte Durchführung aller Laborexperimente mit korrekter Protokollierung (pro Experiment etwa 5 Seiten Protokoll) weisen die Studierenden zudem nach, dass sie die vermittelten experimentellen Arbeitstechniken anwenden und Laborexperimente ordnungsgemäß dokumentieren können (unbenotete Studienleistung).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Praktikum Mikrobiologie

#### Inhalt:

Im Praktikum werden allgemein notwendige Grundlagen für das Arbeiten in biochemischen Laboren, sowie spezielle Methoden zur Trennung und Charakterisierung von Molekülen vermittelt. Darüber hinaus werden grundlegende biochemische Methoden vermittelt, insbesondere die Isolierung von Nukleinsäuren und Proteinen und ihre Analyse mittels Spektroskopie und Gelelektrophorese, sowie die Analyse enzymkatalysierter Reaktionen.

#### Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden mit dem Ausführen von Experimenten in biochemischen Laboren vertraut und in der Lage, die vermittelten experimentellen Methoden mindestens in den Grundzügen anzuwenden. Sie besitzen zudem ein tieferes

Verständnis der Theorien, die den Experimenten zugrunde liegen. Darüber hinaus können die Studierenden Laborexperimente korrekt protokollieren und anhand der theoretischen Hintergründe unter Anleitung auswerten und analysieren. Sie können ihre Ergebnisse kritisch hinterfragen und auf Plausibilität überprüfen. Die Studierenden verfügen somit über grundlegende praktische Fähigkeiten um in biologisch-chemischen Laboratorien an neuen, biobasierten Synthesen für eine nachhaltige Chemie zu arbeiten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Laborexperimente in Kleingruppen unter Anleitung mit vorheriger Einführung in die Theorie zu den einzelnen Experimenten, sowie Auswertung der Ergebnisse in Form von Versuchsprotokollen. In der Übung wird das Dokumentieren und Auswerten der Versuche anhand vorgegebener Daten und Fragestellungen erlernt. Die in der Übung erworbenen Fähigkeiten werden dann bei der Auswertung und Dokumentation der eigenen Experimente angewendet.

**Medienform:**

Praktikumsskript, ppt-Präsentationen, Tafelanschrift, Labor, Laborgeräte

**Literatur:**

Praktikumsskript

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Volker Sieber

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0187: Enzyme und Ihre Reaktionen | Enzymes and Their Reactions [EnzReakt]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2024

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse werden in Form einer schriftlichen Klausur (90 Minuten Prüfungsdauer) überprüft. Die Studierenden weisen anhand von Fragen zu biochemischen Stoffwechselwegen und zur Enzymatik nach, dass sie die entsprechenden Fachausdrücke, Bezeichnungen und Inhalte kennen, sie die grundlegenden Zusammenhänge verstanden haben und ihr Wissen um die ablaufenden Reaktionen im Rahmen der kinetischen und thermodynamische Zusammenhänge anwenden können. Dazu werden auch konkrete Rechenaufgaben gestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen "Organische Chemie", "Allgemeine und Anorganische Chemie", "Biochemie" und "Zell- und Mikrobiologie"

#### Inhalt:

Enzyme sind hocheffiziente Katalysatoren der biochemischen Reaktionen in lebenden Organismen. Als solche bieten sie deswegen ein hervorragendes Potenzial als alternative Katalysatoren für die Etablierung einer zukünftigen nachhaltigen und grünen Chemie. Im Hinblick darauf gibt die Lehrveranstaltung einen breiten Überblick über die verschiedenen Enzymklassen (Oxidoreduktasen, Isomerasen, Hydrolasen, Lyasen, Transferasen und Ligasen) und die von Enzymen katalysierten Reaktionen. Dabei werden verschiedene Reaktionsmechanismen aus chemischer Sicht betrachtet und daraus die Anwendung von Enzymen in einfachen chemischen Umsetzungen und technischen Feldern abgeleitet und umfassend dargestellt. Die Rolle komplexer Cofaktoren (radikalbildend, redoxaktiv, elektronenverschiebend, Ionen stabilisierend etc.) wird vorgestellt und daraus die Limitationen von Enzymreaktionen erarbeitet. Mit Datenbanken zu Enzymreaktionen und thermodynamischen Größen (z.B. aus der Theorie der

Gruppenbeitragsmethoden) werden Zielprodukte enzymatischer Reaktionen insb. im Bereich der Biomassenutzung erschlossen.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die von Enzymen katalysierten chemischen Reaktionen und wissen, wie mit diesen eine erhöhte Nachhaltigkeit in der chemischen Synthese erreicht werden kann. Die Studierenden sind in der Lage, basierend auf diesem Verständnis ein- und mehrstufige enzymatische Prozesse zu designen und mit Hilfe von thermodynamischen und kinetischen Reaktionsdaten zu bewerten. Die Studierenden verfügen damit über das grundlegende Wissen für weiterführende Kurse, insbesondere zum Bioengineering von Enzymen als Katalysatoren für neue, nachhaltige industrielle chemische Prozesse.

**Lehr- und Lernmethoden:**

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte mittels Vortrag des Dozierenden vermittelt, gestützt auf ppt-Präsentationen, Tafelanschrieb und Arbeit mit Datenbanken. Zu den Lehrinhalten werden Übungsblätter erstellt, die von den Studierenden im Eigenstudium bearbeitet werden. Die Lösung und Besprechung der Übungsaufgaben erfolgt in den Übungsstunden.

**Medienform:**

Präsentationen, PowerPoint, Vorlesungsskript, Übungsblätter, Arbeit mit dem Computer und Datenbanken zu Enzymreaktionen

**Literatur:**

Voet, D. , Voet, J.G., Biochemistry 4th Edition, Wiley-VCH, 2011; Perry A. Frey und Adrian D. Hegeman, Enzymatic Reaction Mechanisms, Oxford Univ Press, 2006; Reinhard Renneberg, Darja Süßbier, Biotechnologie für Einsteiger, 3. Auflage, Spektrum Verlag Heidelberg 2010; A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey, Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, 2006

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Volker Sieber

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Enzyme und ihre Reaktionen (Übung) (Übung, 2 SWS)

Schieder D

Enzyme und ihre Reaktionen (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Sieber V

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Pflichtmodule Bereich Verfahrenstechnik | Compulsory Modules Process Engineering

### Modulbeschreibung

## CS0231: Chemische und Thermische Verfahrenstechnik | Reaction Engineering and Fluid Separations

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 10	<b>Gesamtstunden:</b> 300	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 180	<b>Präsenzstunden:</b> 120

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur überprüft. Es werden sowohl Rechenaufgaben zur Reaktionstechnik als auch thermischen Trennprozessen sowie der Reaktionstechnik gestellt. Die Studierenden zeigen, dass sie Kinetiken in technischen Reaktoren diagrammartig erklären können. Sie beweisen, dass sie Fragen zu den Grundlagen der Katalyse beantworten können. Die Auslegung und Bilanzierung der Prozessschritte und die Anwendung der grundlegenden Konzepte und Zusammenhänge im Bereich thermischen Trenntechnik werden geprüft. Es wird anhand verschiedener Aufgabenstellungen (u.a. Rechenaufgaben) die Fähigkeit, innerhalb begrenzter Zeit das erworbene Wissen zur Lösung grundsätzlicher verfahrenstechnischer Fragestellungen (Auslegung von Rührern, Rohrreaktoren etc.) zu lösen, geprüft.

Prüfungsdauer: 120 Minuten, Hilfsmittel: Vier DIN-A4 Seiten beliebig beschrieben/bedrucktes Papier sowie ein nicht-programmierbarer Taschenrechner.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen der Thermodynamik (CS0065),  
Allgemeine Chemie (CS0220)

### Inhalt:

Reaktionskinetik, Katalysatoren, Besonderheiten der homogenen und heterogenen Katalyse;  
Chemische Reaktionstechnik: homogene/heterogene Reaktionen, Reaktorformen (z.B.

Rührkessel, Rohrreaktor, Festbett, Wirbelstrom), Kennzahlen zu der Reaktortypen (z.B. Reaktionskessel, Strömungrohr), Arten der Reaktionsführung (z.B. stationär, nicht stationär, kontinuierlich, isotherm), Strömungsverhältnisse und Verweilzeitverhalten in Reaktoren, Wärmehaushalt von Reaktoren, Strategien zur Optimierung der Reaktionsführung. Einführung in die thermischen Trennverfahren, Auslegungsmethoden (Berechnungsverfahren und grafische Methoden), Ein- und mehrstufige Trennoperationen, McCabe-Thiele-Konstruktion, HTU-NTU-Ansatz, Polstrahlverfahren, Short-Cut-Methoden, Machbarkeitsgrenzen für Trennapparate. Anwendungen in Destillation, Absorption, Extraktion, Membranverfahren, Adsorption, industrielle Apparate.

### **Lernergebnisse:**

Nach Teilnahme am Modul sind die Studierenden mit den wichtigsten Reaktionstypen und Kenngrößen der chemischen Katalyse und Reaktionstechnik vertraut und in der Lage, für vorgegebene chemische Reaktionen geeignete Reaktionsführungen anzuwenden und für gängige Reaktionstypen kinetische Berechnungen durchzuführen sowie Parameter, wie Verweilzeitverhalten und Wärmebedarf der Reaktoren, zu berechnen.

Sie sind damit in der Lage, die an den Beispielen erlernten Methoden auch auf neue Prozesse zu übertragen. Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, auf der Basis von Zustandsdiagrammen die thermischen Trennverfahren Destillation, Absorption, Extraktion und Membranverfahren auszulegen und zu bewerten. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, die Grundprinzipien der genannten Trennprozesse und die im industriellen Maßstab eingesetzten Apparate zu verstehen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen und parallelen Übungen. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag und durch Präsentationen vermittelt. Studierende sollen zur Vertiefung zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt werden. In den im Rahmen des Moduls durchgeführten Übungen werden die gelernten Inhalte direkt praxisnah anhand von Rechenbeispielen angewandt.

### **Medienform:**

Unterstützende Videos, Skript, Beiblätter, Übungsblätter

### **Literatur:**

O. LEVENSPIEL: Chemical Reaction Engineering. 3. Auflage, John Wiley & Sons, New York (1998)

G. EMIG, E. KLEMM: Chemische Reaktionstechnik. 6. Auflage, Springer Vieweg, Berlin (2017)

Sattler, K.: Thermische Trennverfahren: Grundlagen, Auslegung, Apparate, 3. Auflage, Wiley-VCH, Weinheim, 2002.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Jakob Burger

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Chemische Reaktionstechnik (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Burger J [L], Burger J, Ibanez M

Thermische Verfahrenstechnik (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Burger J [L], Burger J, Ibanez M, Rosen N, Staudt J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0188: Praktikum Allgemeine Verfahrenstechnik [PVT]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 75	<b>Präsenzstunden:</b> 75

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Leistung wird in Form von schriftlichen Protokollen der durchgeführten Laborversuche erbracht (Etwa 5 Versuche und pro Versuch etwa 4 Seiten Protokoll). In diesen sollen die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind die theoretischen Grundlagen der Versuche zu verstehen, ihre Versuchsdurchführung zu dokumentieren, und ihre Ergebnisse auszuwerten. Zudem sollen sie zeigen, dass sie Abweichungen von den erwarteten Ergebnissen und mögliche Ursachen diskutieren können. Bewertung des Praktikums mit bestanden/nicht bestanden. Das Praktikum gilt nur als bestanden wenn das oben aufgeführte Protokoll die Kriterien Vollständigkeit, Richtigkeit und Verständlichkeit/Anschaulichkeit jeweils zu mehr als 50% erfüllt, wobei zu einem ersten Entwurf Rückmeldung gegeben wird.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Chemische und Thermische Verfahrenstechnik, Technische Thermodynamik, Chemische Thermodynamik und Stofftransport

#### Inhalt:

Grundlagenoperationen der Verfahrenstechnik, insbesondere aus den chemischen, thermischen und mechanischen Bereichen z.B. Destillation oder Partikelverteilungsanalyse. Der Inhalt und die Anzahl der Versuche können aus einer Vielzahl von Grundvorgängen gewählt werden und richten sich nach der vorhandenen Laborausstattung.

#### Lernergebnisse:

Nach Absolvierung des Praktikums kennen die Studierenden grundlegende Vorgänge und Prinzipien der Verfahrenstechnik (beispielsweise Destillation, Extraktion, Trocknung oder Partikelverteilungsanalyse und Abtrennung aus einem Gasstrom). Sie wissen, wie eine chemische,

physikalische oder mechanische Umwandlung ausgelegt und berechnet werden können. Außerdem kennen sie die dafür nötigen Prozessschritte.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Aneignung der Grundlagen ist durch die ausgehändigte Literatur vorzubereiten. Durch die Absolvierung des Praktikums erlernt der Student das theoretische Verständnis, die Methodik des Versuchs und den korrekten Umgang mit der installierten Messtechnik. Der Erwerb dieser Eigenschaften wird am Versuchstag geprüft und durch die Anfertigung eines Berichts bestätigt. Dabei wird außerdem die Fähigkeit zur richtigen Datenauswertung und Dokumentation überprüft.

**Medienform:**

Praktikumsskript, Laborgeräte

**Literatur:**

Praktikumsskript

**Modulverantwortliche(r):**

Burger, Jako; Prof. Dr.-Ing.: burger@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Praktikum Allgemeine Verfahrenstechnik (Praktikum, 5 SWS)

Burger J [L], Burger J, Groh D, Rosen N, Staudt J, Wolf C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0189: Bioverfahrenstechnik | Bioprocess Engineering [BVT]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Erreichung der angestrebten Lernziele wird in einer schriftlichen Abschlussprüfung (90 Minuten) überprüft. Dabei zeigen die Studierenden, dass sie die grundlegenden Konzepte der Bioverfahrenstechnik kennen und verstehen. Anhand konkreter Fragestellungen (u.a. Rechenaufgaben) zeigen die Studierenden, dass sie die erworbenen Konzepte in einfachen Fällen auch lösungsorientiert anwenden können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Die Vorlesung gibt eine grundlegende Einführung in die Bioverfahrenstechnik, in welcher alle relevanten Prozessgrößen und Berechnungen wie Bilanzierungen behandelt werden. Die vermittelten Inhalte reichen dabei von der Bestimmung der Generationszeit über die maximale spezifische Wachstumsrate, bis hin zur Bilanzierung von batch-fed-batch und kontinuierlichen Fermentationsprozessen. Darüber hinaus werden prozessrelevante Parameter wie Sauerstoff- und Wärmeübergang behandelt. Zusätzlich erfolgt die Vermittlung der grundlegenden Anlagendimensionierung bis hin zum Scale-up. Ebenso werden Beispiele für nachhaltige Produktionsverfahren vermittelt, die nachwachsende Rohstoffe nutzen, klimafreundlich und weniger umweltbelastend als herkömmliche Verfahren sind.

#### Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage die Begrifflichkeiten für verschiedene Bioprozesse zu definieren. Darüber hinaus sind sie am Ende der Lehrveranstaltung dazu in der Lage verschiedenste Bioprozesse zu beschreiben, zu

berechnen und auszulegen. Zusätzlich können die Studierenden die Grenzen der mathematischen Berechnung von Bioprozessen erfassen und sind in der Lage, komplexe Problemstellungen unter Berücksichtigung verschiedener Einflussgrößen in analytisch lösbare Fälle zu vereinfachen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorlesung erfolgt als Frontalunterricht, um die Studierenden mit allen notwendigen Grundlagen vertraut zu machen. In der Übung lernen sie mittels Beispielrechnungen diese Grundlagen selbstständig anzuwenden. Die Übungen verhelfen den Studierenden die Berechnungen zu verinnerlichen und anhand von ausgewählten Beispielen eine Übertragbarkeit auf klassische wie komplexe Prozesse zu gewährleisten.

**Medienform:**

Folien, interaktives Quiz, Skriptum, Übungsblätter

**Literatur:**

Horst Chmiel, Bioprozesstechnik,  
Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2011

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Michael Zavrel Nico Geisler

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Bioverfahrenstechnik (Übung) (Übung, 2 SWS)  
Dsouza V, Geisler N, Marino Jara J, Zavrel M

Bioverfahrenstechnik (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)  
Zavrel M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0190: Praktikum Bioverfahrenstechnik | Practical Course Bioprocess Engineering [PBVT]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 75	<b>Präsenzstunden:</b> 75

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Am Anfang des Praktikums erfolgt eine mündliche Abfrage, um sicherzustellen, dass sich die Studierenden ausreichend mit den sicherheitsrelevanten Gegebenheiten des Praktikumsskript/Themas und den damit einhergehenden Gerätschaften vertraut bzw. eingeleitet haben. Die Leistung wird in Form von schriftlichen Protokollen der durchgeführten Laborversuche erbracht (Etwa 2 Versuche und pro Versuch mindestens 10 Seiten Protokoll). In diesen sollen die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind die theoretischen Grundlagen der Versuche zu verstehen, ihre Versuchsdurchführung zu dokumentieren, und ihre Ergebnisse auszuwerten. Zudem sollen sie zeigen, dass sie Abweichungen von den erwarteten Ergebnissen und mögliche Ursachen diskutieren können. Bewertung des Praktikums mit bestanden/nicht bestanden. Das Praktikum gilt nur als bestanden wenn das oben aufgeführte Protokoll die Kriterien Vollständigkeit, Richtigkeit und Verständlichkeit/Anschaulichkeit jeweils zu mehr als 50% erfüllt, wobei zu einem ersten Entwurf Rückmeldung gegeben wird.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Modul Bioverfahrenstechnik

#### Inhalt:

Das Praktikum dient zur Vertiefung der in der Vorlesung Bioverfahrenstechnik erarbeiteten Inhalte. Im Praktikum werden die theoretisch vermittelten Grundlagen anhand ausgewählter Versuche exemplarisch vertieft. Diese praktischen Versuche beinhalten die Analyse von bioprozesstypischen Parametern wie der Bestimmung der spezifischen Wachstumsrate. Darüber hinaus werden prozessrelevante offline Parameter (z.B. die Biotrockenmasse) und online Parameter (z.B. O<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Konzentration im Abgas) experimentell erfasst.

Durch das Praktikum erlernen die Studierenden nachhaltige Bioprozesse zu entwickeln und zu optimieren, die klimafreundlicher als viele herkömmliche Verfahren sind und dazu beitragen, die Umweltbelastung zu verringern.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme am Praktikum sind die Studierenden in der Lage mit Bioreaktoren praktisch zu arbeiten und Fermentationsprozesse wissenschaftlich auszuwerten. Zusätzlich sind die Studierenden in der Lage, die erlernten Berechnungen und praktischen Erfahrungen auf weitere komplexe Prozesse zu übertragen und die Ressourcen Energie, Wasser und Rohstoffen effizient einzusetzen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Praktikum basiert auf der Durchführung von Kultivierungen in Schüttelkolben und Bioreaktoren. Als Kultivierungsorganismus werden Bakterien und/oder Hefen verwendet. Dabei wird ein besonderer Wert auf die Eigeninitiative der Studierenden gelegt, um eine lösungsorientierte und selbstständige Arbeitsweise zu fördern. Anhand der erfassten Daten werden die prozesstechnischen Charakteristika berechnet und ausgewertet.

**Medienform:**

Folien, Skriptum, Bioreaktor

**Literatur:**

Horst Chmiel, Bioprozesstechnik,  
Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2011

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Michael Zavrel Dennis Beerhalter Nico Geisler

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Praktikum Bioverfahrenstechnik (Praktikum, 5 SWS)

Zavrel M [L], Beerhalter D, Dsouza V, Geisler N, Marino Jara J, Zavrel M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0217: Mechanische Verfahrenstechnik | Mechanical Process Engineering [MVT]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2022

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Prüfung (90 Minuten) erbracht. Die Studierenden lösen Rechenaufgaben und wenden Methoden der mechanischen Partikel und Prozesstechnik an und sind in der Lage Fragestellungen zu Anlagen und Apparaten der mechanischen Verfahrenstechnik schriftlich zu beantworten. Hilfsmittel: Taschenrechner

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Technische Mechanik 1 (CS0036), Werkstoffkunde (CS0040), Strömungsmechanik (WZ1954)

#### Inhalt:

Im Modul werden die Grundlagen vermittelt, die zur Beschreibung von Partikelsystemen notwendig sind:

Partikelgröße und -form, Verteilungsfunktionen, Partikelbewegung und Wechselwirkungen in Haufwerken.

Weiterhin werden die Grundoperationen dargestellt, die auf Partikeln angewandt werden:

Zerkleinern, Mischen, Trennen, Agglomerieren, Fest- und Wirbelbetten, Filtration.

Beispielsweise wird Bezug auf die Anwendung bei Stoff- und Energiesysteme genommen mit dem Thema Holzhäckseln, Fördern, Fermenterrührung und Biomasseverbrennung.

#### Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, die mathematischen Grundlagen der Partikeltechnik anzuwenden und Grundoperationen der mechanischen Verfahrenstechnik auszulegen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen und Übungen. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag und durch Präsentationen vermittelt. In den im Rahmen des Moduls durchgeführten Übungen werden die gelernten Inhalte der Mechanischen Verfahrenstechnik mit Hilfe von Rechenbeispielen veranschaulicht.

**Medienform:**

Präsentationen, Übungen

**Literatur:**

- Bohnet, M., Hg.; 2014. Mechanische Verfahrenstechnik. Weinheim: Wiley-VCH-Verl. ISBN 9783527663569
- Müller, W., 2014. Mechanische Verfahrenstechnik und ihre Gesetzmäßigkeiten. 2. Aufl. München: De Gruyter. Studium. ISBN 3110343568.
- Rhodes, M.J., 2008. Introduction to particle technology. 2nd ed. Chichester, England: Wiley. ISBN 047072711X.
- Schubert, H., 1990. Mechanische Verfahrenstechnik. Mit 36 Tabellen. 3., erw. und durchges. Aufl. Leipzig: Dt. Verl. für Grundstoffindustrie. Verfahrenstechnik. ISBN 9783342003816.
- Schwister, K., Hg., 2010. Taschenbuch der Verfahrenstechnik. Mit 49 Tabellen. 4., aktualisierte Aufl. München: Fachbuchverl. Leipzig im Carl-Hanser-Verl. ISBN 3446424350.
- Stiess, M., 1997. Mechanische Verfahrenstechnik 2. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Springer-Lehrbuch. ISBN 978-3-662-08599-8.
- Stiess, M., 2009. Mechanische Verfahrenstechnik. Partikeltechnologie. 3., vollständig neu bearbeitete Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Springer-Lehrbuch. ISBN 978-3-540-32552-9.
- Zogg, M., 1993. Einführung in die mechanische Verfahrenstechnik. Mit 29 Tabellen und 32 Berechnungsbeispielen. 3., überarb. Aufl. Stuttgart: Teubner. ISBN 9783519163190.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Matthias Gaderer

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Mechanical process engineering (Lecture) (Vorlesung, 2 SWS)

Gaderer M [L], Herdzik S

Mechanical process engineering (Exercise) (Übung, 2 SWS)

Gaderer M [L], Herdzik S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0191: Downstream Processing | Downstream Processing [DSP]

#### *Downstream Processing*

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2027

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Kontrolle der Lerninhalte erfolgt mittels einer schriftlichen Prüfung zu den Lernergebnissen der Modulveranstaltung. Die Dauer der schriftlichen Prüfung beträgt 60 Minuten. Die Studierenden zeigen anhand von Fragen zu Begriffen und Methoden der Aufarbeitungstechnologien von Bioprocessen, dass sie die entsprechenden Fachausdrücke, Bezeichnungen und Inhalte kennen, sie die grundlegenden Zusammenhänge verstanden haben und ihr Wissen anwenden können. Mittels Rechnungen zeigen die Studierenden zudem, dass sie Aufarbeitungsverfahren berechnen und auslegen können.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Modul Bioverfahrenstechnik

#### **Inhalt:**

Die Vorlesung gibt eine grundlegende Einführung in die Aufarbeitungstechnologien von Bioprocessen, in welcher alle relevanten Trennmethode behandelt werden. Die vermittelten Inhalte reichen dabei von der Bestimmung der jeweiligen Prozessgrößen, bis hin zur Auslegung und Maßstabsübertragung der Technologien. Ein Augenmerk liegt dabei auf der Vermeidung, Minimierung und dem Recycling von Abfallströmen, um nachhaltige Bioprocessen zu entwickeln, die ressourcenschonend sind und die Umwelt nicht belasten. In der parallel stattfindenden Übung werden die Vorlesungsinhalte in Form von zu bearbeitenden Übungsaufgaben vertieft.

#### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage die Begrifflichkeiten der Aufarbeitungstechnologien von Bioprocessen zu definieren. Hierzu zählen

vor allem die unterschiedlichen Trennmethode, welche maßgeblich zur Realisierbarkeit von Fermentationsprozessen und weiteren biologisch basierten Herstellungsprozessen beitragen. Am Ende des Moduls sind die Studierenden in der Lage, basierend auf der Anwendung und Umsetzung dieser Aufarbeitungsmethoden wirtschaftliche und nachhaltige Bioprozesse zu entwickeln, auszulegen und umzusetzen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorlesung erfolgt überwiegend als Frontalunterricht, um die Studierenden mit allen notwendigen Grundlagen vertraut zu machen, welche sie für die Beurteilung gezielter und nachhaltiger Aufarbeitungsprozesse im Bereich der Biotechnologie benötigen. In der Übung werden Rechenaufgaben bearbeitet, um die Berechnung und Auslegung von DSP-Verfahren zu erlernen.

**Medienform:**

Folien, interaktives Quiz, Filme, Skriptum, Übungsaufgaben

**Literatur:**

Der Stoff der Vorlesung ist zum Lernen ausreichend und wird in der Vorlesung vermittelt.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Michael Zavrel

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Forschungspraktikum | Research Internship

### Modulbeschreibung

#### CS0053: Forschungspraktikum | Research Internship

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester/ Sommersemester
<b>Credits:*</b> 10	<b>Gesamtstunden:</b> 300	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 150	<b>Präsenzstunden:</b> 150

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus einem benoteten Praktikumsbericht über die Praktikumsinhalte und -ergebnisse, der mindestens einen Überblick über state of the art zum Projektthema sowie die Darstellung der eingesetzten Arbeitsmethoden und eine Darstellung der Ergebnisse mit Interpretation enthält. Bewertet werden in einer Gesamtnote die Qualität der Einarbeitung in das Thema, der experimentellen Arbeit, der Interpretation der Ergebnisse und die schriftlichen Ausarbeitung. Der Praktikumsbericht umfasst ca. 30 bis 60 Seiten je nach Themenstellung.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine

#### Inhalt:

Forschungsbezogene Arbeiten an den Lehrstühlen und Arbeitsgruppen des TUMCS. Die Studierenden erhalten jeweils Aufgabenstellungen aus dem Forschungsbereich des betreuenden Prüfers, die sie unter Anleitung in Form von Projekten bearbeiten. Die Themengebiete müssen fachlich-inhaltlich den Werkstoffwissenschaften zugeordnet werden können. Die Studierenden planen die Projektarbeiten unter Anleitung der Betreuer weitgehend selbstständig. Die Projektarbeiten werden dokumentiert und in Form eines Praktikumsberichtes ausgewertet. Optional kann eine ergänzende Präsentation des Arbeitsfortschrittes in Form von Vorträgen erfolgen. Die Projektarbeiten können auch in Kooperation mit externen Institutionen, z.B. Unternehmen, erfolgen.

**Lernergebnisse:**

Nach Teilnahme am Modul verstehen die Studierenden neben den im Forschungspraktikum jeweils vermittelten fachspezifischen Kenntnissen und Arbeitsweisen vor allem die Prinzipien des Herangehens an (Forschungs)projekte, der Planung von Projektarbeiten und der kritischen Auswertung der Projektergebnisse und können diese auf neue Projektaufgaben anwenden. Weiterhin sind Sie in der Lage, Projektarbeiten und Ergebnisse aussagekräftig in schriftlicher Form zu dokumentieren, zu interpretieren und zusammenzufassen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Je nach Schwerpunkt und Themenstellung, z.B. Experimente in Labors, angeleitete oder selbstständige Literatur- und Datenrecherchen, Methoden zur Projekt- und Versuchsplanung bzw. Versuchsauswertung

**Medienform:**

Je nach Themenstellung, z.B. experimentelles Equipment (Labor), Datenbanken, Bibliotheken, fachspezifische Software, Projekt- und Versuchsplanungssoftware

**Literatur:**

Fachliteratur zu den genannten Themen

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Cordt Zollfrank

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Forschungspraktikum Bachelor Biogene Werkstoffe (Praktikum, 10 SWS)

Costa Riquelme R [L], Costa Riquelme R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Electives

### Fachspezifische Wahlmodule | Technical Elective Modules

#### Modulbeschreibung

### CS0230: Angewandte Elektrochemie | Applied Electrochemistry [Angw. EC]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 105	<b>Präsenzstunden:</b> 45

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Erreichen des Lernziels wird durch eine Klausur überprüft (Prüfungszeit: 60min). Auf die Note dieser schriftlichen Prüfung können bis zu 10% der Gesamtpunktzahl als Bonuspunkte angerechnet werden. Dabei legen die Ergebnisse der Onlinetests, die während des Semesters abgehalten werden, die Höhe der Bonuspunkte fest. Es müssen mindestens 65% der Punkte im Onlinetest erreicht werden, um Bonuspunkte zu erhalten. Dabei ist die Anhebung der Note von 4,3 oder schlechter auf 4,0 nicht möglich. Dies soll die Studierenden animieren kontinuierlich an den für sie sehr wichtigen Vorlesungen und Übungen teilzunehmen. Anhand von Fragen zu elektrochemischen Aspekten weisen die Studierenden nach, dass sie die entsprechenden Fachbegriffe, Bezeichnungen und Inhalte kennen, die grundlegenden Zusammenhänge verstanden haben und ihr Wissen über die ablaufenden Prozesse im Rahmen der Elektrokatalyse, der lokale Elektrochemie so wie der Spektroelektrochemie anwenden können. Dazu werden konkrete rechnerische Aufgaben gestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Allgemeine Chemie und Physikalische Chemie, Mathematik, Physik, Einführung in die Elektrochemie oder andere Einführungskurse in die Elektrochemie.

### **Inhalt:**

- Elektrochemie von oberflächengebundenen Spezies: Der Idealfall (Langmuir-Isotherme) und Abweichungen (Frumkin-Isotherme). Heterogener Elektronentransfer (Laviron-Formalismus) zu oberflächengebundenen Spezies.
- Lokale Elektrochemie: Elektrochemie an Mikroelektroden, Rasterelektrochemische Mikroskopie
- Elektrochemie auf der Nanoskala: Stofftransport & Kinetik an heterogenen Elektroden. Anwendungen von Nanopartikel-modifizierten Elektroden. Einzel-Nanopartikel-Elektrochemie.
- Elektrokatalyse: Molekulare Elektrochemie - Theorie und Praxis. Heterogene Elektrokatalyse - Theorie und Praxis. Methoden in der Elektrokatalysenforschung (DEMS, ICP-MS, FTIR, Raman, etc). Anwendungen (Elektrochemie und Elektrokatalyse von CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>).
- Spektro-Elektrochemie: Kopplung von EPR, UV-Vis, IR, Raman-Spektroskopie mit Elektrochemie. Elektropolymerisation/Leitende Polymere. Korrelation zwischen optischen Eigenschaften, Energieniveaus und Redoxpotentialen.

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden erlernen das fortgeschrittene Wissen über fundamentale Konzepte der Elektrokatalyse, der lokalen Elektrochemie und der Spektroelektrochemie mit Bezug auf spezifische Anwendungsbeispiele. Sie sind in der Lage, mit den generellen Prinzipien der Elektrokatalyse und der lokalen Elektrochemie umzugehen und diese auf vereinfachte Probleme von realen elektrochemischen Systemen anzuwenden. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf dem Verständnis des allgemeinen und zeitlichen Zusammenspiels von Elektronentransfer, chemischen Reaktionen und Massentransport, in verschiedene elektrokatalytische Systemen. Besonderen Focus wird auf die Theorie von Oberfläche gebundenen Spezies, sowie von molekulare, heterogene und Nanopartikeln- Elektrokatalysoren liegen. Des Weiteren sind die Studierenden vertraut mit elektrochemische Charakterisierung Methoden und können ihr theoretisches Wissen auf diese Bereiche anwenden. Des Weiteren sind die Studierenden vertraut mit industriell relevanten Prozessen, Konversion erneuerbarer Energien, grüner Elektrosynthese und nachhaltiger Energiegewinnung und -speicherung und können ihr theoretisches Wissen auf diese Bereiche anwenden. Zusätzlich kennen sie elektrochemische Charakterisierung Methoden und können diese auf reale Beispiele anwenden, um Prozesse in Forschung und Industrie zu designen und optimieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

In dieser Vorlesung werden die Lehrinhalte durch Vorträge des Dozenten anhand von eine fließenden PDF-skrip, PowerPoint Folien und Tafelbildern vermittelt. Dies ermöglicht eine detaillierte Darstellung des Lehrinhaltes und die Studierenden sind in der Lage Fragen zu stellen und zu diskutieren, sobald diese entstehen. PDF-Skript, PowerPoint Folien und Tafelbilder helfen als visuelle Unterstützung, um die komplexen Zusammenhänge in der Elektrochemie zu verstehen. Zusätzlich, werden den Studierenden Übungsaufgaben zur Festigung des in der Vorlesung gelernten Inhaltes bereitgestellt. Die Lösungen dieser Übungsaufgaben werden später in einer Übungsstunde von den Studierenden präsentiert und diskutiert.

### **Medienform:**

Präsentationen, PowerPoint, Skript.

**Literatur:**

Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications; Bard/Faulkner, ISBN-13: 978-0471043720

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Nicolas Plumeré Dr. Ben Johnson Dawit Tedros Filmon

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Angewandte Elektrochemie (Übung) (Übung, 1 SWS)  
Plumeré N [L], Filmon D

Angewandte Elektrochemie (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Plumeré N [L], Plumeré N

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0281: Biopolymere | Biopolymers [Biopol]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 105	<b>Präsenzstunden:</b> 45

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse werden in Form einer schriftlichen Klausur geprüft (90 min). Die Studenten/innen beantworten Fragen zu Biopolymeren und deren physikalisch-chemischen Eigenschaften. Sie weisen nach, dass sie im Rahmen des Moduls Wissen über die Unterscheidung, Einordnung und Gewinnung von Biopolymeren erworben haben und dieses anwenden können. Hilfsmittel sind keine erlaubt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen Chemie, Physik und Biologie

#### Inhalt:

Das Modul behandelt die Struktur und Funktion von Polymeren, die der Natur entstammen (Biopolymere). Behandelt werden die Proteine, die Polysaccharide, die biogenen Polyester, die Polyisoprene und das Lignin. Es wird aufgezeigt, wie die Biopolymere aus natürlichen Quellen gewonnen werden, und welche chemischen Reaktionen sie eingehen können. Dabei wird auf die Bedeutung der Mikrostruktur sowie der physikalisch-chemischen Eigenschaften in biologischen Funktionen für die anwendungstechnische Relevanz der als Roh- und Funktionsstoffe genutzten Biopolymere eingegangen.

#### Lernergebnisse:

Mit dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Biopolymere zu unterscheiden und anwendungsrelevant einzuordnen. Sie wissen, aus welchen natürlichen Quellen Biopolymere wie gewonnen werden können. Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse zum Verständnis von Biopolymeren und deren physikalisch-chemischen Eigenschaften und können diese

beschreiben und untereinander vergleichen. Damit sind sie in der Lage, anwendungsorientiert geeignete Biopolymere zu differenzieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lehrmethoden: in der Vorlesung werden die fachlichen Inhalte mittels Vortrag des Dozenten erarbeitet und abgeleitet, gestützt auf ppt-Präsentationen und Tafelanschrieb. Zu den Lehrinhalten werden schriftliche Aufgaben ausgegeben, die die Studierenden vor den Übungsstunden im Eigenstudium bearbeiten. Die Auflösung und Besprechung der Aufgaben sowie die Veranschaulichung des Lehrinhalts durch die Arbeit mit Molekülmodellen erfolgt in den Übungsstunden. Lernformen: bei der Nachbereitung der Vorlesung insbesondere beim Lösen der Übungsaufgaben beschäftigen sich die Studierenden intensiv mit den Lehrinhalten der Vorlesung und erlangen so umfangreiches Wissen über Biopolymere.

**Medienform:**

Vorlesung, Tafelanschrift, Folienskript, Molekülmodelle

**Literatur:**

Türk, Oliver: Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe  
Grundlagen - Werkstoffe - Anwendungen, Springer Verlag

**Modulverantwortliche(r):**

Zollfrank, Cordt; Prof. Dr. rer. silv.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Biopolymere (Seminar) (Seminar, 1 SWS)

Zollfrank C [L], Zollfrank C

Biopolymere (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Zollfrank C [L], Zollfrank C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0180: Concepts of Physics and Chemistry in Nature | Concepts of Physics and Chemistry in Nature

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2022

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The performance test will be in the form of a written examination. The students should demonstrate in the exam the understanding of the physicochemical principles governing natural systems. They will be asked about

Basic concepts of physical chemistry applied to energy conversion in natural systems and to the structure of biomolecules. No auxiliary means are allowed in the exam. 120 min examination time

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

This course will intend to consolidate basic concepts in Physics, Mechanics, Chemistry, and Mathematics having the focus on Nature examples. As such, basic knowledge in Physics, Chemistry, Mechanics, and Mathematics is required.

#### Inhalt:

The module aims at providing in-depth knowledge to the students in the field of Physics and Chemistry applied to Biology. The focus on basic physical and chemical laws, concepts, principles and processes, including chemical bonding, chemical kinetics, spectroscopy, thermodynamics, thermochemistry, mechanics, optics, among others. The students will be able to apply them to understand the functionality of biological compounds/materials towards a more practical vision of Nature and its possible technological application.

The course will be divided into several topics related to the chemical structure of proteins, sugars, and other bio compounds, the formation of micro and macro self-assembled structures, light manipulation, heat management, mechanics, and electrical control. Each topic will be addressed refreshing the most important physical and chemical concepts followed by their relevance in the structural and functional aspects of these materials and their possible application in technology.

### **Lernergebnisse:**

At the end of the module students will be able to analyse biological systems using a physicochemical perspective; describe the different ways energy is transformed and used by natural systems (thermally, optically, mechanical etc.). They will be able to analyse the structure of proteins and other biomolecules and to identify the forces that define their functionality. They will be able to apply these concepts to understand bio-based and bio-inspired technologies.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

This course attendance includes lectures and exercises. For this purpose, powerpoint presentations, practical training materials, and open discussion seminars will be used.

### **Medienform:**

The following forms of media apply: powerpoint, films, and blackboards.

### **Literatur:**

1. Physical Chemistry for the Biological Sciences, 2nd Edition Gordon G. Hammes, Sharon Hammes-Schiffer, Wiley, 2015, ISBN: 978-1-118-85900-1
2. Physical Chemistry for the Life Sciences, 2nd Edition Peter Atkins and Julio De Paula Oxford University Press ISBN: 978-0-19-956428-6
3. Introduction to Biophotonics Paras N. Prasad Wiley 2003, ISBN: 0-471-28770-9.
4. Introduction to Biomechanics Duane Knudson Springer 2007 ISBN: 978-0-387-49311-4

### **Modulverantwortliche(r):**

Costa Riquelme, Rubén Dario; Prof. Dr.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Concepts of Physics and Chemistry in Nature (Exercise) (Übung, 2 SWS)  
Costa Riquelme R [L], Costa Riquelme R, Fuenzalida Werner J

Concepts of Physics and Chemistry in Nature (Lecture) (Vorlesung, 2 SWS)  
Costa Riquelme R [L], Costa Riquelme R, Fuenzalida Werner J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0201: Strömungsmechanik | Fluid Mechanics [STM]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Prüfung erbracht. Die Studierenden berechnen strömungstechnische Aufgaben auf Basis der grundlegenden Gleichungen. Zusätzlich wird durch die Erklärung der theoretischen Vorgänge das inhaltliche Verständnis geprüft. Dimensionslose Kennzahlen zur Evaluation komplexerer Aufgaben werden angewendet und erklärt. Insgesamt zeigen die Studenten, dass sie bekannte Aufgaben aus dem Gebiet der Strömungsmechanik lösen und ihr erworbenes Wissen auf neue Aufgabenstellungen übertragen können. Prüfungsdauer: 90 Minuten.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlegende Kenntnisse der wichtigsten physikalischen Zusammenhänge (Grundgrößen mit Einheiten, Definition von Druck, Enthalpie usw.) müssen vorhanden sein. Weiterhin wird die Aufstellung und Lösung von mathematischen Gleichungssystemen, Kräftegleichgewichten und Systembilanzierung vorausgesetzt. Die Beherrschung der einfachen Integral- und Differenzialrechnung sowie Physik und Mathematik sind essentiell.

#### Inhalt:

Dieses Modul vermittelt strömungstechnische Grundlagen, die die Basis für weitere ingenieurtechnische Anwendungen bilden. Hierfür werden die theoretischen Grundlagen hergeleitet und an anschaulichen Beispielen vertieft. Der Inhalt wird folgende Themengebiete abdecken: Hydrostatik, Fluidodynamik (Bernoulli, Navier-Stokes, Strömungswiderstand), Strömungssimulation.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage einfache Aufgabestellungen zur Strömung zu verstehen und zu analysieren, die Methoden zur Lösung der Aufgaben anzuwenden und eine mathematische Lösung durchzuführen. Im besonderen können die Studenten die gelernte Methodik und die erhaltenen Ergebnisse auf neue Aufgabestellungen übertragen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung in der auch Übungen abwechselnd durchgeführt werden. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag und durch Präsentationen vermittelt. Studierende sollen zur Vertiefung zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt werden. In den im Rahmen des Moduls durchgeführten Übungen werden die gelernten Inhalte direkt praxisnah anhand von Rechenbeispielen vermittelt und vertieft.

**Medienform:**

Präsentationen, Folienskripte, Übungen

**Literatur:**

Siekmann, Thamsen: Strömungslehre, 2. Auflage, Springer

Örtel: Strömungsmechanik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, 7. Auflage, Springer

[226] Baehr, Hans Dieter; Kabelac, Stephan: Thermodynamik, 14. Auflage, Springer, ISBN 978-3-642-00555-8, 2009

[242] VDI Wärmeatlas, VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemie-Ingenieurwesen 9.Auflage, Springer-Verlag ISBN 3-540-41201-8 9.Auflage

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Matthias Gaderer

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Strömungsmechanik (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Gaderer M [L], Huber B

Strömungsmechanik (Übung) (Übung, 2 SWS)

Gaderer M [L], Huber B

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0243: Praktikum Elektrobiotechnologie | Practical Course Electrobiotechnology [EBTP]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester/ Sommersemester
<b>Credits:*</b> 6	<b>Gesamtstunden:</b> 180	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 75	<b>Präsenzstunden:</b> 105

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Leistung wird in Form von Protokollen der durchgeführten Laborversuche erbracht (7 Laborversuche pro Versuch 2-3 Seiten Protokoll). Darin müssen die Studierenden, die im praktischen Versuch erhaltenen Daten auswerten und mit den Vorhersagen des zugrundeliegenden theoretischen Modells vergleichen. Die Auswertung und Diskussion der Ergebnisse werden zusammen mit der korrekten Beschreibung der Versuchsdurchführung in dem Protokoll festgehalten. Dadurch sollen die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind die theoretischen Grundlagen des Versuches zu verstehen, ihre Versuchsdurchführung zu dokumentieren, die erhaltenen Messdaten auszuwerten und zu diskutieren. Die eingereichten Protokolle werden nach Vollständigkeit, Richtigkeit und Verständlichkeit/Anschaulichkeit benotet, wobei eine einmalige Korrektur der Protokolle möglich ist. Das Protokoll gilt als bestanden, wenn die Kriterien zu mehr als 50% erfüllt sind, folglich 4,0 oder besser. Das Modul gilt als bestanden, wenn alle Protokolle bestanden sind. Dabei ergibt sich die Note für das Modul aus den gemittelten Noten der Protokolle, d.h. (Summe Note Protokoll 1-7)/7.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreiche Teilnahme am Modul „Einführung in die Elektrochemie“ sowie „Praktikum Allgemeine Chemie“ und „Praktikum Biochemie“. Außerdem gymnasiale Englischkenntnisse.

#### Inhalt:

Während des Blockpraktikums werden mehrere elektrochemische Experimente durchgeführt, um die aktiven Komponenten zu charakterisieren. Die erhaltenen Messergebnisse werden jeweils am nächsten Tag gemeinsam analysiert und mit Simulationen bekannter Modelle verglichen. Anhand dessen sollen sowohl kinetische Parameter bestimmt (z.B. katalytische Geschwindigkeits-

und Michaelis-Menten-Konstante) als auch Grenzen der bekannten Modelle und Fehlerquellen aufgezeigt werden. Als Modellsysteme dienen dazu:

- Bestimmung der Elektrodenoberfläche mittels kapazitiver und potentiometrischer Messungen.
- Voltammetrie frei diffundierender redox Mediatoren.
- Voltammetrie von redox-aktiven Enzymen in Lösungen durch vermittelten Elektronentransfer.
- Messung der Glukosekonzentration mittels elektrochemischer Methoden.
- Voltammetrie von redox-aktiven Enzymen immobilisiert auf Elektroden.
- Bestimmung der faradayschen Effizienz der biokatalytischen NADP+- Reduktion mittels einer FNR/V++-PVA-modifizierten Elektrode

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studentinnen und Studenten in der Lage:

- sicher mit elektrochemischen Apparaturen umzugehen (Potentiostaten, elektrochemische Zellen).
- elektrochemische Messungen von biokatalytischen Systemen durchzuführen (präparieren der Elektroden, Aufbau einer Messapparatur und Durchführung potentiometrischer und voltametrischer Messungen).
- die erhaltenen Messergebnisse zu analysieren und darauf basierend kinetische und weitere Parameter zu ermitteln.
- Simulationssoftware zu nutzen, um mögliche Reaktionsmechanismen aus den Messdaten zu erhalten.
- Fehlerquellen bei elektrochemischen Experimenten zu erkennen und das Experiment zu adaptieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Im Labor werden, durch die selbständige Durchführung von Experimenten, die handwerklichen Grundlagen der Elektrochemie erlernt. Dabei werden die Studierenden in kleinen Gruppen direkt betreut. Um auch ein theoretisches Verständnis der zugrundeliegenden Mechanismen zu erhalten und die Methoden zur Analyse von elektrochemischen Messdaten zu erlernen, wird die Analyse der zuvor gewonnen Daten gemeinsam durchgeführt. Dabei wird zuerst die Theorie besprochen und dann individuell angewandt. Danach werden einfache Simulationen durchgeführt und die Messergebnisse mit der Theorie quantitativ verglichen.

Dieser inklusive Ansatz soll eine möglichst praxisnahe Vermittlung des Wissens ermöglichen, damit die Studierenden anschließend in der Lage sind selbstständig Experimente zu planen, durchzuführen und daraus Wissen zu generieren.

### **Medienform:**

Folien, Skript, Film, Simulationssoftware

### **Literatur:**

Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications; Bard/Faulkner, ISBN-13: 978-0471043720

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Nicolas Plumeré

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Praktikum Elektrobiotechnologie (Praktikum, 7 SWS)

Plumeré N [L], Ahmed M, Höfer T, Honacker J, Jaenecke J, Moore Y, Plumeré N

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0207: Einführung in die Elektrochemie | Introduction to Electrochemistry

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester/ Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 105	<b>Präsenzstunden:</b> 45

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Erreichen des Lernziels wird durch eine Klausur überprüft (Prüfungszeit: 60min). Auf die Note dieser schriftlichen Prüfung können bis zu 10% der Gesamtpunktzahl als Bonuspunkte angerechnet werden. Dabei legen die Ergebnisse der Onlinetests, die während des Semesters abgehalten werden, die Höhe der Bonuspunkte fest. Es müssen mindestens 65% der Punkte im Onlinetest erreicht werden, um Bonuspunkte zu erhalten. Dabei ist die Anhebung der Note von 4,3 oder schlechter auf 4,0 nicht möglich. Dies soll die Studierenden animieren kontinuierlich an den für sie sehr wichtigen Vorlesungen und Übungen teilzunehmen. Anhand von Fragen zu elektrochemischen Aspekten weisen die Studierenden nach, dass sie die entsprechenden Fachbegriffe, Bezeichnungen und Inhalte kennen, die grundlegenden Zusammenhänge verstanden haben und ihr Wissen über die ablaufenden Reaktionen im Rahmen der kinetischen und thermodynamischen Zusammenhänge anwenden können. Dazu werden konkrete rechnerische Aufgaben gestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreiche Teilnahme am Modul „Allgemeine Chemie“, „Physikalische Chemie“, „Mathematik“ und „Physik“ oder vergleichbare Kenntnisse.

#### Inhalt:

- Konzepte der Elektrochemie: elektrochemische Thermodynamik (elektrochemisches Potential, Elektrodenpotential, Nernst Gleichung), Transport in Lösungen (Migration, Diffusion und Konvektion), Thermodynamik von Grenzflächen (die elektrochemische Doppelschicht), elektrochemische Kinetik.

- Aufbau einer elektrochemischen Messung und das Funktionsprinzip eines Potentiostats (Aufbau, Funktion und Anwendung).
- Stationäre Voltammetrie (Potentialsprung, lineare und zyklische Voltammetrie an Makro- und Mikroelektroden) für die Bestimmung von thermodynamischen und kinetischen Parametern.
- Mechanismen gekoppelter homogener Reaktion zur Energiekonversion und Elektrosynthese.
- Beispiele für die Anwendungen von Elektrochemie in realen Systemen (Gewinnung und Konversion erneuerbarer Energien, grüne Elektrosynthese).

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden erinnern das Basiswissen über fundamentale Konzepte der Elektrochemie und elektroanalytischen Chemie. Sie sind in der Lage, mit den generellen Prinzipien der Elektrochemie umzugehen und diese auf vereinfachte Probleme von realen elektrochemischen Systemen anzuwenden. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf dem Verständnis des allgemeinen und zeitlichen Zusammenspiels von Elektronentransfer, chemischen Reaktionen und Massentransport, welche die elektrochemische Antwort des Systems definieren. Des Weiteren sind die Studierenden vertraut mit industriell relevanten Prozessen und wie die Elektrochemie bei nachhaltiger Energiegewinnung und -speicherung helfen kann. Zusätzlich können sie die erlernte Theorie auf reale Beispiele aus Forschung und Industrie anwenden.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

In dieser Vorlesung werden die Lehrinhalte durch Vorträge des Dozenten anhand von Textdokumenten, PowerPoint-Präsentationen und Tafelbildern vermittelt. Dies ermöglicht eine detaillierte Darstellung des Lehrinhaltes und die Studierenden sind in der Lage Fragen zu stellen und zu diskutieren, sobald diese entstehen. PowerPoint Folien und Tafelbilder helfen als visuelle Unterstützung, um die komplexen Zusammenhänge in der Elektrochemie zu verstehen. Zusätzlich werden den Studierenden Übungsaufgaben zur Festigung des in der Vorlesung gelernten Inhaltes bereitgestellt. Die Lösungen dieser Übungsaufgaben werden später in einer Übungsstunde von den Studierenden präsentiert und diskutiert.

### **Medienform:**

Präsentationen, Moodlekurs mit Onlinetests, Übungsblätter, Fragenkatalog, PowerPoint, Skript

### **Literatur:**

Elektrochemie, Hamann/Vielstich, ISBN: 3527310681

Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications; Bard/Faulkner, ISBN-13:  
978-0471043720

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Nicolas Plumeré

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Einführung in die Elektrochemie (Übung) (Übung, 1 SWS)

Plumeré N [L], Höfer T

Einführung in die Elektrochemie (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Plumeré N [L], Plumeré N

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0209: Grundlagen der Stofflichen Biomassenutzung | Basics on Renewables Utilization

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (60min), in der die Studierenden Aufbau, Umwandlung und Nutzung verschiedener Nachwachsender Rohstoffe abrufen und erinnern sollen. Das Beantworten der Fragen erfordert teils eigene Formulierungen und teils die Zeichnung von Strukturen oder Reaktionen. Zusätzlich sind Rechenaufgaben zu lösen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Einführung in die verschiedenen Arten der Inhaltstoffe Nachwachsender Rohstoffe: Zucker, Polysaccharide, Fette und Öle, Aminosäuren, Proteine, Terpene, Aromaten. Behandelt werden Aufbau, Zusammensetzung, Vorkommen, Eigenschaften, Analytik und Art der Wertschöpfung bzw. Nutzung

#### Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, die chemische Zusammensetzung von Nachwachsenden Rohstoffen sowie deren Gewinnung und Anwendung zu verstehen. Mit dem Wissen aus der Modulveranstaltung können die Studierenden Vor- und Nachteile bei der Nutzung Nachwachsender Rohstoffe wiedergeben und grundlegende physikalische, chemische und biotechnologische Aspekte der Umwandlung von Nachwachsenden Rohstoffen in Wertprodukte analysieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte mittels Vortrag des Dozierenden vermittelt, gestützt auf ppt-Präsentationen und Fallbeispiele. Zu den Lehrinhalten werden Übungsblätter erstellt, die von den Studierenden im Eigenstudium bearbeitet werden. Die Lösung und Besprechung der Übungsaufgaben erfolgt in den Übungsstunden.

**Medienform:**

Präsentation, Skript, Fälle und Lösungen

**Literatur:**

Skript, Musterlösungen zu den Übungen

**Modulverantwortliche(r):**

Rühmann, Broder; Dr. rer. nat.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Grundlagen der stofflichen Biomassenutzung (Übung) (Übung, 2 SWS)

Rühmann B [L], Rühmann B

Grundlagen der stofflichen Biomassenutzung (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Rühmann B [L], Rühmann B

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0035: Principles and Methods of Synthetic Biology | Principles and Methods of Synthetic Biology

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2023

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 3	<b>Gesamtstunden:</b> 90	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 60	<b>Präsenzstunden:</b> 30

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Achievement of the desired learning objectives will be verified in a written final exam (90 minutes). In the exam, the students demonstrate that they know, understand and can explain the key concepts and methods of synthetic biology. The students will also demonstrate that they are able to make predictions of the functions of synthetic gene regulatory circuits and that they can discuss risks and benefits of synthetic biology applications.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Molecular biology and genetics

#### Inhalt:

History and principles of synthetic biology

- Gene synthesis and large-scale DNA assembly
- Synthetic gene circuits
- CRISPR/Cas tools and applications
- Sensors and actuators
- Top-down and bottom-up construction of artificial cells
- Examples of synthetic biology applications in medicine, sustainable biomanufacturing, and environmental sensing and remediation
- Ethical considerations and ways to address them, potential impacts of synthetic biology on environment and society

**Lernergebnisse:**

After successful participation in the module, students are able to explain key concepts of synthetic biology like standardization of biological parts and rational design of new biological functions. They can describe key methods and applications of synthetic biology. Furthermore, students understand the principles of regulatory circuit design and are able to predict the functions of synthetic circuits. They are able to discuss synthetic biology applications, for example in sustainable bioproduction. They are also able to discuss ethical considerations and to identify risks and benefits in synthetic biology experiments.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The contents of the lectures are conveyed by a talk of the lecturer based on slide-supported presentations. The blackboard will be used to explain complex relationships. The content of the lecture will be supplemented by self-study of literature on synthetic biology applications that is provided to students. Synthetic biology applications and their ethical considerations will be actively discussed by students during the lecture to promote critical reflection.

**Medienform:**

Slides, whiteboard

**Literatur:**

The material in the lecture is sufficient for learning and is provided in the lecture.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Henrike Niederholtmeyer

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0222: Protein Chemistry | Protein Chemistry [ProtCh]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2024

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 3	<b>Gesamtstunden:</b> 90	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 60	<b>Präsenzstunden:</b> 30

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse werden in Form einer schriftlichen Klausur (60 Minuten Prüfungsdauer) überprüft. Die Studierenden weisen anhand von Fragen zu Herstellung, Reinigung, Modifikation, Analytik, Charakterisierung und Anwendung von Proteinen nach, dass sie die entsprechenden Fachausdrücke, Bezeichnungen und Inhalte kennen, sie die grundlegenden Zusammenhänge verstanden haben und ihr Wissen anwenden können.

Bei der Prüfung erfolgt die Aufgabenstellung in beiden Sprachen und die Bearbeitung der Prüfungsaufgaben kann wahlweise auf Deutsch oder Englisch stattfinden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreiche Teilnahme an den Module Biochemie und Praktikum Biochemie.

#### Inhalt:

Grundlagen der Proteinchemie, chemische und biochemische Proteinsynthese, Proteinfaltung, Aminosäureanalyse, posttranslationale Modifikationen, Proteinsequenzierung, Voraussagen von Sekundärstrukturen, Tertiärstrukturen, pI, Bestimmung der Sulfhydryl- und Disulfidgruppen, Entsalzung, Proteindatenbanken, Methoden zur Immobilisierung und Markierung von Proteinen. Diese Grundlagen erweitern die Kenntnisse der Studierenden in Enzymologie und Enzymkatalyse, die einen zentralen Baustein in der nachhaltigen chemischen Synthese, insbesondere in der Synthese von Biopharmazeutika, darstellen.

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage grundlegende Konzepte, Phänomene und Zusammenhänge der Proteinchemie zu beschreiben und zu erklären. Die Studierenden können biologische und chemische Methoden zur Synthese, Reinigung und

Modifikation von Proteinen beschreiben und wissen wie Proteine charakterisiert werden können. Zudem können Sie beschreiben welche Auswirkungen Modifikationen auf die Proteinstruktur oder Aktivität haben und ihr theoretisches Wissen anhand von Fragestellungen anwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte mittels Vortrag des Dozierenden vermittelt, gestützt auf ppt-Präsentationen und Tafelanschrieb. Zu den Lehrinhalten werden Übungsblätter erstellt, die von den Studierenden im Eigenstudium bearbeitet werden. Die Lösung und Besprechung der Übungsaufgaben erfolgt in den Übungsstunden.

**Medienform:**

Präsentationen, PowerPoint, Vorlesungsskript, Übungsblätter

**Literatur:**

Bioanalytik, F. Lottspeich, H. Zorbas, Spektrum Akademischer Verlag  
Voet, D. , Voet, J.G., Biochemistry 4th Edition, Wiley-VCH, 2011; Nelson, D.L, Cox, M.M.,  
Lehninger Principles of Biochemistry 5th Edition, WH Freeman, 2008; Berg, J.M, Tymoczko, J.L.,  
Stryer, L., Biochemistry 6th Edition, 2006

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Volker Sieber Ammar Al-Shameri

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Protein chemistry (Lecture) (Vorlesung, 1 SWS)  
Sieber V

Protein chemistry (Exercise) (Übung, 1 SWS)  
Sieber V [L], Al-Shameri A, Sieber V

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0131: Praktische Methoden in der Chemie | Applied Methods in Chemistry

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form der Laborleistung (z.B. Vorbereitung, Durchführung (von ca. 15 Versuchen je nach Themenstellung) und schriftliche Auswertung (ungefähr 20 Seiten)) in Kombination mit einer zehnmütigen Präsentation erbracht. Es wird somit nachgewiesen, dass die erlernten Arbeitsmethoden praktisch angewandt werden können und auf die Durchführung von Versuchsreihen transferiert werden können. Durch die Präsentation soll die kommunikative Kompetenz bei der Darstellung von wissenschaftlichen Themen vor einer Zuhörerschaft überprüft werden. Die Laborleistung geht mit einer Gewichtung von 2/3 die Präsentation mit 1/3 ein.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse und Laborerfahrung wie in den Modulen WZ1922/WZ1925 (LV4390 Allgemeine und anorganische Chemie und LV4400 Labor-Praktikum Allgemeine und anorganische Chemie) und WZ1924/CS0215 (LV972 Organische Chemie und LV936 Organisch chemisches Praktikum) vermittelt.

#### Inhalt:

Das Modul bedient sich unterschiedlicher Methoden, welche auf die Durchführung von Versuchsreihen hinführen. Im ersten Schritt werden die Studierenden auf die Planung und Durchführung grundlegender Tätigkeiten der Laborpraxis mittels der Vorlesung hingeführt, wobei unter anderem die Versuchsplanung und Literaturrecherche sowie das Führen des Laborjournals, wie die wichtigsten und grundlegendsten praktischen Arbeitsmethoden sowie der Umgang mit den wichtigsten Laborgeräten thematisiert werden. Im nächsten Schritt werden die unterschiedlichen Arbeitsmethoden (u.a. Wiegen, Lösen, Verdünnen) in angeleiteten praktischen Übungen

angewandt. Im Anschluss werden von den Studierenden nach Absprache mit dem Dozenten individuelle Versuchsreihen zu gewählten Themen geplant, bearbeitet und ausgewertet.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage die grundlegende Arbeitstechniken (wie Wiegen, Pipettieren, Lösen, Verdünnen) im Labor zu gebrauchen, einfache Versuchsreihen zu skizzieren, einen Versuchsplan durchzuführen und etwaige Fehlerquellen zu erkennen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul ist sukzessive aus Vorlesung, praktischen Übungen und Versuchsreihen aufgebaut. In den Vorlesungen wird auf grundlegende Fragestellungen und Methoden eingegangen, welche für die Durchführung der anschließenden Übungen notwendig sind. Nach Erprobung der unterschiedlichen Methoden in betreuten Übungen werden diese auf eine Versuchsreihe übertragen. Die Planung, Durchführung und Ergebnissauswertung werden von den Studierenden in einer schriftlichen Auswertung zusammengefasst.

**Medienform:**

PowerPoint, Labor

**Literatur:**

Organikum, Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie (ISBN 978-3527339686) ; 1x1 der Laborpraxis (ISBN 978-3527316571)

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Corinna Urmann

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0042: Mikroskopie und Diffraktometrie | Microscopy and Diffractometry [MikDif]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Lernergebnis wird mit einer 90 Minuten dauernden schriftlichen Prüfung ermittelt. In dieser sollen die Studierenden an gestellten Verständnisfragen demonstrieren, dass sie die in der Forschung und Industrie gängigen Kombinationen aus genereller Messmethode, spezifischer Ausprägung und ermittelbaren Daten kennen. Anhand von gestellten Szenarien sollen sie darüber hinaus demonstrieren, dass sie typische Auswertungen selbstständig durchführen können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen der Materialwissenschaften,  
Instrumentelle Analytik und Spektroskopie

#### Inhalt:

Das Modul behandelt mikroskopische und diffraktometrische Methoden der Strukturuntersuchung in Materialien. Im Detail werden Licht- und Elektronenmikroskopie, jeweils in Transmissions- oder rasternder Beleuchtung und mit analytischen Zusätzen behandelt. Weiterhin werden die Methoden der Röntgenbeugung, sowohl im Bereich der Kleinwinkel- und der Großwinkelstreuung aufgezeigt. In den Übungen werden die in der Vorlesung behandelten Auswertemethoden jeweils praktisch angewandt.

#### Lernergebnisse:

Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmer in der Lage, die jeweils durch Mikroskopie und Diffraktion untersuchbaren Größenordnungen der behandelten Methoden aufzuzeigen. Sie können die technisch erreichbaren Messparameter nennen, und die aus den Messdaten extrahierbaren

Informationen aufzeigen. Sie können die entsprechenden Auswertungen selbstständig durchführen und kennen typische Fehlerquellen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Begleitend zur Vorlesung werden an den Geräten Demonstrationen durchgeführt. Das gemeinsame Lösen von Problemstellungen wird das Wissen im Bereich der Mikroskopie und Diffraktometrie festigen.

**Medienform:**

Tafel, Folien

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Daniel van Opdenbosch

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Mikroskopie und Diffraktometrie (Übung) (Übung, 2 SWS)

Van Opdenbosch D [L], Van Opdenbosch D

Mikroskopie und Diffraktometrie (Vorlesung) (Vorlesung, 2 SWS)

Van Opdenbosch D [L], Van Opdenbosch D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0106: Einführung in Graphen und Netzwerke | Introduction to Graphs and Networks [EGN]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2023/24

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Unregelmäßig
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung ist mündlich (25 Minuten). In dieser wird überprüft, inwieweit die Studierenden die behandelten Definitionen und Begriffe zu Graphen und Netzwerken verstanden haben und Probleme aus Wissenschaft und Technik mittels Netzwerken modellieren können. Sie sollten auch grundlegende Optimierungsprobleme auf Netzwerken mittels geeigneter Verfahren lösen können. Die Studierenden beantworten Verständnisfragen zur Funktionsweise dieser Verfahren.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Modul Mathematik (WZ1601) oder Höhere Mathematik 1 (CS0175)

#### Inhalt:

Gerichtete und ungerichtete Graphen und Netzwerke, Wege und Kreise, Zusammenhangskomponenten, Minimaler-Spannbaum-Problem, Kürzeste-Wege-Problem, Algorithmus von Prim, Algorithmus von Kruskal, Algorithmus von Dijkstra, Matchings, Modellieren mit Graphen und Netzwerken

#### Lernergebnisse:

Die Studierenden haben theoretische und praktische Grundkenntnisse auf dem Gebiet der Graphen und Netzwerke erworben. Sie kennen die grundlegenden Definitionen und Begriffe aus dem Gebiet und sind in der Lage, Probleme aus Wissenschaft und Technik mittels Netzwerken zu modellieren. Die Studierenden kennen grundlegende Optimierungsprobleme auf Netzwerken wie das Minimaler-Spannbaum-Problem oder das Kürzeste-Wege-Problem sowie die wichtigsten Verfahren zu deren Lösung. Sie haben diese Verfahren verstanden und sind in der Lage, für konkrete Fallbeispiele geeignete Verfahren auszuwählen und anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung zur Vermittlung des Basiswissens, Übungen zum Modellieren mittels Netzwerken und zur Anwendung von Verfahren zur Lösung von Optimierungsproblemen auf Netzwerken.

**Medienform:**

Präsentation in der Vorlesung (Beamer und/oder Tafelanschrieb), in den Übungen Übungsblätter und Gruppenarbeit

**Literatur:**

André Kruschke und Helge Röpke - Graphen und Netzwerktheorie, Carl Hanser Verlag, 2015.

Sven Krumke und Hartmut Noltemeier - Graphentheoretische Konzepte und Algorithmen, 3. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2012.

Ravindra Ahuja, Thomas Magnanti, James Orlin - Network Flows, Prentice Hall, 1993.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Clemens Thielen

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CS0217: Mechanische Verfahrenstechnik | Mechanical Process Engineering [MVT]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2022

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Prüfung (90 Minuten) erbracht. Die Studierenden lösen Rechenaufgaben und wenden Methoden der mechanischen Partikel und Prozesstechnik an und sind in der Lage Fragestellungen zu Anlagen und Apparaten der mechanischen Verfahrenstechnik schriftlich zu beantworten. Hilfsmittel: Taschenrechner

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Technische Mechanik 1 (CS0036), Werkstoffkunde (CS0040), Strömungsmechanik (WZ1954)

#### Inhalt:

Im Modul werden die Grundlagen vermittelt, die zur Beschreibung von Partikelsystemen notwendig sind:

Partikelgröße und -form, Verteilungsfunktionen, Partikelbewegung und Wechselwirkungen in Haufwerken.

Weiterhin werden die Grundoperationen dargestellt, die auf Partikeln angewandt werden:

Zerkleinern, Mischen, Trennen, Agglomerieren, Fest- und Wirbelbetten, Filtration.

Beispielsweise wird Bezug auf die Anwendung bei Stoff- und Energiesysteme genommen mit dem Thema Holzhäckseln, Fördern, Fermenterrührung und Biomasseverbrennung.

#### Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, die mathematischen Grundlagen der Partikeltechnik anzuwenden und Grundoperationen der mechanischen Verfahrenstechnik auszulegen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen und Übungen. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag und durch Präsentationen vermittelt. In den im Rahmen des Moduls durchgeführten Übungen werden die gelernten Inhalte der Mechanischen Verfahrenstechnik mit Hilfe von Rechenbeispielen veranschaulicht.

**Medienform:**

Präsentationen, Übungen

**Literatur:**

- Bohnet, M., Hg.; 2014. Mechanische Verfahrenstechnik. Weinheim: Wiley-VCH-Verl. ISBN 9783527663569
- Müller, W., 2014. Mechanische Verfahrenstechnik und ihre Gesetzmäßigkeiten. 2. Aufl. München: De Gruyter. Studium. ISBN 3110343568.
- Rhodes, M.J., 2008. Introduction to particle technology. 2nd ed. Chichester, England: Wiley. ISBN 047072711X.
- Schubert, H., 1990. Mechanische Verfahrenstechnik. Mit 36 Tabellen. 3., erw. und durchges. Aufl. Leipzig: Dt. Verl. für Grundstoffindustrie. Verfahrenstechnik. ISBN 9783342003816.
- Schwister, K., Hg., 2010. Taschenbuch der Verfahrenstechnik. Mit 49 Tabellen. 4., aktualisierte Aufl. München: Fachbuchverl. Leipzig im Carl-Hanser-Verl. ISBN 3446424350.
- Stiess, M., 1997. Mechanische Verfahrenstechnik 2. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Springer-Lehrbuch. ISBN 978-3-662-08599-8.
- Stiess, M., 2009. Mechanische Verfahrenstechnik. Partikeltechnologie. 3., vollständig neu bearbeitete Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Springer-Lehrbuch. ISBN 978-3-540-32552-9.
- Zogg, M., 1993. Einführung in die mechanische Verfahrenstechnik. Mit 29 Tabellen und 32 Berechnungsbeispielen. 3., überarb. Aufl. Stuttgart: Teubner. ISBN 9783519163190.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Matthias Gaderer

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Mechanical process engineering (Exercise) (Übung, 2 SWS)

Gaderer M [L], Herdzyk S

Mechanical process engineering (Lecture) (Vorlesung, 2 SWS)

Gaderer M [L], Herdzyk S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1955: Wärmeübertragung | Heat transfer

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2021

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Prüfung erbracht. Die Studierenden berechnen Aufgaben der Wärmeübertragung. Sie erklären dimensionslose Kennzahlen und wenden diese in Rechenbeispielen an. Sie beschreiben und berechnen verschiedene Mechanismen der Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung. Insgesamt zeigen die Studenten, dass sie Aufgabenstellungen aus dem Gebiet der Wärmelehre verstehen und lösen können.  
Prüfungsdauer: 90 Minuten

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlegende Kenntnisse der wichtigsten physikalischen Zusammenhänge (Grundgrößen mit Einheiten, Definition von Druck, Temperatur, Enthalpie, Entropie usw.) müssen vorhanden sein. Weiterhin wird die Aufstellung und Lösung von mathematischen Gleichungssystemen sowie die Beherrschung der einfachen Integral- und Differenzialrechnung vorausgesetzt. Die grundlegenden Inhalte des Wahlmoduls "Strömungsmechanik" gelten als Vorraussetzung  
Physik, Mathematik und Thermodynamik

#### Inhalt:

In diesem Modul werden die Grundkenntnisse der Wärmelehre aus Vorlesungen im Bereich der Thermodynamik erweitert, vertiefte Berechnungsgrundlagen geschaffen und dimensionslose Kennzahlen hergeleitet. Dabei wird behandelt: Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung, Wärmedurchgang durch Objekte, Berechnungen auf Basis von Nusselt- und Prandtlzahl, Auslegung und Berechnung von Wärmeübertragern, transiente Wärmeleitung, Einfluss von Phasenübergängen und Wissenstransfer auf parallele Fragestellungen in der Stoffübertragung.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage einfache Aufgabenstellungen zur Wärmeübertragung (Konvektion, Leitung, Strahlung) zu verstehen und zu analysieren, die Methoden zur Lösung der Aufgaben anzuwenden und eine mathematische Lösung durchzuführen. Außerdem wird der Studierende in der Lage sein Wärmeübertragungssysteme zu bilanzieren und zu konzeptionieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung in der auch Übungen abwechselnd durchgeführt werden. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag und durch Präsentationen vermittelt. Studierende sollen zur Vertiefung zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt werden. In den im Rahmen des Moduls durchgeführten Übungen werden die gelernten Inhalte direkt praxisnah anhand von Rechenbeispielen vermittelt und vertieft. So wird zum Beispiel die Auslegung eines Wärmeübertragers behandelt.

**Medienform:**

Präsentationen, Folienskripte, Übungen

**Literatur:**

- [224] Stephan, P.; Schaber, K.; Stephan, K.; Mayinger, F.: Thermodynamik, Band 1: Einstoffsysteme, 17. Auflage, Springer, ISBN 978-3-540-70813, 2006
- [226] Baehr, Hans Dieter; Kabelac, Stephan: Thermodynamik, 14. Auflage, Springer, ISBN 978-3-642-00555-8, 2009
- [] Wärme- und Stoffübertragung, Hans Dieter Baehr und Karl Stephan, Springer, ISBN 978-3-642-36558-4 , 2013
- [227] HSC Chemistry, Outokumpu Research Oy, Pori, Finnland, A. Roine, Ver. 1.10, 1990
- [233] Stephan, P.; Schaber, K.; Stephan, K.; Mayinger, F.: Thermodynamik Grundlagen und technische Anwendungen, Band 2: Mehrstoffsysteme und chemische Reaktionen, 15. Auflage, Springer, ISBN 978-3-540-36709-3, 2010
- [234] Gmehlin, J.; Kolbe, B.: Thermodynamik, 2. Auflage, VCH, ISBN 3-527-28547-4, 1992
- [235] Atkins, Peter W.: Physikalische Chemie, VCH, ISBN 3-527-25913-9, 1990
- [268] GTT-Technologies; Programm Factsage 6.3, <http://www.gtt-technologies.de>
- [242] VDI Wärmeatlas, VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemie-Ingenieurwesen 9.Auflage, Springer-Verlag ISBN 3-540-41201-8 9.Auflage

**Modulverantwortliche(r):**

Matthias Gaderer (gaderer@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](http://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Allgemeinbildende Wahlmodule | General Education Modules

### Modulbeschreibung

## CS0259: Kommunikation und Präsentation | Communication and Presentation

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2022/23

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 5	<b>Gesamtstunden:</b> 150	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 90	<b>Präsenzstunden:</b> 60

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Im Laufe des Semesters wird von den Studierenden als Studienleistung die Ausarbeitung von Präsentationen (Einzel- und Gruppenpräsentationen, Rollenspiel, Fallbearbeitung in der Gruppe, Videoanalysen) erwartet (unbenotet). Das Modul wird mit einer schriftlichen Prüfung (90 min) abgeschlossen. In dieser sollen die Studierenden unterschiedliche Modelle aus der Kommunikationspsychologie ohne Hilfsmittel wiedergeben bzw. anhand von unterschiedlichen aufgeführten Szenarien illustrieren.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

### Inhalt:

Das Modul Kommunikation und Präsentation ist in folgende Bereiche untergliedert:

- Grundlagen der Kommunikation und Kommunikationsmethodik
- Kommunikationsregeln und deren Anwendung im Berufsalltag
- Axiome der Kommunikation
- Die vier Ebenen der Kommunikation (Vier-Ohren-Modell)
- Kommunikation in Gruppen
- Konstruktives Feedback geben und nehmen
- Do's und Don'ts der Kommunikation

- Förderliche Grundhaltungen und Kommunikationstechniken der nicht-direktiven Gesprächsführung

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme am Modul können die Studierenden grundlegende Kommunikationsmodelle verstehen und die dahinterliegende Theorie den Modellen entsprechend zuordnen.

Des Weiteren können die Studierende anhand von Fallbeispielen Kommunikationsmodelle beschreiben.

Das Vier-Ebenen-Modell der Kommunikation kann im Alltag und im Berufsleben angewendet werden.

Bei Kommunikation in Gruppen können die Studierenden konstruktives Feedback geben und nehmen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

In der Vorlesung wird von den Studierenden ein Vortrag (mit Diskussion) erarbeitet. In den Übungen werden Rollenspiele, Fallstudien durchgeführt. In Videoanalysen werden Einzel- und Gruppenpräsentationen durchgeführt und analysiert.

### **Medienform:**

Präsentationen, Skriptum, Video, Übungsblätter, Flipchart, Powerpoint, Filme zeigen

### **Literatur:**

Schulz von Thun, F. (2014). Miteinander reden 1: Störungen und Klärungen. Allgemeine Psychologie der Kommunikation. Hamburg: Rowohlt Verlag.

Schulz von Thun, F. (2014). Miteinander reden 2: Stile, Werte und Persönlichkeitsentwicklung. Differentielle Psychologie der Kommunikation. Hamburg: Rowohlt Verlag.

Schulz von Thun, F. (2014). Miteinander reden 3: Das "Innere Team" und situationsgerechte Kommunikation. Hamburg: Rowohlt Verlag.

Schulz von Thun, F. (2014). Miteinander reden 4: Fragen und Antworten. Hamburg: Rowohlt Verlag.

### **Modulverantwortliche(r):**

Claudia Martin (martin.cm@t-online.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Kommunikation und Präsentation (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Martin C [L], Martin C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1209: Angewandte Ethik zu Nachwachsenden Rohstoffen | Applied Ethics to Renewable Resources

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2015/16

<b>Modulniveau:</b> Master	<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester
<b>Credits:*</b> 3	<b>Gesamtstunden:</b> 90	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 60	<b>Präsenzstunden:</b> 30

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Klausur (60 Minuten) sollen die Studierenden die Grundlagen der Herangehensweise der Bioethik wiedergeben. Anhand von Fragestellungen in der Öffentlichkeit, die in Aufgaben aufgeführt sind, sollen Zusammenhänge von Gefahren bzw. Ungerechtigkeiten herausgearbeitet werden. Anhand von aufgeführten Szenarien sollen Problemfelder benannt und Lösungsvorschläge aufgezeigt werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

#### Inhalt:

"Begriffsdefinitionen der Ethik, Hauptströmungen bioethischer Herangehensweisen wie z.B. Kants Ethik / Deontologische Ethik  
Utilitarismus (Konsequenzbasierte Theorie), Liberaler Individualismus (Rechthebasierte Theorie), Kommunitarismus (Gemeinschaftsbasierte Theorie); Rezeption bioethischer Fragestellungen in der Öffentlichkeit wie  
-Rote Gentechnologie  
-Grüne Gentechnologie  
-Problemfelder aus der Nutzung Nachwachsender Rohstoffe - Schlagwort Teller vor Tank, Nutzung von Ackerflächen für chemisch-stoffliche Produkte oder zur energetischen Verwertung vor dem Hintergrund des Hungertods in der Welt. Hierbei wird auch auf Inhalte der Verschwendung von Nahrungsmittel im Zuge der Wertschöpfungskette vom Acker zum Konsumenten eingegangen.  
Rechtliches aus der Biomedizinkonvention (Europarat), Ausgewählte Problemfelder wie z.B. Bioethik für alle Lebewesen, Bioethik in Bezug auf den Menschen, Definition des Lebensbeginnes,

Definition des Todes, Medizinethik, Forschung, Nutzung von Ressourcen (Herstellung), Verschwendung von Ressourcen (Effizienz)"

**Lernergebnisse:**

Die Studierende können nach dem Besuch des Moduls die Grundlagen der Bioethik verstehen. Sie können Hauptströmungen bioethischer Herangehensweisen erfassen. Sie haben sich eine Ansicht für Fragestellungen in der Öffentlichkeit zu den genannten Aspekten gebildet und können Probleme aus der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen ermitteln und mögliche Lösungswege mit den erlernten Methoden aufzeigen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung zur Vermittlung des Basiswissens; Präsentationen; Übungen zur Anwendung bioethischer Herangehensweisen, Expertenvorträge zu ausgewählten Themen zur ethischen Bewertung der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen.

**Medienform:**

Skript; PPT-Präsentation; Filmvorträge; Gruppenarbeit

**Literatur:**

"Günter Altner: Naturvergessenheit. Grundlagen einer umfassenden Bioethik. WBG, Darmstadt 1991 ISBN 3534800435;

Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft Nr. 1597: Bioethik - Eine Einführung Taschenbuch – 2003 von Marcus Düwell (Herausgeber, Vorwort), Klaus Steigleder (Herausgeber, Vorwort)

European Union, 2014, Health and Consumers. Food. Stop Food Waste. European Commission. [Http://ec.europa.eu/food/food/sustainability/index-en.htm](http://ec.europa.eu/food/food/sustainability/index-en.htm) [accessed June 6, 2014]

Agrarethik: Landwirtschaft mit Zukunft Gebundene Ausgabe – Juli 2012 von Uwe Meier (Herausgeber)

Energie aus Biomasse - ein ethisches Diskussionsmodell - Michael Zichy, Christian Duernberger, Beate Formowitz, Anne Uhl, Maendy Fritz, Edgar Remmele, Stephan Schleissing, Bernhard Widmann (2011): ""Energie aus Biomasse - ein ethisches Diskussionsmodell"". Darmstadt, Vieweg +Teubner, ISBN: 978-3-8348-1733-4"

**Modulverantwortliche(r):**

Andrea Potzler

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Angewandte Ethik zu Nachwachsenden Rohstoffen (Vorlesung) (Vorlesung, 1 SWS)  
Pötzler A

Angewandte Ethik zu Nachwachsenden Rohstoffen (Übung) (Übung, 1 SWS)  
Pötzler A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](http://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Bachelor's Thesis | Bachelor's Thesis

### Modulbeschreibung

## CS0054: Bachelor's Thesis | Bachelor's Thesis

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

<b>Modulniveau:</b> Bachelor	<b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch	<b>Semesterdauer:</b> Einsemestrig	<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester/ Sommersemester
<b>Credits:*</b> 10	<b>Gesamtstunden:</b> 360	<b>Eigenstudiums- stunden:</b> 180	<b>Präsenzstunden:</b> 180

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Bachelor's Thesis ist eine dreimonatige Abschlussarbeit, in der Studierende sich wissenschaftlich mit einem spezifischen, chemischen, biologischen oder verfahrenstechnischen Thema auseinandersetzen. Dazu formulieren die Studierenden schriftlich den wissenschaftlichen Wissensstand und Diskurs und entwickeln darauf aufbauend eine spezifische Fragestellung. Dieses Thema behandeln die Studierenden mit dem im Studium erworbenen Fach- und Methodenwissen. Das Modul wird mit der Erstellung und positiven Bewertung der Bachelor's Thesis abgeschlossen (je nach Themenstellung etwa 10 bis 100 Seiten).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

120 Credits in Pflicht- und Wahlmodulen des Bachelorstudiums

#### Inhalt:

"Vertiefung der Kenntnisse zu einem speziellen Thema der Biotechnologie, das in Absprache mit dem Betreuer frei wählbar ist / Vertiefung praktischer Fertigkeiten im Labor / Präsentation eines forschungsbasierten Themas aus dem Bereich der Biotechnologie"

#### Lernergebnisse:

"Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage einfache wissenschaftliche Fragestellungen auf Basis wissenschaftlicher Methoden und analytischen Denkens eigenständig zu bearbeiten. Sie können ihre

Ergebnisse schlüssig darstellen, diskutieren und Schlussfolgerungen daraus ziehen"

**Lehr- und Lernmethoden:**

"Im Rahmen der Bachelor's Thesis wird von den Studierenden eine wissenschaftliche Fragestellung bearbeitet.

Hierbei kommen unter anderem Literaturrecherche sowie Laborarbeit und Präsentationen zum Einsatz. Die

tatsächlichen Lehr- und Lernmethoden richten sich nach der jeweiligen Fragestellung und sind im Einzelfall mit

dem Betreuer abzuklären."

**Medienform:**

Fachliteratur, Software, etc.

**Literatur:**

in Absprache mit dem Betreuer

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Cordt Zollfrank

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Alphabetisches Verzeichnis der Modulbeschreibungen

### A

---

<b>Allgemeinbildende Wahlmodule</b>   General Education Modules	91
<b>[CS0220] Allgemeine und Anorganische Chemie</b>   General and Inorganic Chemistry [Chem]	9 - 10
<b>[CS0230] Angewandte Elektrochemie</b>   Applied Electrochemistry [Angw. EC]	60 - 62
<b>[WZ1209] Angewandte Ethik zu Nachwachsenden Rohstoffen</b>   Applied Ethics to Renewable Resources	93 - 94

### B

---

<b>Bachelor's Thesis</b>   Bachelor's Thesis	95
<b>[CS0054] Bachelor's Thesis</b>   Bachelor's Thesis	95 - 96
<b>[CS0186] Biochemie</b>   Biochemistry [BC]	39 - 40
<b>[CS0210] Bioinformatik</b>   Bioinformatics	35 - 36
<b>[CS0281] Biopolymere</b>   Biopolymers [Biopol]	63 - 64
<b>[CS0189] Bioverfahrenstechnik</b>   Bioprocess Engineering [BVT]	50 - 51

### C

---

<b>[CS0231] Chemische und Thermische Verfahrenstechnik</b>   Reaction Engineering and Fluid Separations	45 - 47
<b>[CS0180] Concepts of Physics and Chemistry in Nature</b>   Concepts of Physics and Chemistry in Nature	65 - 66

### D

---

<b>[CS0191] Downstream Processing</b>   Downstream Processing [DSP]	56 - 57
---	---------

### E

---

<b>[CS0207] Einführung in die Elektrochemie</b>   Introduction to Electrochemistry	72 - 74
<b>[CS0106] Einführung in Graphen und Netzwerke</b>   Introduction to Graphs and Networks [EGN]	85 - 86

**[CS0187] Enzyme und Ihre Reaktionen** | Enzymes and Their Reactions 43 - 44  
[EnzReakt]

## F

---

**Fachspezifische Wahlmodule** | Technical Elective Modules 60  
**Forschungspraktikum** | Research Internship 58  
**[CS0053] Forschungspraktikum** | Research Internship 58 - 59  
**[CS0001] Foundations of Programming** | Foundations of Programming [FoP] 13 - 14

## G

---

**[CS0172] Green Chemistry** | Green Chemistry [GreenChem] 29 - 30  
**[CS0209] Grundlagen der Stofflichen Biomassenutzung** | Basics on  
Renewables Utilization 75 - 76

## H

---

**[CS0175] Höhere Mathematik 1** | Advanced Mathematics 1 5 - 6  
**[CS0038] Höhere Mathematik 2** | Advanced Mathematics 2 15 - 16

## I

---

**[CS0168] Instrumentelle Analytik und Spektroskopie** | Instrumental Analysis  
and Spectroscopy 25 - 26

## K

---

**[CS0259] Kommunikation und Präsentation** | Communication and Presentation 91 - 92

# M

---

<b>[CS0217] Mechanische Verfahrenstechnik</b>   Mechanical Process Engineering [MVT]	54 - 55
<b>[CS0217] Mechanische Verfahrenstechnik</b>   Mechanical Process Engineering [MVT]	87 - 88
<b>[CS0042] Mikroskopie und Diffraktometrie</b>   Microscopy and Diffractometry [MikDif]	83 - 84
<b>[CS0257] Molekularbiologie und Gentechnik</b>   Molecular Biology and Genetics [MolBio]	37 - 38

# O

---

<b>[CS0052] Organic Chemistry</b>   Organic Chemistry [OrgChem]	11 - 12
<b>[CS0166] Organische Chemie für Fortgeschrittene</b>   Advanced Organic Chemistry [OGF]	27 - 28

# P

---

<b>Pflichtmodule Bereich Chemie</b>   Compulsory Modules Chemistry	19
<b>Pflichtmodule Bereich Molekulare Biologie</b>   Compulsory Modules Molecular Biology	31
<b>Pflichtmodule Bereich Verfahrenstechnik</b>   Compulsory Modules Process Engineering	45
<b>Pflichtmodule Weiterführende Grundlagen</b>   Compulsory Modules Advanced Basics	13
<b>[CS0028] Physics</b>   Physics [Phys]	7 - 8
<b>[CS0152] Physikalische Chemie</b>   Physical Chemistry [PhysChem]	19 - 20
<b>[CS0215] Practical Course Organic Chemistry</b>   Practical Course Organic Chemistry [OCP]	23 - 24
<b>[CS0155] Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie</b>   Practical Course General and Inorganic Chemistry [Chem]	21 - 22
<b>[CS0188] Praktikum Allgemeine Verfahrenstechnik</b> [PVT]	48 - 49
<b>[CS0218] Praktikum Biochemie</b>   Practical Course Biochemistry [Pra BC]	41 - 42
<b>[CS0190] Praktikum Bioverfahrenstechnik</b>   Practical Course Bioprocess Engineering [PBVT]	52 - 53
<b>[CS0243] Praktikum Elektrobiotechnologie</b>   Practical Course Electrobiotechnology [EBTP]	69 - 71

<b>[CS0216] Praktikum Mikrobiologie</b>   Practical Course Microbiology	33 - 34
<b>[CS0131] Praktische Methoden in der Chemie</b>   Applied Methods in Chemistry	81 - 82
<b>[CS0035] Principles and Methods of Synthetic Biology</b>   Principles and Methods of Synthetic Biology	77 - 78
<b>[CS0222] Protein Chemistry</b>   Protein Chemistry [ProtCh]	79 - 80

## S

---

<b>[CS0199] Statistics</b>   Statistics	17 - 18
<b>[CS0201] Strömungsmechanik</b>   Fluid Mechanics [STM]	67 - 68

## W

---

<b>Wahlmodule</b>   Electives	60
<b>[WZ1955] Wärmeübertragung</b>   Heat transfer	89 - 90

## Z

---

<b>[CS0157] Zell- und Mikrobiologie</b>   Cell Biology and Microbiology [MiBi]	31 - 32
--	---------