



**Hochschule  
Bonn-Rhein-Sieg**  
University of Applied Sciences

# **Modulhandbuch des Bachelor-Studiengangs „Nachhaltige Chemie und Materialien“**

**Fachbereich Angewandte Naturwissenschaften  
Hochschule Bonn-Rhein-Sieg**

**Stand: 05.10.2022**

Pflichtmodule:

Allgemeine Chemie .....	4
Struktur und Eigenschaften von Materialien .....	6
Mathematik Grundlagen .....	8
Informatik und Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten .....	10
English for Chemistry 1 & 2 .....	13
Fremdsprache 1 & 2 .....	14
Anorganische Chemie .....	16
Analytische Chemie .....	18
Mikroskopie .....	20
Mathematik Anwendungen .....	22
Physikalische Grundlagen/Statistik .....	24
Organische Chemie (Grundlagen und Nachhaltigkeitsaspekte) .....	26
Physikalische Chemie .....	28
Festkörpermechanik .....	31
Keramiken und Gläser .....	33
Physikalische Messtechnik und Statistik .....	35
Instrumentelle Analytik .....	38
Metalle und Legierungen .....	41
Technische Chemie .....	43
Makromolekulare Chemie (Grundlagen und Nachhaltigkeitsaspekte) .....	45
Biochemie – Grundlagen und Biomedizin .....	47
Umwelt- und Werkstoffanalytik .....	49
Polymere und Verbunde .....	52
Stoffströme im Wandel .....	53
Datenanalyse und Vorbereitung von Abschlussarbeiten .....	58
Praxisphase .....	60
Abschlussarbeit / Bachelorthesis .....	62
WPF Anorganische Chemie II .....	64
WPF Entstehung und Analytik von Mikroplastik .....	66
WPF Thermische Analyse .....	68
WPF Besondere Einblicke in Angewandter Instrumenteller Analytik .....	70
WPF Klimawandel: Wieso, weshalb, was tun? .....	72
WPF Konstruktionstechnik für die Materialwissenschaften .....	74
WPF Projektmanagement .....	76
WPF Scientific Photography .....	78
WPF Werkstoffauswahl und Leichtbau .....	80



Modulbezeichnung:	<b>Allgemeine Chemie</b>																		
Studiensemester:	1. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Dr. Ulf Ritgen																		
Dozent(in):	Dr. Ulf Ritgen, Antje Thielen																		
Sprache:	Deutsch / Englisch (bilingual)																		
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtfach 1. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien																		
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus V: 2 SWS Ü: 2 SWS; Gruppengröße: max. 60 P: 2 SWS; Gruppengröße: max. 24																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding-left: 20px;">V</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Ü:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">P:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Summe:</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">120</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Summe total: 210 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V	30	30	Ü:	30	30	P:	30	60	Summe:	90	120	Summe total: 210 Stunden		
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V	30	30																	
Ü:	30	30																	
P:	30	60																	
Summe:	90	120																	
Summe total: 210 Stunden																			
Kreditpunkte	7 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	keine																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können Stoffe klassifizieren und sicher handhaben, die grundlegenden Atom- und Materie-Modelle vergleichend einander gegenüberstellen, Wechselwirkungen auf (sub-)atomarer Ebene klassifizieren und damit stoffliche Phänomene erläutern, chemische Reaktionen den jeweiligen Reaktionstypen zuordnen und die zugehörigen Vorgänge und zu beobachtenden Phänomene erklären und in den bearbeiteten Themenkreisen einfache chemische Experimente hinsichtlich Materialbedarf, Geräteaufbau und Abläufe planen, durchführen und protokollieren indem sie die Modelle gemäß der jeweiligen Aufgabenstellung anwenden, auf ihr Wissen über die charakteristischen Eigenschaften verschiedener Stoffklassen zurückgreifen, ausgehend von vorgegebenen Informationen über Ausgangs- und/oder Endstoffe und unter Berücksichtigung von Stoff- und Ladungsbilanz Reaktionsgleichungen aufstellen, die Auswirkungen verschiedener Parameter auf das Massenwirkungsgesetz erkennen und dabei auf das Prinzip von Le Chatelier zurückgreifen und so Prognosen über zu erwartendes Verhalten aufstellen die theoretischen Hintergründe der durchgeführten Experimente, die labortypischen Gefährdungen beim Umgang mit Gefahrstoffen und Laborgeräten, sowie die allgemeinen Schutzmaßnahmen zur sicheren Laborarbeit kennen und die Versuchsdurchführungen und Beobachtungen in Form eines Laborjournals dokumentieren um chemische Sachverhalte aus Labor und Alltagsleben systematisch und mit korrekter Fachsprache zu erklären, sich auf der Basis dieser Hintergrundkenntnisse wissenschaftlich auch in komplexere chemische Sachverhalte bzw. konkretere Teilgebiete der</p>																		

	Chemie und angrenzender Naturwissenschaften einzuarbeiten und im Experiment gewonnene Daten auszuwerten, wissenschaftlich zu bewerten und schriftlich oder mündlich zu präsentieren.
Inhalt:	<p><u>Vorlesung:</u>  Atommodelle (Bohr, Rutherford), Atomspektren  Aufbau des Periodensystems der Elemente; Orbitale, Aufbau-Prinzip  chemische Bindung (ionisch, kovalent, metallisch, koordinativ);  intermolekulare Wechselwirkungen  Reaktionen und das dynamische Gleichgewicht,  Massenwirkungsgesetz, Grundlagen der Thermodynamik (Hauptsätze)  Säuren und Basen, pH-Wert(-Berechnungen), Puffer  Löslichkeit und das Löslichkeitsprodukt  Redox-Reaktionen, Redox-Potentiale, galvanische Zellen und die  Nernst'sche Gleichung</p> <p><u>Praktikum:</u>  Einführung in das sichere Arbeiten im Labor,  Einführende Versuche zu Massenwirkungsgesetz, Säure/Base-  Titrationen, Elektrochemie, Komplexchemie</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung schriftlich (120 min) – benotet.
Medienformen:	V: Präsentation (D/E), Tafel (analog oder digital) Ü: Übungsaufgaben, Tafel (a/d) P: schriftliche Versuchsanleitungen und Betriebsanweisungen, Einführungsvideos und Präsentationen (a/d) inkl. Seminar zum Praktikum, das insbesondere die Auswertung und Beurteilung der Experimente begleitet.
Literatur	M. Binnewies et al., "Allgemeine und Anorganische Chemie", 3. Aufl., Springer Spektrum. E. Riedel, H.-J. Meyer, "Allgemeine und Anorganische Chemie", 12. Aufl., DeGruyter. S. Ortanderl, U. Ritgen, "Chemie - das Lehrbuch für Dummies", 2. Aufl., Wiley-VCH. P. Atkins, "Chemie - einfach alles", 2. Aufl. Wiley-VCH.

Modulbezeichnung:	<b>Struktur und Eigenschaften von Materialien</b>
Studiensemester:	1. Semester
Modulverantwortliche(r):	Dipl.-Ing. (FH) Irina Marschall, Prof. Dr. Michael Heinzelmann
Dozent(in):	Dipl.-Ing. (FH) Irina Marschall, Prof. Dr. Michael Heinzelmann
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtfach 1. Sem. Nachhaltige Chemie und Materialien Pflichtfach 1. Sem. Naturwissenschaftliche Forensik
Lehrform/SWS	Die Lehrinheit besteht aus: V: 2 SWS Ü: 2 SWS; Gruppengröße: max 30 P: 2 SWS; Gruppengröße: max 20
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden                      Eigenstudium V: 30      30 Ü: 30      45 P: 30      45 Summe: 90              120 Summe total: 210 Stunden
Kreditpunkte	7 ECTS
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen:	keine
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden können die grundlegenden Strukturen in Materialien und deren Entstehung beschreiben, die makroskopischen Eigenschaften von Werkstoffen aus der mikroskopischen Struktur erklären, identifizieren, welche grundlegende Werkstoffeigenschaft je nach Anwendungsfall die jeweils entscheidende ist, und die grundlegenden Versuche zur Charakterisierung der Struktur sowie der mechanischen und physikalischen Eigenschaften identifizieren und eigenständig durchführen,  indem sie die unterschiedlichen atomaren Aufbauten von Werkstoffen kennen, verstehen, wie der atomare Aufbau eines Werkstoffs sein makroskopisches Verhalten beeinflusst, und die Wirkprinzipien der wichtigsten Versuche der Materialprüfung verstehen,  um mit den erworbenen Kompetenzen Werkstoffeigenschaften fachgerecht zu bestimmen, die für ein gegebenes Einsatzprofil geeignetesten Werkstoffe auszuwählen und Schadensanalysen durchzuführen.

Inhalt:	<p>Vorlesung: Begriffe und Definitionen, Aufbau und Struktur von metallischen und polymeren Werkstoffen, Kristallgitter, Gleitebenen, Fehlstellen, Makromoleküle und prinzipielle Syntheseverfahren, Homo- und Copolymere, Blend, Bindungsarten und Eigenschaften, Strukturformeln und Eigenschaftsspektrum, Strukturbildung in metallischen und polymeren Werkstoffen, Einführung in die Mechanik fester Körper: Elastizität, elastisch-plastisches Werkstoffverhalten, Ermüdung, Zähigkeit, Härte, Abrieb und Verschleiß, thermisches Materialverhalten, Kriechverformung und Kriechbruch, Verfahren der mechanischen Werkstoffprüfung</p> <p>Übung: Aufgaben und Fallstudien zu den Inhalten der Vorlesung</p> <p>Praktikum: Versuche zur Charakterisierung der Struktur und der Bestimmung wichtiger physikalischer und mechanischer Eigenschaften von Metallen und Polymeren (u. a. Bestimmung von Dichte, elektrischer Leitfähigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Wärmeausdehnungskoeffizient und Glastemperatur, Gefügecharakterisierung, Versuche zur Ermittlung korrosiver Eigenschaften, der Spannungsreihe, dem Erkennen von Kunststoffen und der Polymerisation, Zug- und Biegeversuche)</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – benotet schriftliche Abschlussprüfung 100% (90 min)
Medienformen:	V: Tafel, Overhead, Beamer Ü: Aufgabensammlung, Tafel, Overhead, Beamer P: schriftliche Versuchsanleitungen
Literatur	<p>Ashby / Jones: Werkstoffe 1, Spektrum Akademischer Verlag</p> <p>Schwab: Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, Wiley</p> <p>Hornbogen, Egger, Werner: Werkstoffe</p> <p>Hellerich, Harsch, Haenle: Werkstoff-Führer Kunststoffe, Thieme-Verlag</p> <p>Hornbogen, Warlimont: Metalle</p>

Modulbezeichnung:	<b>Mathematik Grundlagen</b>															
Studiensemester:	1. Semester															
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Draber und Prof. Dr. Oligschleger															
Dozent(in):	Prof. Dr. Draber und Prof. Dr. Oligschleger															
Sprache:	Deutsch															
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 1. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien															
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus V: 4 SWS Ü: 2 SWS; Gruppengröße: max. 30															
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%;">Präsenzstunden</th> <th style="width: 35%;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">90</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Summe total: 180 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	60	60	Ü:	30	30	Summe:	90	90	Summe total: 180 Stunden		
	Präsenzstunden	Eigenstudium														
V:	60	60														
Ü:	30	30														
Summe:	90	90														
Summe total: 180 Stunden																
Kreditpunkte:	6 ECTS															
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine															
Empfohlene Voraussetzungen:	Brückenkurs Mathematik															
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><u>Vorlesung:</u> Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden und Verfahren in der Mathematik.</p> <p><u>Übung:</u> Die Studenten sind in der Lage, mathematische Methoden in praktischen Fragestellungen anzuwenden und grundlegende Berechnungen selbst durchzuführen.</p>															
Inhalt:	<p>Mengen, Reelle Zahlen und Intervalle, Lineare und Quadratische Gleichungen, Binomischer Satz</p> <p>Vektoren: grundlegende Operationen und Rechenmethoden</p> <p>Funktionen und Kurven: Definition und Darstellung, Verständnis als Abbildung, Allgemeine Funktionseigenschaften, Polarkoordinaten</p> <p>Folgen: Grenzwert und Stetigkeit einer Funktion, Polynome, Gebrochenrationale Funktionen, Potenzfunktionen, Trigonometrische Funktionen und Arkusfunktionen, Exponentialfunktionen und Logarithmusfunktionen</p> <p>Differentialrechnung: Ableitung als Tangentensteigung, Ableitung der elementaren Funktionen, Ableitungsregeln, Höhere Ableitungen, Linearisierung einer Funktion, Charakteristische Kurvenpunkte und Extremwertaufgaben, Kurvendiskussion, Numerische Nullstellensuche</p> <p>Integralrechnung: Integration als Umkehrung der Ableitung, Das bestimmte Integral als Fläche, Das unbestimmte Integral, Fundamentalsatz der Differential- und Integralrechnung, Wichtige Integrale, Berechnung bestimmter Integrale, Integrationsregeln und -methoden, Substitution, Partielle Integration, Numerische Integration, Einige Anwendungen der Integralrechnung</p> <p>Potenzreihen, Taylorreihen: Unendliche Reihen, Potenzreihe, Taylorsche Reihe, Grenzwertregel von de L'Hospital.</p>															
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – benotet Klausur (120 min, 100%), die aktive Teilnahme in den Übungen ist Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur															
Medienformen:	V: Tafel, Overhead-Projektor, Beamer Ü: Tafel															
Literatur:	Lothar Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler,															



	vieweg Verlag, Braunschweig Wiesbaden. Band 1,2 und 3. Manfred Brill, Mathematik für Informatiker, Hanser Verlag, München, Wien, 2. Auflage, 2005 K. Gieck, R. Gieck, Technische Formelsammlung, Gieck Verlag, Germering, 1995, 30. erweiterte Ausgabe
--	--

Modulbezeichnung:	<b>Informatik und Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten</b>										
Studiensemester:	1. Semester										
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Oligschleger, Antje Thielen und Prof. Dr. Draber										
Dozent(in):	Prof. Dr. Oligschleger, Antje Thielen und Prof. Dr. Draber										
Sprache:	Deutsch										
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtfach 1. Sem. BSc Nachhaltige Chemie und Materialien										
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus: V: 2 SWS S: 2 SWS P: 2 SWS Gruppengröße: max 20										
	<table> <tr> <td>Präsenzstunden</td> <td>Eigenstudium</td> </tr> <tr> <td>V: 30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>SU: 30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>P: 30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Summe: 90</td> <td>90</td> </tr> </table> <p><b>Summe total: 180 Stunden</b></p>	Präsenzstunden	Eigenstudium	V: 30	30	SU: 30	30	P: 30	30	Summe: 90	90
Präsenzstunden	Eigenstudium										
V: 30	30										
SU: 30	30										
P: 30	30										
Summe: 90	90										
Kreditpunkte	6 ECTS										
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine										
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine										
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berichte und Protokolle im naturwissenschaftlichen Kontext abfassen</li> <li>• sicher mit experimentellen Daten umgehen</li> <li>• (Mess-)Ergebnisse darstellen und präsentieren</li> <li>• Literatur recherchieren und richtig zitieren</li> <li>• Datenmengen und -bedarf abschätzen</li> <li>• Computer und gängige Anwendungen zu ihrem Vorteil einsetzen</li> <li>• den grundlegenden Aufbau und die grundlegende Funktionsweise von Computern verstehen</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Führen eines Laborbuchs beherrschen und Daten und Beobachtungen korrekt erfassen</li> <li>• die schriftlichen Methoden und Ausdrucksformen beherrschen</li> <li>• Fehlerbetrachtungen anstellen und Messfehler bestimmen</li> <li>• Präsentationstechniken kennen und anwenden</li> <li>• Recherchemethoden und Zitationsweisen sicher beherrschen</li> <li>• Algorithmen und Datenstrukturen implementieren</li> <li>• Aufgaben und Schichtung von Betriebssystemen verstehen</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Labor- und Arbeitsalltag sicher und selbständig arbeiten zu können</li> <li>• Versuche korrekt zu dokumentieren, auszuwerten, zu protokollieren und einzuordnen</li> <li>• wissenschaftliche Vorträge zu präsentieren</li> <li>• am Computer Grundkenntnisse des Programmierens anzuwenden</li> <li>• Betriebssystem-Shells zu benutzen</li> </ul>										
Inhalt:	<u>Vorlesungen:</u>										

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Computersysteme und Informatik</li> <li>• Internet WWW HTML</li> <li>• Grundlagen der Programmierung am Beispiel einer strukturierten Programmiersprache</li> </ul> <p><u>Seminaristischer Unterricht:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Schreiben von Berichten und Protokollen</li> <li>• Literatursuche in gedruckten Medien und online</li> <li>• Umgang mit experimentellen Daten; signifikante Zahlen, Arten von Fehlern; elementare Fehlerbetrachtung /-rechnung</li> <li>• Vortragspräsentation; Visualisierung von Ergebnissen , Präsentation der Ergebnisse aus dem Laborprojekt</li> </ul> <p><u>Praktika:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborprojekt: Planung und Durchführung</li> <li>• Auswertung von Daten mit Hilfe von Tabellenkalkulation</li> <li>• Erstellen eigener Webseiten</li> <li>• Erstellen eigener Programme in einer strukturierten Programmiersprache (z.B. Python)</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>unbenotete Portfolioprüfung, um den vielfältigen Anforderungen in der Informatik und dem wissenschaftlichen Arbeiten gerecht zu werden:          Bearbeitung eines Projekts (insbesondere Führen eines Laborbuchs, Erstellen eines Protokolls)          Abgabe von Aufgaben          Abhalten eines Fachvortrags</p>
Medienformen:	V/SU/P: (digital und analog) Tafel, Overhead-Projektor, Folien; Beamer; Lehrbücher; Computer; Softwareentwicklungstools
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ebel, H. F., Bliefert, C., "Diplom- und Doktorarbeit: Anleitungen für den naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchs", VCH, Weinheim (1993)</li> <li>• Hering, H., Hering, L., "Technische Berichte", Springer Vieweg, Wiesbaden(2015)</li> <li>• Taylor J.R., "Fehleranalyse", VCH, Weinheim (1988)</li> <li>• Demtröder W., "Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme", 3. Auflage, Springer Verlag (2002)</li> <li>• Hart H., „Einführung in die Messtechnik“, 5. Auflage, VEB Verlag Technik, Berlin (1989)</li> <li>• Gottwald W., „Statistik für Anwender“, Wiley-VCH, Weinheim (2000)</li> <li>• Kunze U.R., Schwedt G., „Grundlagen der quantitativen Analyse“, 6. Auflage, Wiley-VCH, Weinheim (2009)</li> <li>• Ritgen U., Oligschleger C., „Analytische Chemie X, Statistik“, 1. Auflage, Springer, Berlin Heidelberg (2018)</li> <li>• Gumm H. P., Sommer M., "Einführung in die Informatik", 9. Auflage, Oldenbourg Verlag München (2011)</li> <li>• HTML, Living Standard, <a href="https://html.spec.whatwg.org/multipage/">https://html.spec.whatwg.org/multipage/</a></li> <li>• The Python Language Reference, <a href="https://docs.python.org/3/reference/">https://docs.python.org/3/reference/</a>          Building Skills in Python, Release 2.6.2, Steven F. Lott, January 03, 2010</li> </ul>



Modulbezeichnung:	<b>English for Chemistry 1 &amp; 2</b>									
Studiensemester:	Semester 1 und 2									
Modulverantwortliche(r):	Peter Kapec									
Dozent(in):	Peter Kapec u.a.									
Sprachen:	Englisch									
Zuordnung zum Curriculum:	WPF im 1. und 2 Sem. Nachhaltige Chemie und Materialien									
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus Ü: 6 SWS; Gruppengröße: max. 20									
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Präsenzstunden</td> <td style="text-align: center;">Eigenstudium</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">90</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Summe total: 180 Stunden</td> </tr> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	Ü:	90	90	Summe total: 180 Stunden		
	Präsenzstunden	Eigenstudium								
Ü:	90	90								
Summe total: 180 Stunden										
Kreditpunkte:	6 ECTS									
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	English for Chemistry 1: keine English for Chemistry 2: Teilnahme an "English for Chemistry 1"									
Empfohlene Voraussetzungen:	Der Kurs setzt Englischkenntnisse auf Niveaustufe B1 gemäß GER voraus.									
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden können in englischer Sprache diskutieren, beschreiben und Vorträge über Themen aus dem Bereich Chemie oder anderer Naturwissenschaften halten indem sie grammatikalisch korrekte Sprache, korrekte Aussprache und relevante Fachbegriffe verwenden sowie recherchieren und auf Informationen aus englischsprachigen wissenschaftlichen Zeitschriften und anderen Quellen zugreifen um Englisch als Kommunikationsmittel in zukünftigen Projekten und in ihrer wissenschaftlichen Laufbahn einzusetzen.									
Inhalt:	<p>Das Periodensystem  Beschreiben von Systemen  Mathematik  Beschreiben von Verfahren  Chemische Verbindungen  Metalle  Säuren und Basen  Materialien  Pharmazeutische Medikamentenentwicklung  Wiederholung der wichtigsten Zeiten  Fachwortschatz  Ausspracheübungen</p>									
Studien-/Prüfungsleistungen:	Benotete Modulprüfung Aktive Teilnahme an mind. 75% der Lehrveranstaltung Portfolio: Schriftliche Abschlussprüfung (60 min, 50%) Wissenschaftlicher Vortrag (10 min, 50%)									
Medienformen:	Skript, Videos									
Literatur:	Skript: English for Chemistry									

Modulbezeichnung:	<b>Fremdsprache 1 &amp; 2</b>									
Studiensemester:	Semester 1 und 2									
Modulverantwortliche(r):	Sprachenzentrum: Stephanie Cramer (Fachleitung Deutsch als Fremdsprache), Albina Rogozhnikova (Fachleitung weitere Sprachen) und Claudia Ruiz Vega (Fachleitung Spanisch)									
Dozent(in):	Verschiedene hauptamtliche Lehrende sowie Lehrbeauftragte des Sprachenzentrums (siehe Veranstaltungskommentar in LEA)									
Sprachen:	Deutsch als Fremdsprache / Spanisch / Norwegisch / Niederländisch									
Zuordnung zum Curriculum:	WPF im 1. und 2. Sem. Applied Biology WPF im 1. und 2. Sem. Nachhaltige Chemie und Materialien									
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus Ü: 6 SWS; Gruppengröße: max. 20									
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Präsenzstunden</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Eigenstudium</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ü:</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">90</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Summe total: 180 Stunden</td> </tr> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	Ü:	90	90	Summe total: 180 Stunden		
	Präsenzstunden	Eigenstudium								
Ü:	90	90								
Summe total: 180 Stunden										
Kreditpunkte:	6 ECTS									
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Nachweis eines B2-Niveau im Englischen anhand eines zentral durchgeführten Einstufungstests, da andernfalls Englisch als Language 1 und 2 belegt werden muss (Details hierzu siehe Erstsemesterbegrüßung) Voraussetzung zur Teilnahme an Language 2 ist die Teilnahme an Language 1. Ein Wechsel der Sprache ist nicht möglich, d.h. Language 1 und Language 2 müssen in der gleichen Fremdsprache besucht werden.									
Empfohlene Voraussetzungen:	Sprachkenntnisse gemäß vorausgesetztem Eingangsniveau (je nach Lehrveranstaltung)									
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können je nach Niveaustufe Sprachkompetenzen in den Teilbereichen Sprechen, Schreiben, Hören und Lesen erwerben und ausbauen indem sie</p> <p>im interaktiven, seminaristischen Unterricht mit unterschiedlichen Sozialformen wie beispielsweise Gruppenarbeit, Partnerarbeit, Einzelarbeit sowie einer E-Learning Komponente kommunikative Sprachaktivitäten wie Rezeption, Produktion, Interaktion, ggf. Sprachmittlung in mündlicher und/oder schriftlicher Form trainieren, ihren Wortschatz ausbauen, funktionale Grammatikkenntnisse erwerben sowie Arten der verbalen Interaktion und der Sprachregister kennenlernen</p> <p>in die Landes-, Kultur- und Mentalitätskunde des Kulturkreises der Zielsprache eingeführt werden</p> <p>um</p> <p>Situationen in Alltag, Studium und/oder Beruf in schriftlicher und mündlicher Form niveaustufengerecht kommunikativ zu bewältigen</p> <p>die angestrebte Niveaustufe in der jeweiligen Fremdsprache zu erreichen.</p>									
Inhalt:	Die genauen Kursinhalte richten sich nach dem jeweiligen Niveau der Lehrveranstaltung gemäß Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (GER); Informationen zu den Niveaustufen und entsprechenden Fertigkeiten des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen sind unter <a href="https://www.h-brs.de/files/ger.pdf">https://www.h-brs.de/files/ger.pdf</a> zu finden. Weitere Informationen zu den jeweiligen Kursinhalten werden zu Beginn der Lehrveranstaltung auf LEA zur Verfügung gestellt.									

Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten  Aktive Teilnahme an mind. 75% der Lehrveranstaltung  Mögliche Prüfungsformen  Portfolio: Die genauen Anforderungen an die Teilleistungen werden zu Semesterbeginn in der jeweiligen Lehrveranstaltung bekannt gegeben  Schriftliche und mündliche Abschlussprüfungen  Modulnote für Language 1 und Language 2  Language 1 und Language 2 müssen unabhängig voneinander bestanden werden.  Die Abschlussnote von Language 1 und Language 2 wird jeweils nach Kursende dem Prüfungsamt gemeldet.  Die Modulnote (=Gesamtnote) berechnet sich aus dem Durchschnitt der Abschlussnoten von Language 1 und Language 2.</p>
Medienformen:	Lehrwerke laut GER, audio-visuelle Materialien, von den Lehrkräften entwickelte Skripte, LEA
Literatur:	-

Modulbezeichnung:	<b>Anorganische Chemie</b>	
Studiensemester:	2. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Dr. Ulf Ritgen	
Dozent(in):	Dr. Ulf Ritgen, Dr. Jutta von der Gönna	
Sprache:	Deutsch / Englisch (bilingual)	
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 2. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien</b>	
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus V: 2 SWS Ü: 2 SWS; Gruppengröße: max. 60 P: 2 SWS; Gruppengröße: max. 24	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V 30	50
	Ü: 30	50
	P: 30	20
	Summe: 90	120
	<b>Summe total: 210 Stunden</b>	
Kreditpunkte	7 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Teilnahme am Modul Allgemeine Chemie	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktion in wässrigen und ausgewählten wasserfreien Systemen nachvollziehen und darüber hinaus Prognosen über das Reaktionsverhalten nicht im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelte Stoff-Kombinationen abgeben,</li> <li>• labortechnische und industrielle Verfahren zur Darstellung wichtiger anorganischer Verbindungen erläutern und die dahinterstehenden Prinzipien in korrekter Fachsprache erklären und</li> <li>• Reaktionen identifizieren, an denen umweltschädliche oder -belastende Ausgangs- oder Endstoffe beteiligt sind, und die damit verbundenen Gefahren einschätzen und kommunizieren,</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aus Tendenzen im Periodensystem korrekte Schlüsse ziehen,</li> <li>• chemische Zusammenhänge und Ähnlichkeiten erkennen,</li> <li>• die Prinzipien der allgemeinen und der anorganischen Chemie in Kombination mit ihrem Fachwissen über das stoffchemische Verhalten vornehmlich der Hauptgruppenelemente eigenständig auf Problemstellungen beziehungsweise neu zu gewinnende Erkenntnisse anwenden und</li> <li>• im Rahmen von labor- oder großtechnisch durchgeführten Reaktionen verwendete Substanzen auch im Hinblick auf die Gefährdungskriterien international geltender Gefahrstoffverordnungen sachkundig beurteilen,</li> </ul> <p>um</p>	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>eigenständig Lösungsansätze für das Deuten chemischer Reaktionen beziehungsweise Reaktionsverläufe zu entwickeln und</li> <li>im Rahmen des Praktikums auf der Basis allgemeiner Versuchsvorschriften und Betriebsanweisungen eigenständig einschlägige nasschemische Analysen durchzuführen und die Bestandteile von Stoffgemischen zu identifizieren.</li> </ul>
Inhalt:	<p><u>Vorlesung / Übung:</u> Tendenzen im Periodensystem (Schrägbeziehungen, Ladungsdichteverteilung etc.), allgemeine Nomenklatur Bindungsmodelle: Valence-bond-Modell (incl. VSEPR) und Grundlagen der Molekülorbitaltheorie, Mehrzentrenbindungen und Mesomerie Komplexverbindungen, einschließlich verschiedener Formen der Isomerie (auch Stereoisomerie) Ausgewählte Aspekte der Stoffchemie der Hauptgruppen-Elemente (z.B. Modifikationen - Allotropie, Polymorphie -) sowie deren natürliches Vorkommen und Reindarstellung Wichtige großtechnische Verfahren (Chloralkalielektrolyse, Gewinnung und Dotierung von hochreinem Halbleitermaterial, HABER-BOSCH-Verfahren, CLAUS-Prozess, FRASCH-Verfahren), auch unter Berücksichtigung von Umwelt- und Nachhaltigkeits-Aspekten Theoretische Aspekte der nasschemischen qualitativen Analyse (pH-Wert-abhängige Redox- und Komplex-Reaktionen, Grundlagen der Atomspektroskopie, ausgewählte Aufschlussverfahren (Soda-Auszug, Oxidationsschmelze)</p> <p><u>Praktikum:</u> Details der nasschemisch-qualitativen Analyse, Einzelnachweise von Kationen und Anionen, der Kationen-Trennungsgang Sicherer Umgang mit und ordnungsgemäße Entsorgung von umweltgefährdenden Stoffen</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung schriftlich (120 min) – benotet.
Medienformen:	V: Präsentation (D/E), Tafel (analog oder digital) Ü: Übungsaufgaben, Tafel (a/d) P: schriftliche Versuchsanleitungen und Betriebsanweisungen, Einführungsvideos und Präsentationen inkl. Seminar zum Praktikum (a/d).
Literatur	M. Binnewies et al., "Allgemeine und Anorganische Chemie", 3. Aufl., Springer Spektrum. E. Riedel, C. Janiak, "Anorganische Chemie", 8. Aufl., DeGruyter, Holleman/Wiberg, Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 103. Aufl., DeGruyter. S. Ortanderl, U. Ritgen, "Chemie - das Lehrbuch für Dummies", 2. Aufl., Wiley-VCH. Jander/Blasius, Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie", 16. Aufl., Hirzel.

Modulbezeichnung:	<b>Analytische Chemie</b>																		
Studiensemester:	2. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Dr. Ulf Ritgen																		
Dozent(in):	Dr. Ulf Ritgen, Antje Thielen																		
Sprache:	Deutsch																		
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 2. Semester Naturwissenschaftliche Forensik</b> <b>Pflichtfach 2. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien</b>																		
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus V: 2 SWS Ü: 2 SWS; Gruppengröße: max. 60 P: 2 SWS; Gruppengröße: max. 24																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"></th> <th style="text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding-left: 20px;">V</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Ü:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">P:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Summe:</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">120</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>Summe total: 210 Stunden</b></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V	30	30	Ü:	30	60	P:	30	30	Summe:	90	120	<b>Summe total: 210 Stunden</b>		
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V	30	30																	
Ü:	30	60																	
P:	30	30																	
Summe:	90	120																	
<b>Summe total: 210 Stunden</b>																			
Kreditpunkte	7 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Teilnahme am Modul Allgemeine Chemie bzw. General Chemistry																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den jeweiligen analytischen Prozess von der Probenahme und der Probevorbereitung bis zur Durchführung der jeweiligen Bestimmungsmethode nachvollziehen, in korrekter Fachsprache erläutern und eigenständig durchführen</li> <li>• die erhaltenen Analyse-Daten auswerten, interpretieren, beurteilen und präsentieren und</li> <li>• einfache analytische Experimente hinsichtlich Materialbedarf, Geräteaufbau und Abläufe planen, durchführen und protokollieren</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gehaltsangaben mithilfe grundlegender chemischer/elektrochemischer Analysemethoden ermitteln und die erhaltenen Werte unter Berücksichtigung statistischer und anderer Fehlerquellen auf Plausibilität und Genauigkeit überprüfen sowie Konsequenzen für das weitere Vorgehen ziehen und</li> <li>• die hinter den verschiedenen nasschemischen und/oder elektrochemischen Analysemethoden stehenden Prinzipien erkennen und auf die jeweilige Aufgabenstellung angepasst umsetzen,</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• anhand von Versuchsvorschriften und Betriebsanweisungen den Analyt-Gehalt ausgewählter Proben eigenständig praktisch zu</li> </ul>																		

	<p>ermitteln,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• und dabei etwaige Gefährdungen am Arbeitsplatz einzuschätzen sowie notwendige Konsequenzen für das sichere Arbeiten zu ziehen.</li> </ul>
Inhalt:	<p><u>Vorlesung:</u>  Grundlagen der quantitativen Analytik, Werkzeuge und Prinzipien, Standards, statistische Betrachtungen  nasschemische Gravimetrie  Volumetrie: Säure/Base- und Fällungs-Titrationen, Komplexometrie. Redox-Titrationen  Elektrogravimetrie, Coulometrie  Konduktometrie  Potentiometrie, Elektroden 1.,2. und 3. Ordnung, ausgewählte Verfahren  Speziellere Elektroden. einschließlich Glaselektrode, potentiometrische pH-Wert-Bestimmung, Ionensensitive Elektroden</p> <p><u>Praktikum:</u>  Praktische Durchführung, Protokollierung und ausführliche Auswertung ausgewählter in der Vorlesung behandelte Analysemethoden:  Konduktometrische Titrationen, Komplexometrie, ionensensitive Elektroden in der Handhabung, ausgewählte gravimetrische Verfahren, auto-indizierende und indikator-abhängige Redox-Systeme (Permanganometrie, Iodometrie).</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Portfolioprüfung: Laborberichte + Abschlussklausur (120 min) – benotet.
Medienformen:	<p>V: PowerPoint-Präsentation, Tafel (analog oder digital)  Ü: Übungsaufgaben, Tafel (a/d)  P: schriftliche Versuchsanleitungen und Betriebsanweisungen, Einführungsvideos und PowerPoint-Präsentationen inkl. Seminar zum Praktikum, das insbesondere die Auswertung und Beurteilung der Experimente begleitet. (a/d)</p>
Literatur	<p>D.C. Harris, Lehrbuch der Quantitativen Analyse, 8. Aufl., Springer <b>2014</b> (dazu Arbeitsbücher: U. Ritgen, Analytische Chemie I, Springer <b>2019</b> und U. Ritgen, Analytische Chemie II, Springer <b>2020</b>).</p> <p>G. Schwedt, T.C. Schmidt, O.J. Schmitz, Analytische Chemie – Grundlagen, Methoden und Praxis, 3. Aufl., Wiley-VCH <b>2016</b>.</p> <p>M. Otto, Analytische Chemie, 5. Aufl., Wiley-VCH <b>2019</b>.</p> <p>G. Jander, K.-F. Jahr, Maßanalyse, 18. Aufl., de Gruyter <b>2012</b>.</p> <p>U. Ritgen, Analytische Chemie für Dummies, Wiley-VCH <b>2021</b>.</p>

Modulbezeichnung:	<b>Mikroskopie</b>												
Studiensemester:	2. Semester												
Modulverantwortliche(r):	Dipl.-Ing. (FH) Irina Marschall												
Dozent(in):	Dipl.-Ing. (FH) Irina Marschall												
Sprache:	Deutsch												
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 2. Sem. Naturwissenschaftliche Forensik</b>												
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus: V: 1 SWS Ü: 1 SWS P: 1 SWS												
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Präsenzstunden</th> <th style="text-align: right;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">V: 15</td> <td style="text-align: right;">15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Ü: 15</td> <td style="text-align: right;">30</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">P: 15</td> <td style="text-align: right;">30</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Summe: 45</td> <td style="text-align: right;">75</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Summe total: Stunden 120</b></td> </tr> </tbody> </table>	Präsenzstunden	Eigenstudium	V: 15	15	Ü: 15	30	P: 15	30	Summe: 45	75	<b>Summe total: Stunden 120</b>	
Präsenzstunden	Eigenstudium												
V: 15	15												
Ü: 15	30												
P: 15	30												
Summe: 45	75												
<b>Summe total: Stunden 120</b>													
	3 ECTS												
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine												
Empfohlene Voraussetzungen:	Bestandene Prüfung im Fach Struktur und Eigenschaften von Materialien												
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsprinzipien unterschiedlichen Mikroskope beschreiben,</li> <li>• die Anwendungsbereiche unterschiedlichster Mikroskope erklären,</li> <li>• den sinnvollen Einsatz der unterschiedlichen Mikroskope und deren Verfahren bei materialwissenschaftlichen Aufgabenstellungen verstehen,</li> <li>• die grundlegenden mikroskopischen Versuche zur Charakterisierung der Struktur der Materialien eigenständig erklären können,</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungen von Normen zur Auswertung mikroskopischer Untersuchungen technischer Materialien kennen,</li> <li>• Interpretation von Musterbildern aus dem materialwissenschaftlichen Bereich anwenden und verstehen,</li> <li>• die Grundprinzipien der wichtigsten Anwendungsbereiche der Mikroskopie in den Materialwissenschaften erklären können,</li> </ul> <p>um mit den erworbenen Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Materialien fachgerecht mikroskopisch zu untersuchen,</li> <li>• für die verschiedenen Materialien geeignetsten mikroskopische Verfahren anzuwenden,</li> <li>• selbstständig mikroskopische Analyse durchzuführen</li> </ul>												
Inhalt:	<u>Vorlesung:</u> Begriffe und definitionen; unterschiedlichen Mikroskoparten; systematische Vorgehensweise bei der Mikroskopie; lichtmikroskopische Untersuchungsmethoden; elektronenmikroskopische Untersuchungsmethoden; Präparationsmethoden für die Licht- und Elektronenmikroskopie												

	<u>Übung:</u> Aufgaben und forensische Fallstudien zu den Inhalten der Vorlesung <u>Praktikum:</u> Praktische Durchführung licht- und elektronenmikroskopischer Untersuchungen; praktische Anwendungen unterschiedlicher Präparationstechniken; licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen definierter materialwissenschaftlicher Präparate;
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – benotet schriftliche Abschlussprüfung (120 min)
Medienformen:	V: Tafelanschrieb, Beamer Ü: Aufgabensammlung, Tafel, Beamer P: Schriftliche Versuchseinleitungen, Learning by Doing, Erstellen von Protokollen
Literatur:	Schade, Karl-Heinz; Lichtmikroskopie: Technologie und Anwendung; verlag moderne industrie; Landsberg / Lech; 1993; ISBN 3-478-93107-X  Kern, Martin, Jörg Trempler: Beobachtende und messende Mikroskopie in der Materialkunde: Ein Leitfaden für die Praxis; Brünne-Verlag; Berlin; 2007; ISBN 978-3-9809848-6-7  Gottfried W. Ehrenstein: Mikroskopie; Lichtmikroskopie, Polarisierung, Rasterkraftmikroskopie, Fluoreszenzmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie; Carl Hanser Verlag München; 2020; ISBN: 9783-3-446-46201-4

Modulbezeichnung:	<b>Mathematik Anwendungen</b>	
Studiensemester:	2. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Draber und Prof. Dr. Oligschleger	
Dozent(in):	Prof. Dr. Draber und Prof. Dr. Oligschleger	
Sprache:	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum:	<b>Pflichtfach 2. Sem. Nachhaltige Chemie und Materialien</b>	
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus: V: 4 SWS Ü: 2 SWS; Gruppengröße: max. 30	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 60	60
	Ü: 30	30
	Summe: 90	90
	<b>Summe total: 180 Stunden</b>	
Kreditpunkte:	6 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Brückenkurs Mathematik und Mathematik Grundlagen	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><u>Vorlesung:</u> Am Ende der Vorlesung kennen die Studierenden weiterführende und angewandte Methoden und Verfahren in der Mathematik.</p> <p><u>Übung:</u> Am Ende der Übung sind die Studierenden in der Lage, Methoden und Verfahren in praktischen Fragestellungen anzuwenden und angewandte Berechnungen selbst durchzuführen.</p>	
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexe Zahlen: Definition und Darstellung einer komplexen Zahl, Komplexe Rechnung</li> <li>• Fourier: Fourier-Reihe, Fourier-Transformation, Spektren</li> <li>• Matrix-Rechnung: Matrizen, Determinanten, Lineare Gleichungssysteme, Eigenwerte und Eigenvektoren</li> <li>• Funktionen von mehreren Variablen: Partielle Ableitungen, Extremwerte, Totales Differential</li> <li>• Gewöhnliche Differentialgleichungen: Grundbegriffe; Differentialgleichungen erster Ordnung, Lineare Differentialgleichungen zweiter Ordnung mit konstanten Koeffizienten, Lineare Differentialgleichungssysteme, Numerische Lösung von Differentialgleichungssystemen</li> </ul>	
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – benotet Klausur (100%), die aktive Teilnahme an den Übungen ist Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur.	
Medienformen:	V: Tafel, Overhead-Projektor, Beamer Ü: Tafel	
Literatur:	1. Lothar Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, vieweg Verlag, Braunschweig Wiesbaden. Band 1,2 und 3.	

	<ol style="list-style-type: none"><li>2. Manfred Brill, Mathematik für Informatiker, Hanser Verlag, München, Wien, 2. Auflage, 2005</li><li>3. K. Gieck, R. Gieck, Technische Formelsammlung, Gieck Verlag, 1995</li></ol>
--	--

Modulbezeichnung:	<b>Physikalische Grundlagen/Statistik</b>	
Studiensemester:	2. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Kaul	
Dozent(in):	Prof. Dr. Kaul	
Sprache:	deutsch	
Zuordnung zum Curriculum:	<b>Pflichtfach 2. Sem. Nachhaltige Chemie und Materialien</b>	
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus Vorlesungen, begleitenden Übungen sowie aus Experimenten. V: 2 SWS Physik +1 SWS Statistik Ü: 1 SWS Physik +1 SWS Statistik; Gruppengröße: max. 35 P: 1 SWS Physik; Gruppengröße: max. 24 (i.d.R. 2 Stud. pro Versuch)	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 45	20
	Ü: 30	40
	P: 15	30
	Summe: 90	90
	<b>Summe total: Stunden 180</b>	
Kreditpunkte:	6 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreiche Teilnahme am Modul „Grundlagen der Mathematik“	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><b>Physik:</b></p> <p><u>Vorlesung:</u> Die Studierenden können die grundlegenden Phänomene und Prinzipien in den Teilgebieten Mechanik und Thermodynamik anwenden, die Phänomene mathematisch beschreiben und Lösungen für einfache Aufgaben entwickeln.</p> <p><u>Übung:</u> Die Studierenden können Aufgaben aus den Vorlesungsinhalten verstehen und rechnen. Die Studierenden können Lösungsansätze für Transferaufgaben erarbeiten.</p> <p><u>Praktikum:</u> Die Studierenden können einfache Experimente durchführen und auswerten, grundlegende Messgeräte benutzen, experimentelle Aufgaben im Team lösen und experimentelle Ergebnisse statistisch analysieren und Fehlerbetrachtungen durchführen.</p> <p><b>Statistik:</b></p> <p><u>Vorlesung:</u> Die Studierenden können die grundlegenden Methoden der Statistik auf die beschreibende Analyse von Messdaten anwenden. Die Studierenden kennen die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und können die Begriffe der Histogramme, Grenzverteilung, Wahrscheinlichkeitsdichte und der Verteilungsfunktion erläutern. Die Studierenden kennen einige wichtige Verteilungsfunktionen und können das Prinzip der linearen Regression anwenden.</p> <p><u>Übung:</u> Die Studierenden können Aufgaben aus den Vorlesungsinhalten verstehen und rechnen. Die Studierenden können Lösungen mit Hilfe von Programmen (z.B. Excel) erarbeiten.</p>	



Inhalt:	<p><b>Physik:</b></p> <p><u>Vorlesung:</u> Mechanik (Kinematik und Dynamik, Kräfte, Arbeit und Energie, Impuls, Mechanik der Flüssigkeiten und Gase, Grundlagen der Strömungslehre), Einführung in die Thermodynamik (Temperaturbegriff, Verhalten von Festkörpern und Fluids bei Temperaturänderungen, ideale Gase, kinetische Gastheorie, Grundlagen der Hauptsätze der Thermodynamik, Zustandsgleichungen realer Gase)</p> <p><u>Übungen:</u> Die in der Vorlesung gelernten Konzepte werden in den Übungen auf konkrete Fälle angewandt und dadurch das Verständnis vertieft.</p> <p><u>Praktikum:</u> In Kleingruppen (in der Regel 2 Studierenden pro Versuchsstand) wird an ausgewählten Versuchen (die Art der Versuche kann sich im Rahmen der Studiengangsreformen ändern) aus den unterschiedlichen Themengebieten des Moduls Versuche zur Mechanik (z.B. translatorische Bewegungen mit der Luftkissenbahn, Dichtbestimmung von Flüssigkeiten) und zur Thermodynamik (z.B. Temperaturmessung, Bestimmung von Wärmekapazitäten und Enthalpien) das quantitative experimentelle Arbeiten einschließlich der statistischen Analyse, sowie der Fehlerbetrachtung (zufällige und systematische Fehler, Fehlerfortpflanzung, lineare Regression) eingeübt. Zusätzlich wird der Stoff aus der Vorlesung und Übung praktisch vertieft.</p> <p><b>Statistik:</b></p> <p><u>Vorlesung:</u> Stichproben; Kennwerte einer Stichprobe;  Fehlerfortpflanzung: Zufällige und systematische Fehler, Regression und Korrelation; Lineare Regression</p> <p>Wahrscheinlichkeitsrechnung; Wahrscheinlichkeitsdichte; Verteilungsfunktion; Kennwerte von Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Normalverteilung</p> <p><u>Übungen:</u> Die in der Vorlesung gelernten Konzepte werden in den Übungen auf konkrete Fälle angewandt und dadurch das Verständnis vertieft.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung - benotet Bewertung der Praktika, benotete Protokolle (30%) Abschlussklausur in Physik und Statistik (70%, 120 min.) Die Erfolgreiche Teilnahme an den Laborübungen ist Voraussetzung zum Bestehen der Modulprüfung.
Medienformen:	V: Tafel, Demonstrationsversuche, Computerdemonstrationen (Applets), Powerpointpräsentationen Ü: schriftliche Aufgabensammlung, Tafel, Overhead P: schriftliche Versuchsanleitungen Downloadmöglichkeiten aller Unterlagen über das Intranet
Literatur:	<p><b>Physik:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Physik, Tipler, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>2. Physik, Halliday-Resnick-Walker, Wiley VCH Verlag</li> <li>3. Physik für Ingenieure, Hering, Springer-Verlag</li> <li>4. Repetitorium Experimentalphysik, Otten Springer-Verlag</li> <li>5. Experimentalphysik, Demtröder, Springer-Verlag</li> </ol> <p><b>Statistik:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Papula, Band 3, 2. Auflage</li> </ol>

Modulbezeichnung:	<b>Organische Chemie (Grundlagen und Nachhaltigkeitsaspekte)</b>																		
Studiensemester:	3. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Margit Schulze																		
Dozent(in):	Dr. Kai Jakoby, Prof. Dr. Margit Schulze																		
Sprache:	Deutsch / Englisch (Teile der Lehrveranstaltung, u.a. Präsentationen, einzelne Übungsaufgaben werden in englischer Sprache durchgeführt).																		
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 3. Semester BSc Nachhaltige Chemie und Materialien</b>																		
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus Vorlesung: 2 SWS Übungen: 2 SWS Praktikum: 2 SWS; Gruppengröße: max. 16																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td>Übungen:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">35</td> </tr> <tr> <td>Praktikum:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">120</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Summe total: 210 Stunden</b></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	Vorlesung:	30	40	Übungen:	30	35	Praktikum:	30	45	Summe:	90	120	<b>Summe total: 210 Stunden</b>		
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
Vorlesung:	30	40																	
Übungen:	30	35																	
Praktikum:	30	45																	
Summe:	90	120																	
<b>Summe total: 210 Stunden</b>																			
Kreditpunkte	7 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Allgemeine Chemie (1. Sem.), Analytische Chemie (2. Sem.)																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gängige organische Stoffklassen erkennen und benennen sowie ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften beschreiben,</li> <li>• typische organische Reaktionswege mechanistisch darstellen und vorhersagen, einschließlich der relevanten stereochemischen Aspekte,</li> <li>• fundamentale Aspekte der Transformation in der chemischen Industrie (hin zu einer klimaneutralen Produktion) beschreiben</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elementare Szenarien von linearer zu zirkulärer Wertschöpfung und die damit einhergehenden Herausforderungen verstehen,</li> <li>• wichtige Struktur-Eigenschaftsbeziehungen wiedergeben können, z.B. anhand funktioneller Gruppen,</li> <li>• das Konzept von Nucleophil und Elektrophil anwenden,</li> <li>• den Einfluss der Mesomerie auf Stabilität, Reaktivität, Acidität bzw. Basizität organischer Moleküle erläutern,</li> <li>• grundlegende Arbeitstechniken zur Synthese, Reinigung und Analytik organischer Stoffe im Labor durchführen,</li> </ul>																		

	<p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Eigenschaften organischer Stoffe deuten und wichtige Stoffumwandlungen erkennen, beschreiben und vorhersagen zu können; verschiedene Wege zur Herstellung organischer Verbindungen (aus fossilen wie auch zukünftig regenerativen Ressourcen) abwägen zu können.</li> </ul>
Inhalt:	<p><u>Vorlesung und Übungen:</u> Grundlegende Prinzipien der organischen Chemie: Bindungstheorien und molekulare Struktur; Vorstellung wichtiger organischer Stoffklassen unter Einschluss wesentlicher Aspekte bezüglich des Wechsels von fossilen zu regenerativen Ressourcen; Korrelation physikalischer und chemischer Eigenschaften (z.B. Flüchtigkeit, Polarität, Löslichkeit, Acidität bzw. Basizität, Nucleophilie) mit der Struktur der organischen Stoffe inklusive stereochemischer Aspekte; Erläuterung charakteristischer organisch-chemischer Reaktionen anhand des jeweiligen Reaktionsmechanismus; Vergleich von chemischen Reaktionswegen bei ausgewählten Reaktionen, z.B. Oxidationen und Hydrolysen.</p> <p><u>Praktikum:</u> Grundlegende Techniken der organischen Chemie (z.B. Erhitzen unter Rückfluss, Umkristallisation, Flüssig-Flüssig-Extraktion) und der zugehörigen Analytik (z.B. Bestimmung des Schmelzpunktes, Messungen am Polarimeter).</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung schriftlich (120 min) – benotet.
Medienformen:	<p>Vorlesung: Power Point Präsentation, Dokumentenkamera, Whiteboard oder Tafel</p> <p>Übungen: schriftliche Aufgabensammlung, Whiteboard oder Tafel, Dokumentenkamera</p> <p>Praktikum: schriftliche Versuchsanleitungen, Tablet PCs, interaktives Smartboard</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paula Y. Bruice, Organic Chemistry, Pearson Prentice Hall, 8<sup>th</sup> edition, 2017.</li> <li>John McMurry, Fundamentals of Organic Chemistry, Brooks / Cole Cengage Learning, 7<sup>th</sup> edition, 2011.</li> <li>R.G. Engel et al., Introduction to Organic Laboratory Techniques, Brooks / Cole Cengage Learning, 3<sup>rd</sup> ed., 2011.</li> <li>Roadmap Chemie 2050 (2019) ISBN:978-3-89746-223-6. <a href="https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/2019-10-09-studie-roadmap-chemie-2050-treibhausgasneutralitaet.pdf">https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/2019-10-09-studie-roadmap-chemie-2050-treibhausgasneutralitaet.pdf</a> (01.05.2022).</li> </ul>

Modulbezeichnung:	<b>Physikalische Chemie</b>												
Studiensemester:	3. Semester												
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Ulrich Eßmann												
Dozent(in):	Prof. Dr. Ulrich Eßmann												
Sprache:	Deutsch												
Zuordnung zum Curriculum:	<b>Pflichtfach 3. Sem. B.Sc Nachhaltige Chemie und Materialien</b>												
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus Vorlesungen, begleitenden Übungen und Experimenten. V: 2 SWS Ü: 2 SWS; Gruppengröße: max. 30 P: 2 SWS; Gruppengröße: max. 20												
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Präsenzstunden</th> <th style="text-align: left;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V: 30</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Ü: 30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>P: 30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Summe: 90</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Summe total: 210 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>	Präsenzstunden	Eigenstudium	V: 30	60	Ü: 30	30	P: 30	30	Summe: 90	120	Summe total: 210 Stunden	
Präsenzstunden	Eigenstudium												
V: 30	60												
Ü: 30	30												
P: 30	30												
Summe: 90	120												
Summe total: 210 Stunden													
Kreditpunkte:	7 ECTS												
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine												
Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen Allgemeine Chemie, Mathematik Grundlagen und Anwendungen und Physikalische Grundlagen/Statistik												
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exemplarische Fragestellungen aus dem Gebiet der Thermodynamik makroskopisch und mikroskopisch sowie der Kinetik analysieren und die dazu relevanten physikalischen Größen berechnen</li> <li>• Vorhersagen zu Stoff-/ Phasen- und Energieänderungen, Verschiebung von Gleichgewichtslagen treffen, sowie Geschwindigkeiten von Reaktionen und Prozessen beurteilen</li> <li>• Erhobene Daten aus physikalischen Experimenten und berechnete Ergebnisse im Sinne der Aufgabenstellung interpretieren, auf Verlässlichkeit prüfen und reflektieren</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In der Vorlesung die Konzepte der Teildisziplinen, die physikalischen Gesetze sowie die phänomenologische Beschreibung der Inhalte erlernen und dieses Wissen in den Übungen in exemplarischen Fragestellungen anwenden, dort in die physikalische Formelsprache übertragen und die zum Lösen der Fragestellung relevanten Größen berechnen (z.B. Berechnungen von Drücken, Temperaturen, Energien, Enthalpien, Entropien, Wärmen, Gleichgewichtskonstanten, Geschwindigkeiten)</li> <li>• In den Übungen lernen, die berechneten Daten zu reflektieren, einzuordnen und zu diskutieren</li> <li>• Das theoretische Wissen mit der Praxis verknüpfen durch den Aufbau und die Durchführung physikalisch-chemischer Versuche in Kleingruppen nach Anleitung einschließlich einer adäquaten Versuchsauswertung, Fehlerbetrachtung und Ergebnisinterpretation</li> </ul>												

	<p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In beruflicher, wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Laborpraxis die erlernten physikalischen Prinzipien zur Interpretation chemischer Prozesse, Reaktionen sowie zur Analytik von Stoffen zu nutzen</li> <li>• Aufgrund der erlernten thermodynamischen und kinetischen Grundlagen ein vertieftes Verständnis über chemische Reaktionen, Zustände und Prozesse in den nachfolgenden Modulen (Technische Chemie, Instrumentelle Analytik, organische Chemie, Makromolekulare Chemie, Metalle und Legierungen) zu erlangen</li> </ul>
<p>Inhalt:</p>	<p>Der Veranstaltungsblock vermittelt exemplarische Grundlagen &amp; Konzepte zur physikalisch-chemischen Beschreibung von mikroskopischen und makroskopischen Zuständen, verschiedenen chemischen und physikalischen Prozessen, Kinetik chemischer Reaktionen sowie beispielhafter Transportprozesse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linearisierung physikalischer Funktionen und graphische Fehlerabschätzung</li> <li>• Grundlegende Begriffe der Thermodynamik &amp; Kinetik, (System, Zustand, Zustandsgrößen,-funktion, intensive &amp; extensive Größen, Phasen, Prozess, Reversibilität-Irreversibilität, Arbeit, Energieformen u.a. / Reaktionsgeschwindigkeit, Molekularität, Reaktionsordnung, Elementarreaktion-Bruttoreaktion)</li> <li>• Das Verhalten der Gase (ideale vs. reale, qualitative und quantitative Beschreibung, Gasmischungen, Anwendungen, z.B. in der Tauchphysik)</li> <li>• Molekulare Interpretation von Gasen (Kinetische Gastheorie, Stoßtheorie, Maxwell-Boltzmann-Verteilung)</li> <li>• Phasenumwandlungen, Phasengleichgewichte, Phasendiagramme fluider ein- und mehrkomponentiger Systeme (Joule-Thomson Effekt, überkritische Fluide, Gibbs Regel, Phasenumwandlungs-enthalpien, Clausius-Clapeyron'sche Gleichung, August'sche Dampfdruckformel, Henry-Dalton-Gesetz, Raoult-Henry'sches Gesetz, ideale Mischungen, Siedediagramm, Adsorption)</li> <li>• Mischphasen: Kolligative Eigenschaften (Gefrierpunktniedrigung, Dampfdruckerniedrigung, Siedepunkterhöhung, Osmose)</li> <li>• Hauptsätze der Thermodynamik (z.B. Volumenänderungsarbeit, innere Energie, Enthalpie, Bildungsenthalpien, Satz von Heß, isochore und isobare Zustandsänderungen von Gasen, Enthalpieänderungen in Lösungen, Temperaturabhängigkeit der Reaktionsenthalpie, Entropie als kalorische Größe, Entropie bei Zustandsänderungen von Gasen, Phasenumwandlungsentropien, Spontanität einer chemischen Reaktion, Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtskonstanten-Van't Hoff)</li> <li>• Transportphänomene: Diffusion und Effusion, Leitfähigkeit</li> <li>• Grundlagen zur Kinetik (Definition, Begriffe, Zeitgesetze 0. und 1. Ordnung, Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit)</li> </ul>
<p>Studienleistung:</p>	<p>Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum</p>

Prüfungsleistung:	Modulprüfung – benotet 100% schriftliche Abschlußklausur
Medienformen:	V/ Ü: Power Point u. One Note Präsentation, Tafel/ Whiteboard, digitale Inhalte zur Nachbearbeitung (z.B. Lehrvideos, Screenshots), schriftliche Aufgabensammlung, Lehrbücher P: schriftliche Praktikumsversuchsanleitungen incl. Theorie zum Versuch, digitale Lehrformate (Articulate Rise Kurse, Lehrvideos, Versuchsillustrationen), Sonstiges
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. W. Atkins, de Paula, Physikalische Chemie, Verlag Wiley-VCh, Weinheim, verschiedene Auflagen</li> <li>• Atkins, Trapp, Cady, Giunta, Student's Solution Manual for Physical Chemistry, Oxford University Press, 2018</li> <li>• M. Schrader, Prinzipien und Anwendungen der Physikalischen Chemie; 2016, Springer Spektrum Verlag; ISBN 978-3-642-41730-6</li> <li>• G.J. Lauth, J. Kowalczyk, Thermodynamik – Eine Einführung; 2015; Springer Spektrum Verlag; ISBN 978-3-662-46229-4</li> <li>• R.G. Mortimer, Physical Chemistry, Academic Press, 2008</li> <li>• H. Kuhn, H.-D. Försterling, D. H. Waldeck, Principles of Physical Chemistry, Wiley &amp; Sons, 2009</li> <li>• Czeslick, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, Springer Vieweg, 2010, ISBN 978-3-8348-9359-8</li> <li>• Th. Engel, Ph. Reid, Physikalische Chemie, Pearson Studium, München, 2006, ISBN: 978-3-8273-7200-0</li> </ul>

Modulbezeichnung:	<b>Festkörpermechanik</b>										
Studiensemester:	3. Semester										
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann										
Dozent(in):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann										
Sprache:	Deutsch										
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 3. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien Pflichtfach 3. Semester Naturwissenschaftliche Forensik</b>										
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus: V: 2 SWS Ü: 4 SWS; Gruppengröße: max 30										
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Präsenzstunden</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Eigenstudium</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">V: 30</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ü: 60</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Summe: 90</td> <td style="text-align: center;">90</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>Summe total: Stunden 180</b></td> </tr> </table>	Präsenzstunden	Eigenstudium	V: 30	30	Ü: 60	60	Summe: 90	90	<b>Summe total: Stunden 180</b>	
Präsenzstunden	Eigenstudium										
V: 30	30										
Ü: 60	60										
Summe: 90	90										
<b>Summe total: Stunden 180</b>											
Kreditpunkte	6 ECTS										
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine										
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundvorlesung Mathematik										
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerreaktionen,</li> <li>• Schnittgrößen sowie</li> <li>• Spannungen und Verformungen für elementare Lastfälle (Zug/Druck, Biegung, Torsion, zylindrische Behälter unter Innendruck) berechnen und in Vergleichsspannungen umrechnen,</li> </ul> <p>indem sie die grundlegenden Prinzipien der Festkörpermechanik sachgerecht anwenden können, wie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Freischneiden um und durch ein Bauteil</li> <li>• die Gleichgewichtsbedingungen der Statik</li> <li>• und die sich im Mohrkreis manifestierende Richtungsabhängigkeit der berechneten Spannungen und Verzerrungen,</li> </ul> <p>um mit den erworbenen Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadenanalysen durchzuführen,</li> <li>• die Tragfähigkeit und Verformung beanspruchter Bauteile zu berechnen und</li> <li>• Versuche zur mechanischen Werkstoffprüfung auszuwerten und zu interpretieren.</li> </ul>										

Inhalt:	Vorlesung: Grundbegriffe, statisches Gleichgewicht am Punkt, statisches Gleichgewicht am Starrkörper, Schnittgrößen, Streckenlasten, Schwerpunktberechnung, Reibung, Spannungstensor und Mohrkreis, Verzerrungstensor, Materialgesetz, Zug-/ Druckbeanspruchung, Biegebeanspruchung, Torsion, dünnwandige Behälter unter Innendruck, überlagerte Beanspruchung, Eulersches Knicken Übung: Aufgaben und Fallstudien zu den Inhalten der Vorlesung
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – benotet schriftliche Abschlussprüfung 100% (120 min)
Medienformen:	V: Tafelanschrieb, Lehrvideos auf YouTube Ü: Tafelanschrieb, Aufgabensammlung im Internet
Literatur	Heinzelmann, Lippoldt: Technische Mechanik in Beispielen und Bildern, Spektrum Akademischer Verlag



Modulbezeichnung:	<b>Keramiken und Gläser</b>	
Studiensemester:	3. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach	
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach	
Sprache:	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 3. Sem. Nachhaltige Chemie und Materialien</b>	
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus V: 1 SWS Ü: 1 SWS P: 1 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 15	30
	Ü: 15	30
	P: 15	15
	Summe: 45	75
	<b>Summe total: 120 Stunden</b>	
Kreditpunkte	4 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Bestandene Prüfung in den Fächern Struktur und Eigenschaften von Materialien, sowie Festkörpermechanik	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keramiken und Gläser unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsspekten vergleichend bewerten,</li> <li>• Zusammenhänge zwischen der Mikrostruktur und den mechanischen Eigenschaften von Keramiken und Gläsern erklären,</li> <li>• die Werkstoffeigenschaften in den Kontext der chemischen Zusammensetzung und den Herstellungsprozess setzen</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialkennwerte anwendungsspezifisch vergleichen,</li> <li>• Relevante mechanisch-technologische Untersuchungen durchführen und interpretieren,</li> <li>• Gefüge untersuchen und bewerten</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geeignete keramische Werkstoffe für nachhaltige technische Anwendungen zu identifizieren,</li> <li>• keramische Werkstoffe für bestimmte Anwendungen zu modifizieren.</li> </ul>	
Inhalt:	<u>Vorlesung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bindungsarten in Keramiken und Gläsern</li> <li>• Struktur, Eigenschaften und Anwendungen von technischen Keramiken, Gläsern, Halbleitern und Bauteilen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellungsverfahren technischer Keramiken</li> <li>• Kristallstrukturen und Defekte in Keramiken</li> <li>• Mechanische Eigenschaften von Keramiken und Gläsern</li> </ul> <p><u>Übung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben und Fallstudien zu den Inhalten der Vorlesung</li> </ul> <p><u>Praktikum:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung keramischer Werkstoffe</li> <li>• Keramografie</li> <li>• Mechanische Bewertung von Keramiken</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung schriftlich (120 min) – benotet</p> <p>Voraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum</p>
Medienformen:	<p>V: Power Point Präsentation, Lehrbücher</p> <p>Ü: Schriftliche Aufgabensammlung, Power Point Präsentation</p> <p>P: Schriftliche Versuchsanleitung, geführte Praktika</p>
Literatur	<p>Salmang &amp; Scholze: „Keramik“, 7. Auflage, Springer, 2007</p> <p>Hornbogen et al.: „Werkstoffe“, 10. Auflage, Springer, 2011</p> <p>Kollenberg: „Technische Keramik“, 2. Auflage, Vulkan Verlag, 2009</p> <p>Barsoum: „Fundamentals of Ceramics“, CRC Press, 2<sup>nd</sup> Edition, 2020</p> <p>Gottstein: „Materialwissenschaft und Werkstofftechnik“, 4. Auflage, Springer Vieweg, 2014</p> <p>Munz &amp; Fett: „Ceramics“, Springer, 2001</p> <p>DIN EN 843-2: Hochleistungskeramik –Mechanische Eigenschaften monolithischer Keramik bei Raumtemperatur –Teil 2</p>

Modulbezeichnung:	<b>Physikalische Messtechnik und Statistik</b>	
Studiensemester:	3. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Kaul	
Dozent(in):	Prof. Dr. Kaul	
Sprache:	deutsch	
Zuordnung zum Curriculum:	<b>Pflichtfach 3. Sem. Nachhaltige Chemie und Materialien</b>	
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus Vorlesungen, begleitenden Übungen sowie aus Experimenten. V: 2 SWS Physik +1 SWS Statistik (mit Übung) Ü: 2 SWS Physik: max. 35 P: 1 SWS Physik; Gruppengröße: max. 24 (i.d.R. 2 Stud. pro Versuch)	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 45	20
	Ü: 30	40
	P: 15	30
	Summe: 90	90
	<b>Summe total: Stunden 180</b>	
Kreditpunkte:	6 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreiche Teilnahme am Modul „Grundlagen der Mathematik“, „Mathematik Anwendungen“ und „Grundlagen der Physik/Statistik“	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><b>Physik:</b>  <u>Vorlesung:</u>  Die Studierenden können die grundlegenden Phänomene und Prinzipien in den Teilgebieten Schwingungen und Wellen und Elektrodynamik und Magnetismus anwenden, die Phänomene mathematisch beschreiben und Lösungen für einfache Aufgaben entwickeln. Die Studierenden sind in der Lage, die physikalischen Grundlagen auf die Anforderungen in der Messtechnik zu übertragen und daraus wichtige grundlegende messtechnische Verfahren zu verstehen und abzuleiten.</p> <p><u>Übung:</u>  Die Studierenden können Aufgaben aus den Vorlesungsinhalten verstehen und rechnen. Die Studierenden können Lösungsansätze für Transferaufgaben erarbeiten.</p> <p><u>Praktikum:</u>  Die Studierenden können einfache Experimente durchführen und auswerten, grundlegende Messgeräte benutzen, experimentelle Aufgaben im Team lösen, experimentelle Ergebnisse statistisch analysieren und Fehlerbetrachtungen durchführen.</p> <p><b>Statistik:</b>  <u>Vorlesung:</u>  Die Studierenden kennen weitere Verteilungsfunktionen und können die grundlegenden Methoden für analytische Fragestellungen bei wichtigen Prüfverfahren anwenden.</p>	

	<p><u>Übung:</u> Die Studierenden können Aufgaben aus den Vorlesungsinhalten verstehen und rechnen und die Verfahren für statistische Tests anwenden.</p>
Inhalt:	<p><b>Physik:</b> <u>Vorlesung:</u> Schwingungen und Wellen (mathematische Beschreibung, Überlagerungen, Interferenzen), Optik (Hygens'sches Prinzip, Geometrische Optik, Wellenoptik, Beugung, Interferenz, Gitter, Dispersion, Polarisierung), Elektrizität (Ladungen, elektrisches Feld, Elektrostatik, elektrisches Potential, elektrischer Strom, ohmsches Gesetz, Gleichstromkreise), Magnetismus (bewegte elektrische Ladungen, Induktion, Magnetismus in Materie), Anwendungen in der physikalischen Messtechnik <u>Übungen:</u> Die in der Vorlesung erlernten Konzepte werden in den Übungen auf konkrete Fälle angewandt und dadurch das Verständnis vertieft. <u>Praktikum:</u> In Kleingruppen (in der Regel 2 Studierenden pro Versuchsstand) wird an ausgewählten Versuchen (die Art der Versuche kann sich im Rahmen der Studiengangsreformen ändern) aus den unterschiedlichen Themengebieten des Moduls Versuche zur Optik (z.B. Gitterspektrometer, VIS-LIGA Spektrometer, optische Bank, Mikroskop) und zur Elektrodynamik (z.B. Kirchhoffsche Regeln, Wheatstonebrücke, Wechselspannungen) das quantitative experimentelle Arbeiten einschließlich der statistischen Analyse, sowie der Fehlerbetrachtung (zufällige und systematische Fehler, Fehlerfortpflanzung, lineare Regression) eingeübt. Zusätzlich wird der Stoff aus der Vorlesung und Übung praktisch vertieft.</p> <p><b>Statistik:</b> <u>Vorlesung:</u> Spezielle Verteilungen: Binomialverteilung; Poissonverteilung; F-Verteilung, t-Verteilung, Chi-Quadrat-Verteilung, Testverfahren: F-Test, t-Test, Ausreißertests; Form einer Wahrscheinlichkeitsverteilung prüfen (Chi-Quadrat-Test) <u>Übungen:</u> Die in der Vorlesung erlernten Konzepte werden in den Übungen auf konkret Fälle angewandt und dadurch das Verständnis vertieft.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung - benotet Bewertung der Praktika, benotete Protokolle (30%) Abschlussklausur in Physik und Statistik (70%, 120 min) Die Erfolgreiche Teilnahme an den Laborübungen ist Voraussetzung zum Bestehen der Modulprüfung.</p>
Medienformen:	<p>V: Tafel, Demonstrationsversuche, Computerdemonstrationen (Applets), Powerpointpräsentationen Ü: schriftliche Aufgabensammlung, Tafel, Overhead P: schriftliche Versuchsanleitungen Downloadmöglichkeiten aller Unterlagen über das Intranet</p>
Literatur:	<p><b>Physik:</b> 1. Physik, Tipler, Spektrum Akademischer Verlag, 2. Physik, Halliday-Resnick-Walker, Wiley VCH Verlag 3. Physik für Ingenieure, Hering, Springer-Verlag</p>

	<ol style="list-style-type: none"><li>4. Repetitorium Experimentalphysik, Otten Springer-Verlag</li><li>5. Experimentalphysik, Demtröder, Springer-Verlag</li></ol> <p><b>Statistik:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Papula, Band 3</li><li>2. Statistik für Anwender, Gottwald, Wiley-VCH</li><li>3. Validierung in der Analytik, Kromidas, Wiley-VCH</li></ol>
--	---

Modulbezeichnung:	<b>Instrumentelle Analytik</b> - Grundlagen & Nachhaltigkeitsaspekte -										
Studiensemester:	4.Semester										
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Michaela Wirtz										
Dozent(in):	Prof. Dr. Michaela Wirtz										
Sprache:	Deutsch und Englisch										
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 4. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien</b> <b>Pflichtfach 4. Semester Naturwissenschaftliche Forensik</b>										
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus Vorlesungen, begleitenden Übungen und praktischen Experimenten V: 3 SWS Ü: 1 SWS; Gruppengröße: max 30 P: 2 SWS; Gruppengröße: max 24										
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Präsenzstunden</th> <th style="text-align: left;">Eigenstudium (Vor- und Nachbereitung)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: right;">V/Ü:60</td> <td style="text-align: right;">60</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">P: 30</td> <td style="text-align: right;">60</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Summe: 90</td> <td style="text-align: right;">120</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Summe total: 210 Stunden</b></td> </tr> </tbody> </table>	Präsenzstunden	Eigenstudium (Vor- und Nachbereitung)	V/Ü:60	60	P: 30	60	Summe: 90	120	<b>Summe total: 210 Stunden</b>	
Präsenzstunden	Eigenstudium (Vor- und Nachbereitung)										
V/Ü:60	60										
P: 30	60										
Summe: 90	120										
<b>Summe total: 210 Stunden</b>											
Kreditpunkte	7 ECTS										
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine										
Empfohlene Voraussetzungen:	Allgemeine Chemie bzw. General Chemistry (1. Sem.); Analytische Chemie (2. Sem.); Physikalische Grundlagen/ Statistik bzw. Physics/ Statistics (2. Sem.); Organische Chemie bzw. Fundamentals of Organic Chemistry and Biochemistry										
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für eine analytische Fragestellung in einem interdisziplinären naturwissenschaftlichen Kontext, bspw. im chemischen, z.T. auch materialwissenschaftlichen, geeignete moderne, instrumentelle Techniken und Methoden auswählen und diese zu einem Verfahren kombinieren,</li> <li>• Eine grundlegende Validität des Verfahrens anhand bestimmter analytischer Basisgrößen mit Blick auf die Praxis einschätzen,</li> <li>• Nachhaltigkeitsaspekte, insbesondere ökologisch und ökonomische Aspekte der Methoden diskutieren,</li> <li>• Resultierende Messergebnisse aus analytischen Verfahren interpretieren sowie im Kontext der Fragestellung differenziert bewerten und darstellen,</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In der Vorlesung detaillierte Kenntnisse zu Prinzipien, Techniken und Methoden der instrumentellen Analytik (Schwerpunkte Chromatographie, Kopplungstechniken, Molekülspektroskopie) erwerben und dieses Wissen in den Übungen auf konkrete</li> </ul>										

	<p>Fragestellungen, vorwiegend aus der chemisch industriellen Praxis, vernetzt zu übertragen lernen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Vorlesung und Übung, unterstützt durch das Praktikum die Vor- und Nachteile der Techniken und Methoden, ihre Abweichungs- / Fehlertendenzen, ihre Grundvalidität, nachhaltige Entwicklungen im Sinne von Ökologie, Ökonomie und Effizienz diskutieren lernen,</li> <li>• Das theoretische Wissen mit der Praxis verknüpfen und anwenden lernen,</li> <li>• Die in den praktischen Versuchen erhobenen Daten im Sinne der Fragestellung auswerten, interpretieren und reflektieren,</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In nachfolgender wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Laborpraxis eine valide, effektive und nachhaltige Methode auswählen und optimieren zu können,</li> <li>• Die erhaltenen Daten im wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Kontext der Fragestellung und der Rahmenbedingungen explizit einzurodnen und darzustellen,</li> <li>• Aufbauend darauf nachfolgend angewandte Methoden erlernen zu können (bspw. Umwelt- und Werkstoffanalytik),</li> <li>• Sich in neue analytisch-relevante Fragestellungen einarbeiten zu können und diese interdisziplinär bearbeiten zu können.</li> </ul>
Inhalte:	<p><u>Vorlesung und Übung:</u></p> <p>Analytischer Prozess; grundlegende Verfahrenskenngrößen (z.B. Nachweis-, Erfassungs-, Bestimmungsgrenze, Kalibrationsraten und Präzisionsbestimmungsarten, Auflösung, Reproduzierbarkeit/ Wiederfindung, linearer – dynamischer Bereich)</p> <p>Grundprinzipien und Theorien der Chromatographie (Bodentheorie, Fundamentalgleichung /Purnell-Gleichung, dynamische Theorie); Flüssigchromatographie (Grundlagen und Ausführungstechniken wie TLC, SC, SPE, (U)HPLC, SFC, Systemkomponenten, Funktionen, Leistungsspektrum); Nachhaltige Entwicklungen in Form von „Green solutions“; Gaschromatographie (Grundlagen und Ausführungstechniken wie z.B. GC m. gepackten Säulen, Kapillargaschromatographie, Systemkomponenten, Funktionen, Leistungsspektrum, automatisierte Probenvorbereitungen – SPME, stat. und dyn. Headspace, sonstige Sorptivtechniken); „Green Solutions“</p> <p>Massenspektrometrie (für flüssig, gas- und fester Phase; Grundlagen und Prinzipien, Ionisationstechniken -EI, CI, ESI, APCI, MALDI-, Ionenbeschleunigung, Analysatoren – bspw. Quadrupol – single und triple quad-, ToF- Detektoren), Kopplungstechniken (GC-MS, LC-MS)</p> <p>Molekülspektroskopie (Grundlagen und Prinzipien, Schwingungsspektroskopie -IR, Kernresonanzspektroskopie)</p> <p><u>Praktikum:</u></p> <p>Versuche der Chromatographie incl. Kopplungstechniken und der Molekülspektroskopie (z.B. GC, GC-MS, HPLC, HPLC-MS, TLC, IR, NMR)</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum (Absolvieren aller Versuche –

	<p>Durchführung und Auswertung) und Modulabschlussprüfung;  Form der Modulabschlussprüfung: Portfolioprüfung aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protokolleistung eines praktischen Versuches (ca. 5-10 Seiten) 20 %</li> <li>• Schriftliche Abschlußprüfung (90 min) 80 %</li> </ul>
Medienformen:	<p>V: Power Point Präsentation, Tafel/ Whiteboard, digitale Inhalte zur Nachbearbeitung (z.B. Screenshots, Podcasts, Lehrvideos), Lehrbücher  P: schriftliche Praktikumsanleitung, digitale Lehrformate (Articulate Kurse, Lehrvideos), Lehrbücher</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Skoog, F.J. Holler, S. R. Crouch: Principles of Instrumental Analysis, Cengage Learning, Boston MA, 2018, 7<sup>th</sup> edition</li> <li>• D. Skoog, F.J. Holler, S. R. Crouch: Instrumentelle Analytik; Springer Spektrum, 6. Auflage 2013</li> <li>• M. Otto: Analytische Chemie; Wiley-VCH, 5.Auflage 2019</li> <li>• H. Hug: Instrumentelle Analytik, Theorie und Praxis; Verlag Europa-Lehrmittel, 4. Auflage 2020</li> <li>• M.H. Gey: Instrumentelle Analytik und Bioanalytik, Springer Berlin, 4. Auflage 2021</li> <li>• M.Z. Haile: Introduction to Instrumental Methods of Analysis: Classical Separation Techniques and Chromatography, LAP Lambert Academic Publishing, 2020</li> <li>• J. H. Gross: Mass spectrometry, Springer Verlag, 2017</li> <li>• L. D. Field, S. Sternhell, J. R. Kalman: Organic Structures from Spectra; 2020, Wiley Verlag</li> <li>• M. Hesse, H. Meier, B. Zeeh: Spectroscopic methods in organic chemistry; Thieme Verlag, 2008</li> </ul>



Modulbezeichnung:	<b>Metalle und Legierungen</b>	
Studiensemester:	4. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach	
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach und Prof. Dr.-Ing. Michael Heinzelmann	
Sprache:	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 4. Sem. Nachhaltige Chemie und Materialien</b> <b>Pflichtfach 4. Sem. Naturwissenschaftliche Forensik</b>	
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus V: 2 SWS Ü: 2 SWS P: 2 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 30	30
	Ü: 30	45
	P: 30	45
	Summe: 90	120
	<b>Summe total: 210 Stunden</b>	
Kreditpunkte	7 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Bestandene Prüfung in den Fächern Struktur und Eigenschaften von Materialien, sowie Festkörpermechanik	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Werkstoffe unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten vergleichend bewerten,</li> <li>• Zusammenhänge zwischen der Mikrostruktur und den mechanischen Eigenschaften von Metallen erklären,</li> <li>• die Werkstoffeigenschaften in den Kontext der chemischen Zusammensetzung, den Herstellungsprozess und die Wärmebehandlung metallischer Legierungen setzen</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialkennwerte anwendungsspezifisch vergleichen,</li> <li>• Phasen- und Umwandlungsdiagramme auswerten,</li> <li>• Relevante mechanisch-technologische Untersuchungen durchführen und interpretieren,</li> <li>• Gefüge untersuchen und bewerten</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geeignete metallische Werkstoffe für nachhaltige technische Anwendungen zu identifizieren,</li> <li>• metallische Werkstoffe für bestimmte Anwendungen zu modifizieren,</li> <li>• technische Fehleranalysen und -bewertungen durchzuführen.</li> </ul>	

<p>Inhalt:</p>	<p><u>Vorlesung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Struktur von Metallen und Legierungen</li> <li>• Mechanische Eigenschaften von Metallen</li> <li>• Mikrostrukturelle Verfestigungsmechanismen</li> <li>• Phasendiagramme</li> <li>• Eisen-Kohlenstoff-Diagramm</li> <li>• Wärmebehandlungsverfahren</li> <li>• Herstell- und Fügeverfahren metallischer Komponenten</li> <li>• Ökonomische und ökologische Aspekte der Werkstoffauswahl</li> <li>• Fehlerursachen und -erscheinungen bei der Erzeugung, Bearbeitung und Verwendung metallischer Werkstoffe</li> </ul> <p><u>Übung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben und Fallstudien zu den Inhalten der Vorlesung</li> </ul> <p><u>Praktikum:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung mechanisch-technologischer, chemisch-technischer und metallographischer Eigenschaften technischer Werkstoffe im Vergleich</li> </ul>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen:</p>	<p>Modulprüfung schriftlich (120 min) – benotet  Voraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum</p>
<p>Medienformen:</p>	<p>V: Power Point Präsentation, Lehrbücher  Ü: Schriftliche Aufgabensammlung, Lehrbücher, Power Point Präsentation, Tafelanschrieb  P: Schriftliche Versuchsanleitung, geführte Praktika</p>
<p>Literatur</p>	<p>Ashby &amp; Jones: „Werkstoffe 1, Eigenschaften, Mechanismen und Anwendungen“, herausgegeben von Michael Heinzlmann, Elsevier / Spektrum Akademischer Verlag, 2006  Ashby &amp; Jones: „Werkstoffe 2, Metalle, Keramiken und Gläser, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe“, herausgegeben von Michael Heinzlmann, Elsevier / Spektrum Akademischer Verlag, 2006  Gottstein: „Materialwissenschaft und Werkstofftechnik“, 4. Auflage, Springer Vieweg, 2014  Bargel &amp; Schulze: „Werkstoffkunde“, 12. Auflage, Springer Vieweg, 2018  Hornbogen et al.: „Werkstoffe“, 11. Auflage, Springer, 2017  Läpple: „Wärmebehandlung des Stahls“, Europa Lehrmittel, 11. Auflage, 2014</p>

Modulbezeichnung:	<b>Technische Chemie</b>																		
Studiensemester:	4. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Marc Williams																		
Dozent(in):	Prof. Dr. Marc Williams																		
Sprache:	Deutsch/Englisch																		
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 4. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien</b>																		
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus V: 2 SWS Ü: 2 SWS; Gruppengröße: max. 60 P: 2 SWS; Gruppengröße: max. 24																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 40%;">Präsenzstunden</th> <th style="width: 50%;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">120</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>Summe total: 210 Stunden</b></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V	30	50	Ü:	30	50	P:	30	20	Summe:	90	120		<b>Summe total: 210 Stunden</b>	
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V	30	50																	
Ü:	30	50																	
P:	30	20																	
Summe:	90	120																	
	<b>Summe total: 210 Stunden</b>																		
Kreditpunkte	7 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreiche Teilnahme am Modul Physikalische Chemie																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschiedene Reaktortypen für die Durchführung chemischer Reaktionen im großtechnischen Maßstab im Hinblick auf optimierte Herstellungsverfahren eigenständig bewerten</li> <li>• Einflussgrößen technischer Reaktionen und deren Auswirkung auf den Gesamtprozess aufzeigen</li> <li>• Technische Produktionsverfahren vom Rohstoff bis zum Fertigprodukt verstehen und bilanzieren</li> </ul> <p>Indem Sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge zwischen physikalischen Einflussgrößen und prozesstechnischen Zielparametern verinnerlichen</li> <li>• Reaktortypen sowohl anhand idealer Modelle als auch realer Apparate verstehen lernen</li> <li>• sich mit den Grundoperationen der thermischen Verfahrenstechnik vertraut machen</li> <li>• einfache Stoff- und Wärmebilanzen aufstellen lernen</li> <li>• die Grundlagen der Strömungslehre verinnerlichen</li> <li>• im Praktikum mit dem erlernten Wissen das Verhalten nichtidealer Apparate beim Umgang mit halbtechnischen Anlagen interpretieren</li> </ul> <p>Um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Komplexität eines Herstellungsprozesses hinter einem chemischen Produkt zu verstehen</li> <li>• das Verhalten realer, nichtidealer Apparate voraussagen zu</li> </ul>																		

	<p>können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesse auf ihre technische Umsetzung und ihre Nachhaltigkeit hin zu bewerten</li> <li>• technische Problemstellungen zu analysieren</li> </ul>
Inhalt:	<p>Vorlesung/Übung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische Reaktionstechnik (Reaktionsmodellierung, Kinetik des Stoff- und Wärmetransports, Reaktortypen, Stoff- und Wärmebilanz idealer Reaktoren, Verweilzeitverhalten, nichtisotherme Reaktoren)</li> <li>• Grundoperationen (Destillation, Rektifikation, Extraktion),</li> <li>• Strömungslehre (Kontinuitätsgleichung, Bernoulli-Gleichung, Druckverlust, Pumpen)</li> </ul> <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verweilzeitverhalten kontinuierlicher Reaktoren</li> <li>• Anlaufverhalten eines kontinuierlichen Reaktors</li> <li>• Phasengleichgewicht</li> <li>• Extraktion und Rektifikation</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung – benotet.  Praktikum (Protokolle und Kolloquien): 20%  Schriftliche Abschlussklausur: 80% (120 min)  Beide Prüfungselemente müssen unabhängig voneinander bestanden werden.</p>
Medienformen:	<p>V: PowerPoint-Präsentation, Whiteboard, Tafel (analog oder digital), digitale Lerninhalte  Ü: Übungsaufgaben, z.T. in Englisch, Whiteboard, Tafel (a/d)  P: Schriftliche Versuchsanleitungen</p>
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. M. Baerns, H. Hofmann, A. Renken, Chemische Reaktionstechnik, Lehrbuch der Technischen Chemie, Bd. 1, Thieme Verlag</li> <li>2. K. Dialer, U. Onken, K. Leschonski, Grundzüge der Verfahrenstechnik und Reaktionstechnik, Carl Hanser Verlag</li> <li>3. E. Fitzler, W. Fritz, Technische Chemie, Springer-Verlag</li> <li>4. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, John Wiley &amp; Sons</li> <li>5. W.R.A. Vauck, H.A. Müller, Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik, VCH</li> <li>6. K. Winnacker, L. Küchler, Chemische Technologie, Carl Hanser Verlag</li> <li>7. S. Ortanderl, Technische Chemie, VCH</li> </ol>

Modulbezeichnung:	<b>Makromolekulare Chemie (Grundlagen und Nachhaltigkeitsaspekte)</b>	
Studiensemester:	4. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Margit Schulze	
Dozent(in):	Dr. Kai Jakoby, Prof. Dr. Margit Schulze	
Sprache:	Deutsch / Englisch (Teile der Lehrveranstaltung, u.a. Präsentationen, einzelne Übungsaufgaben werden in englischer Sprache durchgeführt).	
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 4. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien</b>	
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus Vorlesung: 1 SWS Übungen: 1 SWS; Gruppengröße max. 30 Praktikum: 1 SWS; Gruppengröße: max. 16	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	Vorlesung: 15	15
	Übungen: 15	30
	Praktikum: 15	30
	Summe: 45	75
	<b>Summe total: 120 Stunden</b>	
Kreditpunkte	3 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Allgemeine Chemie (1. Sem.), Organische Chemie (3 Sem.)	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die gängigen Reaktionsmechanismen des Ketten- bzw. Stufenwachstums bei Polyreaktionen wiedergeben und wesentliche Unterschiede bzw. Besonderheiten erklären;</li> <li>• die Auswirkungen verschiedener Parameter (z.B. Initiatormenge, Temperatur, Monomerkonzentration, Regler) auf die Molmasse des Polymers abschätzen;</li> <li>• die Besonderheiten der Synthese von Copolymeren beschreiben, wie auch die Molmassenverteilung bzw. Methoden zur Bestimmung der Molmassenmittelwerte;</li> <li>• essentielle Aspekte der Transformation in der Kunststoff-Industrie skizzieren</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elementare Szenarien von linearer zu zirkulärer Wertschöpfung und die damit einhergehenden Herausforderungen beschreiben und abwägen;</li> <li>• anhand von Strukturmerkmalen die Reaktivität von Monomeren und ihre Eignung für bestimmte Polyreaktionen ableiten;</li> <li>• die Vor- und Nachteile üblicher Polymerisationsverfahren erläutern und abwägen (z.B. Masse-, Lösungs-, Emulsionspolymerisation);</li> <li>• spezielle Aspekte der Synthese makromolekularer Stoffe erläutern (z.B. Trommsdorff-Effekt, Autoinhibierung, Ceiling-Temperatur,</li> </ul>	

	<p>Taktizität, Schulz-Flory- bzw. Poisson-Verteilung);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthesewege für verschiedene Copolymertypen und für gängige Polymere (z.B. LDPE, HDPE, Polypropylen, Nylon, Polyurethane, Phenoplaste, Epoxidharze) vorschlagen und beurteilen,</li> <li>• die Vor- und Nachteile verschiedener Techniken zur Bestimmung von Molmassenmittelwerten vergleichen.</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wege zur Herstellung von Polymeren (und Kunststoffen) sowohl aus fossilen wie auch zukünftig regenerativen Ressourcen vorschlagen und Vor-/Nachteile abwägen zu können,</li> <li>• die Eigenschaften von Polymeren zu deuten und wichtige Stoffumwandlungen abschätzen bzw. vorhersagen zu können.</li> </ul>
Inhalt:	<p><u>Vorlesung und Übungen:</u></p> <p>Mechanismen des Kettenwachstums (radikalische bzw. ionische Polymerisation, Polyinsertion) und des Stufenwachstums (Polyaddition, Polykondensation), Initiierung und Abbruch der Synthese, lebende Polymerisation, Copolymerisationsparameter und Copolymertypen, Molmassenverteilung, zugehörige Mittelwerte, Methoden zu deren Bestimmung (z.B. GPC, Viskosimetrie, Osmometrie, Lichtstreuung). Grundlagen zum Wechsel von fossilen zu regenerativen Ressourcen und den damit verbundenen Herausforderungen in der Kunststoffindustrie.</p> <p><u>Praktikum:</u></p> <p>Versuche zur Polymersynthese (z.B. Polymethylmethacrylat, Caprolactam-Schnellpolymerisation) und Polymeranalytik (z.B. Viskosimetrie).</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung schriftlich (90 min) – benotet.
Medienformen:	<p>Vorlesung: Power Point Präsentation, Dokumentenkamera, Whiteboard oder Tafel</p> <p>Übungen: schriftliche Aufgabensammlung, Whiteboard oder Tafel, Dokumentenkamera</p> <p>Praktikum: schriftliche Versuchsanleitungen, Tablet PCs, interaktives Smartboard</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Tieke, Makromolekulare Chemie, Wiley-VCH.</li> <li>• M. Brahm, Polymerchemie kompakt, Hirzel Verlag.</li> <li>• S. Koltzenburg, M. Maskos, O. Nuyken, Polymere (Synthese, Eigenschaften und Anwendungen), Springer Spektrum Verlag.</li> <li>• D. Braun, H. Cherdron, H. Ritter, Praktikum der makromolekularen Stoffe, Wiley-VCH.</li> <li>• FNR (2020) BOKUNSTSTOFFE  <a href="https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/brosch_biokunststoffe_2020_web.pdf">https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/brosch_biokunststoffe_2020_web.pdf</a></li> <li>• SYSTEMIQ (2022). ReShaping Plastics: Pathways to a Circular, Climate Neutral Plastics System in Europe.  <a href="https://www.systemiq.earth/reshaping-plastics/">https://www.systemiq.earth/reshaping-plastics/</a></li> </ul>

Modulbezeichnung:	<b>Biochemie – Grundlagen und Biomedizin</b>												
Studiensemester:	4.Semester Nachhaltige Chemie und Materialien												
Modulverantwortliche(r):	Dr. Ulf Ritgen												
Dozent(in):	Dr. Ulf Ritgen												
Sprache:	Bilingual (Deutsch / Englisch)												
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 4. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien												
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus V: 1 SWS Ü: 1 SWS P: 1 SWS; Gruppengröße: max. 16												
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Präsenzstunden</th> <th style="text-align: left;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L: 15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Ü: 15</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>P: 15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Summe: 45</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Summe total: 105 Stunden</b></td> </tr> </tbody> </table>	Präsenzstunden	Eigenstudium	L: 15	15	Ü: 15	30	P: 15	15	Summe: 45	60	<b>Summe total: 105 Stunden</b>	
Präsenzstunden	Eigenstudium												
L: 15	15												
Ü: 15	30												
P: 15	15												
Summe: 45	60												
<b>Summe total: 105 Stunden</b>													
Kreditpunkte:	3 ECTS												
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine												
Empfohlene Voraussetzungen:	Organische Chemie, Instrumentelle Analytik												
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Prinzipien der Biochemie auch im Hinblick auf spezielle biomedizinische Anwendungen nachzuvollziehen und Zusammenhänge zu erkennen</li> </ul> <p>indem sie...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur-Funktionszusammenhänge von Nukleinsäuren, Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen und kleinen Molekülen auf biomedizinische Fragestellungen übertragen,</li> <li>• Prinzipien von Reaktionsmechanismen der organischen Chemie auf biochemische Fragestellungen anwenden, insbesondere im Bereich der Enzymologie und</li> <li>• die physikochemischen Eigenschaften der wichtigsten Analytenklassen im biomedizinischen Bereich in ihrer Anwendung einzuordnen vermögen,</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich in interdisziplinären Teams der Biomedizin mit dem grundlegenden Vokabular verständlich zu machen,</li> <li>• Hemmmechanismen anhand von kinetische Daten nach Michaelis-Menten selbständig zu bestimmen und</li> <li>• einfache quantitative und MW-Bestimmungen von Proteinen durchzuführen.</li> </ul>												

<p>Inhalt:</p>	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellen - Aufbau und Funktion -, Organellen</li> <li>• Biomoleküle unter physiologischen Bedingungen, Puffer, intra- und intermolekulare Kräfte</li> <li>• Proteine: Aminosäuren - Struktur und Funktion -, Peptide, Posttranslationale Modifikationen, Proteine, Enzyme, Michaelis-Menten Kinetik, Enzyminhibierung, Regulation, katalytische Mechanismen, Klassifizierung von Enzymen und Proteinen, elektrophoretische, chromatographische und massenspektrometrische Proteinanalytik,</li> <li>• Nukleinsäuren: Struktur und Funktion, Zentrales Dogma, Transkription, Genetischer Code, Splicing</li> <li>• Kohlenhydrate: Struktur und Funktion</li> <li>• Lipide: Struktur und Funktion, Membranen, Membranproteine</li> <li>• Stoffwechsel an den Beispielen Glykolyse, beta-Oxidation und Citratcyclus, metabolische Energie, Signaltransduktion</li> <li>• Ausgewählte Beispiele der Pathobiochemie</li> </ul> <p>Übung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biochemische Berechnungen, Datenanalyse und Auswertung anhand von Problemstellungen und Fallbeispielen</li> </ul> <p>Laborkurs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschiedene Verfahren der Protein-Bestimmung, SDS-PAGE, Untersuchungen zur Enzymkinetik anhand des Enzyms Alkalische Phosphatase</li> </ul>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% schriftliche Modulprüfung (120 min) – benotet</li> </ul>
<p>Medienformen:</p>	<p>V/Ü: Power-Point-Präsentation; Self Assessment Tools wie Quiz Academy, LEA-Quiz; e-boards wie Padlet; Videoanimationen; Lehrbücher</p> <p>P: Skript, Lehrbuch, Laborvideos</p>
<p>Literatur:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berg/Tymoczko/Gatto, Stryer Biochemie (2018), Springer</li> <li>• Voet/Voet/Pratt, Lehrbuch der Biochemie (2019), Wiley-VCH</li> <li>• Müller-Esterl, Biochemie (2018), Springer</li> <li>• Löffler/Petrides: Biochemie und Pathobiochemie (2014), Springer</li> </ul>



Modulbezeichnung:	<b>Umwelt- und Werkstoffanalytik</b>																		
Studiensemester:	5. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. rer. nat. Steffen Witzleben																		
Dozent(in):	Prof. Dr. rer. nat. Steffen Witzleben																		
Sprache:	Deutsch/Englisch																		
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 5. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien</b>																		
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus V: 2 SWS Ü: 2 SWS; Gruppengröße: max. 60 P: 2 SWS; Gruppengröße: max. 24																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 40%;">Präsenzstunden</th> <th style="width: 50%;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">120</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>Summe total: 210 Stunden</b></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V	30	50	Ü:	30	50	P:	30	20	Summe:	90	120		<b>Summe total: 210 Stunden</b>	
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V	30	50																	
Ü:	30	50																	
P:	30	20																	
Summe:	90	120																	
	<b>Summe total: 210 Stunden</b>																		
Kreditpunkte	7 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Teilnahme am Modul Instrumentelle Analytik, Anorganische Chemie																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Grundlagen des analytischen Prozesses in Bezug auf spektroskopischer Elementanalytik und bezüglich der Verfahren der Kristallstrukturanalyse eigenständig anwenden und sind hinsichtlich der jeweiligen zugrundeliegenden Theorien aus Chemie und Physik, sowie deren Hauptanwendungsgebieten vertraut.,</li> <li>• die grundlegenden Konzepte der verschiedenen Analysemethoden und die Auswertung problemorientiert vertiefen und sind in der Lage, sowohl die resultierenden Spektren eigenständig auszuwerten als auch etwaige Artefakte vor dem Hintergrund der Theorie als solche zu erkennen und grundlegende Strategien zur Vermeidung unzuverlässiger Werte zu entwickeln.</li> <li>• die dahinterstehenden Prinzipien in korrekter Fachsprache erklären, Reaktionen identifizieren, an denen umweltschädliche oder -belastende Ausgangs- oder Endstoffe beteiligt sind, und die damit verbundenen Gefahren einschätzen und kommunizieren</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aus Spektren und Diffraktogrammen korrekte Schlüsse ziehen.</li> <li>• chemische und physikalische Zusammenhänge und Ähnlichkeiten erkennen.</li> <li>• die Prinzipien der analytischen Chemie und statistischer Auswertemethoden in Kombination mit ihrem Fachwissen über</li> </ul>																		

	<p>das stoffchemische Verhalten anwenden.</p> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eigenständig die Auswertung der verschiedenen Spektren sowie die Bedienung rechnergestützter Spektrometer, Diffraktometer und Auswertprogramme zu beherrschen.</li> <li>• eigenständig Lösungsansätze für die Entwicklung neuer analytischer Methoden zu entwickeln.</li> <li>• selbstgestellten statistischen Auswertungen die verschiedenen im Praktikum vorgestellten Verfahren hinsichtlich ihrer Präzision zu vergleichen und zu beurteilen.</li> <li>• im Rahmen des Praktikums auf der Basis allgemeiner Versuchsvorschriften und Betriebsanweisungen eigenständig einschlägige Analysen durchzuführen und die Bestandteile von Stoffgemischen zu identifizieren.</li> </ul>
<p>Inhalt:</p>	<p><u>Vorlesung / Übung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probenahme, Probevorbereitung</li> <li>• Kalibrierungsmethoden ( externe, interne Kalibrierung, Standardaddition), nichtlineare Fitting-Methoden</li> <li>• Gravimetrie, Elektrogravimetrie Problemlösungsstrategien</li> <li>• Photometrie, Atomabsorptionsspektrometrie: - u. – Kalibrierverfahren (Flammen-AAS, Graphitrohr-AAS (ETA), Hydridverfahren Störungen und Interferenzen,</li> <li>• Atomemissionsspektrometrie: ICP-AES, ICP-MS, Funken- und Bogenanregung, Metallspektroskopie; Optiken,</li> <li>• Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) Photoelektrischer Effekt; COMPTON-/RAYLEIGH-Streuung;</li> <li>• Absorptionskanten; AUGER-Effekt; Auswahlregeln;</li> <li>• Fluoreszenzausbeute und Intensitäten; MOSELYsches Gesetz;</li> <li>• Festkörperstrukturen: Wdh. der Bravaisgitter; Gitterdefekte; MILLER-Indizes (Kristallgitter); Symmetriebetrachtungen: Moleküle; Symmetrieelemente in Molekülen/Ionen; Punktgruppen; Einführung in die Gruppentheorie; Symmetrie im Festkörper; HERMANN-MAUGUIN-Symbolik; kristallographische Punkt- und Raumgruppen; Atomlagen im Gitter; Übungen zu Gitterebenen und Punktgruppenbestimmung</li> <li>• Röntgenstrukturanalyse: Beugung am Kristallgitter, BRAGGsche Gleichung, grundlegende Rechnungen am kubischen Gitter; Aufnahmeverfahren (Drehkristall-/LAUE-/DEBYE-SCHERRER-Verfahren</li> </ul> <p><u>Praktikum:</u></p> <p>Versuche zur Gravimetrie, Atomabsorptionsspektrometrie, Röntgenfluoreszenzanalyse, Röntgendiffraktometrie, Photometrie, Funkenspektrometrie und zur Strukturanalyse vermittels computergestützter Berechnungen an Pulverdiffraktogrammen "Endeavour"</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen:</p>	<p>Modulprüfung – benotet.</p>
<p>Medienformen:</p>	<p>V: PowerPoint-Präsentation, Whiteboard, Tafel (analog oder digital), Videomaterial</p>

	<p>Ü: Übungsaufgaben, Whiteboard, Tafel (a/d)</p> <p>Fachvorträge der Studierenden in Englisch</p> <p>P: schriftliche Versuchsanleitungen und Betriebsanweisungen, Einführungsvideos und PowerPoint-Präsentationen inkl. Seminar zum Praktikum (a/d), Videos und Online-Veranstaltungen (Englisch/Deutsch)</p>
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. D.A. SKOOG, J.J. LEARY, Instrumentelle Analytik, Springer 2013</li> <li>2. C. HOUSECROFT, A.G. SHARPE, Anorganische Chemie, 2. Aufl., Pearson Studium 2006.</li> <li>3. K. CAMMANN (Hrsg.), Instrumentelle Analytische Chemie, Spektrum 2010.</li> <li>4. U. MÜLLER, Anorganische Strukturchemie, 6. Aufl., Teubner 2008.</li> <li>5. M. REICHENBÄCHER, J. POPP, Strukturanalytik organischer und anorganischer Verbindungen, Teubner 2007.</li> <li>6. L. SPIß, G. TEICHERT, R. SCHWARZER, H. BEHNKEN, C. GENZEL, Moderne Röntgenbeugung, 2. Aufl., Vieweg + Teubner 2009.</li> </ol>

Modulbezeichnung:	<b>Polymere und Verbunde</b>	
Studiensemester:	5. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Mandy Gieler	
Dozent(in):	Prof. Dr. Mandy Gieler	
Sprache:	Deutsch, Praktikumsprotokolle können wahlweise in Englisch angefertigt werden	
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach im 5. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien</b> <b>Pflichtfach im 5. Semester Naturwissenschaftliche Forensik</b>	
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus V: 2 SWS Ü: 2 SWS; Gruppengröße: max. 30 P: 2 SWS; Gruppengröße: max. 18	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 30	30
	Ü: 30	45
	P: 30	45
	Summe: 90	120
	<b>Summe total: 210 Stunden</b>	
Kreditpunkte	7 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Struktur und Eigenschaften der Materialien	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aus dem molekularen Aufbau auf grundlegende Eigenschaften von Polymeren schließen,</li> <li>• Möglichkeiten der Eigenschaftsoptimierung im Hinblick auf Anwendungen angeben,</li> <li>• Prüfverfahren hinsichtlich vorgegebener Eigenschaften sowie korrespondierende Auswertemethoden anwenden,</li> <li>• Verfahren der Kunststoffverarbeitung anwendungsbezogen einsetzen</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Zusammenhang zwischen molekularem Aufbau des Polymers und Polymereigenschaften an konkreten Anwendungsbeispielen kennenlernen,</li> <li>• das Wissen über den Einfluss chemischer Modifikation und Verarbeitung auf das Eigenschaftsspektrum des Polymers anwenden,</li> <li>• aus dem Anforderungsprofil an ein Bauteil die relevanten Materialeigenschaften identifizieren und geeignete Prüfmethode einsetzen,</li> <li>• abhängig von Bauteilgeometrie und Stückzahlen geeignete Verarbeitungsverfahren einsetzen</li> </ul>	

	<p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine anwendungsorientierte Werkstoffauswahl treffen sowie die relevanten Werkstoffeigenschaften prüfen und dokumentieren zu können</li> <li>• Kunststoffbauteile nachhaltig und kosteneffizient herstellen zu können.</li> </ul>
Inhalt:	<p><u>Vorlesung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriterien der anwendungsbezogenen Materialauswahl</li> <li>• Morphologie und Struktur-Eigenschafts-Beziehungen</li> <li>• Rheologische, mechanische, thermische, elektrische, optische und chemische Eigenschaften von Polymeren sowie korrespondierende Prüfverfahren</li> <li>• Einführung in Kunststoffblends und Verbundwerkstoffe</li> <li>• Verarbeitungsmethoden von Kunststoffen und Kunststoffverbunden</li> <li>• Nachhaltigkeitsaspekte, Kreislaufwirtschaft und Einführung in Ökobilanzierungsmethoden</li> </ul> <p><u>Übung:</u> Lösung themenbezogener Aufgaben aus der Vorlesung</p> <p><u>Praktikum:</u> Versuche zur Kunststoffverarbeitung und -prüfung und Anfertigung eines entsprechenden Prüfprotokolls:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrusion und Spritzguss</li> <li>• Rheologie</li> <li>• Dynamische Differenzkalorimetrie</li> <li>• Morphologie und Schädigung</li> <li>• Zugversuch und Kerbschlagbiegeversuch</li> <li>• Chemikalienbeständigkeit</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Schriftliche Modulprüfung (120 min) – benotet Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum - unbenotet
Medienformen:	V: Powerpoint-Präsentationen, Tafel/Whiteboard, (Lehr-)Videos Ü: Aufgabensammlung, interaktive Besprechung der Ergebnisse an der Tafel P: schriftliche Versuchsanleitungen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Baur, G. Harsch, M. Moneke, <b>Werkstoff-Führer Kunststoffe</b>: Eigenschaften - Prüfungen – Kennwerte, 11. Auflage, München : Hanser, 2019.</li> <li>• <b>H. Domininghaus, Die Kunststoffe und ihre Eigenschaften</b>, 6. Auflage, Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, VDI-Buch, 2005.</li> <li>• G. Menges, E. Haberstroh, W. Michaeli, E. Schmachtenberg, <b>Menges Werkstoffkunde Kunststoffe</b>, 6. Auflage, München : Hanser, 2011.</li> <li>• <b>W. Kaiser, Kunststoffchemie für Ingenieure</b>: Von der Synthese bis zur Anwendung, 5. Auflage, München : Hanser, 2021.</li> <li>• C. Hopmann, W. Michaeli, <b>Einführung in die Kunststoffverarbeitung</b>, 8. Auflage, München : Hanser, 2017.</li> <li>• G. W. Ehrenstein, <b>Faserverbund-Kunststoffe</b>: Werkstoffe, Verarbeitung, Eigenschaften, 2. Auflage, München : Hanser, 2006.</li> </ul>

Modulbezeichnung:	<b>Stoffströme im Wandel</b>
-------------------	------------------------------

	Das Modul besteht aus einem fachübergreifenden Seminar „Stoffströme und Nachhaltigkeitsdiskurse“ für alle Studierenden und einer fachbezogenen Vertiefung, die aus den Themen „Nachhaltige technische Prozesse“ oder „Nachhaltige Materialien“ gewählt wird.															
Studiensemester:	5. Semester															
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Klaus Lehmann (Stoffströme und Nachhaltigkeitsdiskurse) Prof. Dr. Marc Williams (Nachhaltige technische Prozesse) Prof. Dr. Mandy Gieler (Nachhaltige Materialien)															
Dozent(in):	Prof. Dr. Mandy Gieler, Prof. Dr. Klaus Lehmann, Prof. Dr. Marc Williams															
Sprache:	Deutsch (Präsentationen und Praktikumsprotokolle wahlweise in Englisch, z.T. englischsprachige Fachartikel)															
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 5. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien</b>															
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus Vorlesungen, Seminaren und Praktika V: 1 SWS S: 4 SWS P: 1 SWS; Gruppengröße: max. 45															
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th style="width: 30%; text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="width: 30%; text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V/S:</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">90</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Summe total:</b></td> <td style="text-align: center;"><b>180 Stunden</b></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V/S:	75	60	P:	15	30	Summe:	90	90	<b>Summe total:</b>		<b>180 Stunden</b>
	Präsenzstunden	Eigenstudium														
V/S:	75	60														
P:	15	30														
Summe:	90	90														
<b>Summe total:</b>		<b>180 Stunden</b>														
Kreditpunkte	6 ECTS															
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine															
Empfohlene Voraussetzungen:	Allgemeine Chemie, Struktur und Eigenschaften der Materialien, Organische Chemie, Technische Chemie, Physikalische Chemie															
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ausgewählte chemisch-technische Prozesse, Produktlebenszyklen und Produkte mit Bezug zum Nachhaltigkeitsparadigma analysieren und bewerten. Sie können die Bewertungen kritisch reflektieren und aus verschiedenen Perspektiven (chemisch-technisch, materialwissenschaftlich, ethisch-moralisch) argumentativ begründen und abwägen, indem sie im allgemeinen Seminarteil des Moduls</li> <li>• die Redeweisen von Natur und Nachhaltigkeit diskursanalytisch, ethisch, historisch einordnen können;</li> <li>• sich mit den naturwissenschaftlichen Grundlagen der Klimakrise befassen und</li> <li>• aus diesen Kenntnissen - gemeinsam mit einfachen Ökobilanzierungsmethoden und chemisch-technischen und materialwissenschaftlichen Fachwissen (s.u.) – nachhaltigkeitsbezogene Transformationsprozesse sachgerecht, gesellschaftsbezogen und reflektiert bewerten können;</li> </ul>															

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• und die so gewonnenen Abwägungs- und Urteilskompetenzen an Beispielen aus den komplexen Handlungsfeldern wie Klimaneutralität, Kreislaufwirtschaft oder Ressourcengerechtigkeit vertiefen können,</li> </ul> <p>indem sie im chemisch-technischen Wahlpflichtteil des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in der Vorlesung lernen, technische Prozesse anhand von Verfahrensfließbildern, Fachliteratur und wissenschaftlichen Texten zu verstehen,</li> <li>• verfahrenstechnische Problemstellungen im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Verantwortlichkeit erkennen und kommunizieren lernen und für ein industrielles Umfeld Lösungen erarbeiten und</li> <li>• ihre Überlegungen und Vorschläge durch die Auswahl geeigneter Laborversuche unterstützen,</li> </ul> <p>indem sie im materialwissenschaftlichen Wahlpflichtteil des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in der Vorlesung kritische Hürden der Transformation zur Kreislaufwirtschaft erkennen und die zu deren Überwindung benötigten Schlüsseltechnologien diskutieren,</li> <li>• in Gruppenarbeit mithilfe anwendungsbezogener Beispiele Materialien anhand verschiedener Nachhaltigkeitskriterien bewerten und diese Kriterien kritisch im Hinblick auf Klima- und Ressourcenschonung diskutieren und</li> <li>• im Praktikum Lösungen zu aktuellen Herausforderungen des Wandels zu nachhaltigeren Materialien entwickeln,</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hintergründe der globalen nachhaltigkeitsbezogenen Herausforderungen erkennen und kommunizieren zu können,</li> <li>• chemisch-technische, materialwissenschaftliche und gesellschaftsbezogene Beiträge zur Lösung der Herausforderungen reflektiert entwickeln zu können und</li> <li>• routiniert in fachübergreifenden Vorgehens- und Denkweisen arbeiten und handeln zu können.</li> </ul>
Inhalte:	<p><b>Pflichtteil Stoffströme und Nachhaltigkeitsdiskurse</b></p> <p><u>Seminar:</u>      Nachhaltigkeits- und Naturdiskurse, Transformation, Umweltethik, Verantwortungsethik, Grundkenntnisse Ökobilanzierungen, naturwissenschaftliche Grundlagen Klimakrise, Grundlagen Klimagerechtigkeit / Klimaneutralität / Ressourcengerechtigkeit / Kreislaufkonzepte (Auswahl), Grundkenntnisse Ethik zur Erweiterung der Abwägungs- und Begründungskompetenzen, Konzepte zur Nachhaltigkeitsumsetzung</p> <p>und</p> <p><b>Wahlpflichtteil 1 Nachhaltige technische Prozesse</b></p> <p><u>Vorlesung:</u>      Produktionsprozesse chemischer Produkte im Wandel zur Nachhaltigkeit; Schwerpunkte: Nachhaltige Rohstoffquellen, Energieeffizienz und alternative Produktionsverfahren;</p> <p><u>Seminar:</u>      Ausarbeitung von Maßnahmen zum nachhaltigen Wandel</p>

	<p>chemischer Produktionsprozesse. Bewertung des Einflusses auf CO<sub>2</sub>-Bilanz und Ressourcenschonung</p> <p><u>Praktikum:</u> Begleitende Versuche zum Prozessverständnis oder</p> <p><b>Wahlpflichtteil 2 Nachhaltige Materialien</b></p> <p><u>Vorlesung:</u> Transformation linearer Produktlebenszyklen zu Kreislaufwirtschaft; Schwerpunkte: Nachhaltigkeitsaspekte biobasierter und bioabbaubarer Kunststoffe, Arten und Herausforderungen des Kunststoffrecyclings, innovative Verpackungssysteme, nachhaltige Anwendungen von Kunststoffen und Verbundwerkstoffen</p> <p><u>Seminar:</u> Gruppenarbeit zu den in der Vorlesung vorgestellten Fokusthemen mit Abschlusspräsentation</p> <p><u>Praktikum:</u> Begleitende Versuche zu Rohstoffgewinnung, Abfallaufbereitung, mechanischem Recycling</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Mündliche Abschlussprüfung (benotet)</p> <p>Aktive und erfolgreiche Teilnahme von Praktikum und Seminar sind Voraussetzung zur Zulassung zur Abschlussprüfung</p>
Medienformen:	<p>V: Power Point Präsentation, Tafel/ Whiteboard, digitale Inhalte zur Nachbearbeitung, Lehrbücher</p> <p>S: Gruppenarbeiten, Feedback-Runden, dialogische Formate</p> <p>P: Schriftliche Praktikumsanleitung, Lehrbücher, Fachartikel</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• K. Ott, J. Dierks, L. Voget-Kleschin (Hrsg.) Handbuch Umweltethik, Stuttgart: Metzler-Verlag, 2016.</li> <li>• U. Grober, Die Entdeckung der Nachhaltigkeit: Kulturgeschichte eines Begriffs, München: Kunstmann, 2013.</li> <li>• A. Grunwald, J. Kopfmüller, Nachhaltigkeit, 3. Aufl., Frankfurt: Campus, 2021.</li> <li>• WBGU, Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation, Berlin, 2011.</li> <li>• G. Lakoff, M. Johnson, Leben in Metaphern: Konstruktion und Gebrauch von Sprachbildern, 10. Aufl., Heidelberg: Carl-Auer-Verlag, 2021 sowie</li> <li>• Ausgewählte Berichte (IPCC) und Positionspapiere z.B. zu Klimaneutralität und Kreislaufwirtschaft von Verbänden (VCI) und Institutionen (RNE)</li> </ul> <p>M. Baerns, A. Behr, A. Brehm: Technische Chemie, 2. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH, 2013.</p> <p>H.-J. Endres, M. Mudersbach, H. Behnsen, S. Spierling (Hrsg.), Biokunststoffe unter dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit und Kommunikation: Status quo, Möglichkeiten und Herausforderungen, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2020.</p> <p>H. Martens, Recyclingtechnik: Fachbuch für Lehre und Praxis, Heidelberg: Spektrum, Akad. Verl., 2011.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Fachartikel</li> </ul>





Modulbezeichnung:	<b>Datenanalyse und Vorbereitung von Abschlussarbeiten</b>															
Studiensemester:	5. Semester															
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Draber und Prof. Dr. Oligschleger															
Dozent(in):	Prof. Dr. Draber und Prof. Dr. Oligschleger															
Sprache:	Deutsch															
Zuordnung zum Curriculum	<b>Pflichtfach 5. Sem. Nachhaltige Chemie und Materialien</b>															
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus: V: 1 SWS SU: 1 SWS P: 1 SWS Gruppengröße: max 20															
	<table> <thead> <tr> <th></th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>SU:</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td>45</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Summe total: 90 Stunden</b></p>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	15	15	SU:	15	15	P:	15	15	Summe:	45	45
	Präsenzstunden	Eigenstudium														
V:	15	15														
SU:	15	15														
P:	15	15														
Summe:	45	45														
Kreditpunkte	3 ECTS															
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine															
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine															
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• größere wissenschaftliche Berichte schreiben und Abschlussarbeiten von Projekten verfassen</li> <li>• Daten geeignet präsentieren</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Gliederung und den strukturellen Aufbau einer größeren wissenschaftlichen Arbeit kennen</li> <li>• die inhaltlichen Unterschiede der verschiedenen Kapitel verstehen</li> <li>• Grafiken und Tabellen erstellen</li> <li>• Daten verarbeiten und analysieren</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine Vorlage für das Schreiben größeren wissenschaftlichen Arbeit - wie der Bachelor-Thesis- zu erarbeiten</li> <li>• komplexe Textverarbeitungssysteme z.B. LaTeX verwenden zu können</li> <li>• Präsentationen erstellen zu können</li> <li>• eigene Auswerte- und Verarbeitungsprogramme zu erarbeiten</li> </ul>															
Inhalt:	<p><u>Vorlesung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in komplexe Textverarbeitungssysteme</li> <li>• Einführung in die Softwareentwicklung</li> </ul> <p><u>Seminaristischer Unterricht:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über die Inhalte in einem größeren wissenschaftlichen Bericht</li> <li>• Unterscheidung der einzelnen Gliederungspunkte</li> <li>• Anlegen einer Bibliographie</li> </ul> <p><u>Praktikum:</u></p>															

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textstrukturen erstellen mit z.B. LaTeX</li> <li>• Verarbeitungsprogramme entwerfen, programmieren und anwenden</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung - benotet</p> <p>Portfolioprüfung bestehend aus:</p> <p>Erstellen von Vorlagen für Bachelorarbeiten und Datenauswertung (50%)</p> <p>Abgabe von Hausaufgaben (50%)</p>
Medienformen:	V/SU: (digital oder analog) Tafel, Overhead-Projektor, Beamer; Folien; Lehrbücher, Computer, Softwareentwicklungstools, IDE
Literatur	<p>Ebel, H. F., Bliefert, C., "Bachelor, Master- und Doktorarbeit: Anleitungen für den naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchs", erweiterte 4. Auflage, VCH, Weinheim (2009)</p> <p>Hering, H., Hering, L., "Technische Berichte", Springer Vieweg, Wiesbaden(2015)</p> <p>Schreiber, M., "Wissenschaftliches Arbeiten einfach umsetzen: Wie Sie Schritt für Schritt Ihre Abschlussarbeit schreiben und alle Formalitäten perfekt einhalten", edition Studium, (2020)</p> <p>The Python Language Reference, <a href="https://docs.python.org/3/reference/">https://docs.python.org/3/reference/</a></p> <p>Building Skills in Python, Release 2.6.2, Steven F. Lott, January 03, 2010</p> <p>LaTeX – A document preparation system, <a href="https://www.latex-project.org/">https://www.latex-project.org/</a></p> <p>Der LaTeX-Begleiter, Pearson Studium - Scientific Tools, 3. Juni 2010</p>

Modulbezeichnung	<b>Praxisphase</b>
Studiensemester	6. Semester
Modulverantwortliche(r)	Die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs
Dozent(in)	Die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs
Sprache	Deutsch/Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtfach 6. Sem. Applied Biology, Nachhaltige Chemie und Materialien, Naturwissenschaftliche Forensik
Lehrform/SWS	Dreimonatiges Praktikum in einem Labor, einer Forschungseinrichtung oder der F&E Abteilung eines Unternehmens
Arbeitsaufwand	3 Monate (540 h)
Kreditpunkte	18 ECTS
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen des Semester 1 – 5
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierende können: wissenschaftliche Projekte eigenständig bearbeiten und die dabei gewonnenen Daten evaluieren und kritisch interpretieren indem sie Experimente zu einer vorgegebenen Fragestellung eigenhändig und selbstständig unter Anleitung durchführen Problemen und Rückschlägen beim experimentellen Arbeiten lösungsorientiert begegnen Bisher erlerntes fachliches und analytisches Wissen und Methodenkompetenzen in einem komplexeren Kontext anwenden. Fachübergreifende Verknüpfungen herstellen Ihren Arbeitsalltag im Labor selbstständig organisieren und dabei im Team Verantwortung übernehmen Gewonnene Daten im Kontext der Fragestellung des Projektes und der aktuellen Literatur bewerten Um in beruflicher, wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Laborpraxis die erlernten Fähigkeiten anzuwenden und weiter auszubauen.
Inhalt	Die Studierenden suchen eigenständig einen Platz in einer Arbeitsgruppe, deren wissenschaftliche Fragestellung sie interessiert. Dabei kann es sich um eine Arbeitsgruppe wahlweise an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, an einer der Partnerhochschulen, an einer anderen geeigneten Hochschule, Verwaltungseinrichtung oder Forschungsinstitution oder in einem geeigneten Unternehmen im In- oder Ausland handeln. Während der dreimonatigen Praxisphase werden sie in die Arbeitsabläufe der Arbeitsgruppe integriert. Sie wenden ihre im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten in der Praxis an und eignen sich neue Methoden und Techniken an. Sie übernehmen Verantwortung für das übernommene Projekt und entwickeln als Teammitglied ihre sozialen Kompetenzen weiter. Am Ende der Praxisphase haben die Studierenden die für die Bachelorarbeit benötigten Ergebnisse und Datensätze gewonnen. Während der Praxisphase werden die Studierenden durch eine Dozentin oder einen Dozenten des Fachbereichs begleitet.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung – unbenotet Voraussetzungen für das Bestehen der Modulprüfung ist: Regelmäßiges Erscheinen an der Praxisstelle der Nachweis des abgeleisteten Praxissemesters (Bescheinigung / Zeugnis des Unternehmens) die erfolgreiche Teilnahme am abschließenden Auswertungsgespräch mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer.

Medienformen	Entfällt.
Literatur	Primärliteratur, Reviews und Lehrbuchkapitel entsprechend der fachlichen Ausrichtung der Arbeitsgruppe, die den Praktikumsplatz zur Verfügung stellt.

Modulbezeichnung:	<b>Abschlussarbeit / Bachelorthesis</b>
Studiensemester:	6. Semester
Modulverantwortliche(r):	Die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs
Dozent(in):	Die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs
Sprache:	Deutsch/Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtfach 6. Sem. Applied Biology, Nachhaltige Chemie und Materialien, Naturwissenschaftliche Forensik
Lehrform/SWS	Schriftliche Arbeit, die innerhalb von zwei Monaten angefertigt wird.
Arbeitsaufwand	Zwei Monate (360 h)
Kreditpunkte	12 ECTS
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zur Abschlussarbeit im jeweiligen Studiengang wird zugelassen, wer von allen sonstigen im Studium vorgesehenen Modulprüfungen nicht mehr als zwei Modulprüfungen ausstehen hat oder alle Prüfungsleistungen des 1. bis 4. Studiensemesters vollständig erbracht hat. Zur Abschlussprüfung „Kolloquium“ wird zugelassen, wer alle Modulprüfungen bestanden und die Abschlussarbeit erfolgreich beendet hat.
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierende können: innerhalb einer vorgegebenen Frist eine praxisorientierte Aufgabe aus dem Fachgebiet des Studienganges nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Methoden bearbeiten und sowohl in schriftlicher Form (Abschlussarbeit) wie auch in mündlicher Form darstellen und verteidigen (Kolloquium) indem sie die in der Regel während der Praxisphase gewonnenen experimentellen Daten in angemessener Form aufarbeiten diese in Form einer wissenschaftlichen Veröffentlichung zusammenstellen, interpretieren und diskutieren zur Bewertung der eigenen Daten geeignete wissenschaftliche Literatur heranziehen auch kritischen Fragen nach Qualität oder Validität ihrer Ergebnisse mit Fachkompetenz und umfassender Literaturkenntnis angemessen begegnen. um im weiteren akademischen oder beruflichen Leben wissenschaftliche Ergebnisse angemessen und zielgruppenspezifisch zu präsentieren und vermitteln.
Inhalt:	Abschlussarbeit: Die Studierenden dokumentieren die wissenschaftlichen Ergebnisse, die sie in der Regel in der vorangegangenen Praxisphase gewonnen haben, in Form einer schriftlichen Abschlussarbeit (Bachelorthesis). Dieses innerhalb von zwei Monaten angefertigte Dokument wird der/dem Erst- und Zweitbetreuenden zur Beurteilung vorgelegt und von diesen im Hinblick auf Qualität der Darstellung, Aufarbeitung der gewonnenen Daten, Problemlösungsansätze und deren Umsetzung bewertet. Ebenso werden die Interpretation der erhaltenen Ergebnisse und deren Vergleich mit existierender Literatur begutachtet.  Kolloquium: Die Studierenden halten einen Vortrag über das Thema ihrer Abschlussarbeit. Hierzu gehört im Vorfeld eine umfangreiche Literaturrecherche sowie das Ausarbeiten der Präsentation. Der Vortrag gibt einen vertiefenden Einblick in Theorie, Methoden und Ergebnisse der

	<p>Abschlussarbeit und erlaubt einen Ausblick auf zukünftige Forschungsansätze.  Der Vortrag wird frei vorgetragen und in einem vorgegebenen Zeitrahmen gehalten. Anschließend findet eine Diskussion zum Vortrag sowie zu angrenzenden Themengebieten statt.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Modulprüfung – benotet  Die Abschlussarbeit ist bestanden, wenn die Benotung jeweils mindestens „ausreichend“ lautet. Die Note der Abschlussarbeit geht mit 25% in die Bachelor-Endnote ein.  Das Kolloquium ist bestanden, wenn die Benotung jeweils mindestens „ausreichend“ lautet. Die Note des Kolloquiums geht mit 10% in die Bachelor-Endnote ein.</p>
Medienformen:	Entfällt.
Literatur:	Die Auswahl geeigneter Literatur ist Teil der Prüfungsleistung.

Modulbezeichnung:	<b>WPF Anorganische Chemie II</b>	
Studiensemester:	4. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Dr. Ulf Ritgen	
Dozent(in):	Dr. Ulf Ritgen	
Sprache:	Deutsch / Englisch (bilingual)	
Zuordnung zum Curriculum	Wahlpflichtfach 4. Semester Nachhaltige Chemie und Materialien	
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus V: 2 SWS Ü: 1 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V 30	30
	Ü: 15	15
	Summe: 45	90
	Summe total: 90 Stunden	
Kreditpunkte	3 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Teilnahme an den Modulen Allgemeine Chemie, Anorganische Chemie und Organische Chemie	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bindungsverhältnisse beurteilen und sachlich zutreffend sowie in korrekter Fachsprache beschreiben,</li> <li>• das chemische Verhalten ihnen bekannter Verbindungen erklären und begründen und</li> <li>• Aussagen über das chemische Verhalten und die Struktur auch ihnen bislang unbekannter Substanzen treffen,</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die verschiedenen im Rahmen dieser Lehrveranstaltung neu kennengelernten Konzepte mit ihrem fachlichen Vorwissen verknüpfen,</li> <li>• Grenzoritalbetrachtungen vornehmen und</li> <li>• strukturelle Zusammenhänge und Ähnlichkeiten erkennen,</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• durch das durchdachte Abwägen von - auch gegenläufigen - Tendenzen sachlich plausible Schlüsse hinsichtlich konkreter Problemstellungen zu ziehen,</li> <li>• ihr Fachwissen aus der Anorganischen Chemie auch auf interdisziplinäre Fragestellungen anzuwenden,</li> <li>• das im Rahmen des Studiums gewonnene Verständnis für das Verhalten (sub-)atomarer Materiebausteine eigenständig ausweiten und sich auch in weiterführende komplexe, interdisziplinäre Sachverhalte der Naturwissenschaften vertiefend</li> </ul>	



	einarbeiten zu können.
Inhalt:	<p><u>Vorlesung / Übung:</u>  Vertiefung der Chemie komplexer Verbindungen, high-/low-spin-Komplexe, Farbigkeit, HOMO/LUMO-Konzept, (Stereo-)Isomerie komplexer Verbindungen  HSAB-Konzept  HMO-Modell und FROST-Kreis  Einführung in die Organoelement-/Organometallchemie, Bindungscharakterisierung, Mehrzentrenbindungen und Delokalisation, Hin-/Rückbindungskonzept nach DEWAR/CHATT/DUNCANSON  Isolobalkonzept  Ausgewählte Katalysekreisläufe und strukturelle Besonderheiten der Organoelementchemie  Ausgewählte Aspekte der Bioanorganischen Chemie  Beschreibung von Ionengittern anhand von Symmetriebetrachtungen  Cluster, WADE-MINGOS-Regeln, Parallelen zur Organoelementchemie, Intermetallische Phasen</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Leistungsnachweis – unbenotet.
Medienformen:	V: Präsentation (D/E), Tafel (analog oder digital) Ü: Übungsaufgaben, Tafel (a/d)
Literatur	J.E. Huheey, E.A. Keiter, R.L. Keiter, "Anorganische Chemie - Prinzipien von Struktur und Reaktivität", 5. Aufl., DeGruyter. C. Elschenbroich, "Organometallchemie", 6. Aufl., Teubner. U. Müller, "Anorganische Strukturchemie", 6. Aufl., Vieweg/Teubner. E. Riedel, C. Janiak, "Anorganische Chemie", 8. Aufl., DeGruyter. Holleman/Wiberg, Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 103. Aufl., DeGruyter. S. Ortanderl, U. Ritgen, "Chemie - das Lehrbuch für Dummies", 2. Aufl., Wiley-VCH.

Modulbezeichnung:	<b>WPF Entstehung und Analytik von Mikroplastik</b>	
Studiensemester:	4. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Johannes Steinhaus	
Dozent(in):	Prof. Dr. Johannes Steinhaus	
Sprache:	Deutsch und Englisch (Behandlung englischsprachiger Literatur)	
Zuordnung zum Curriculum:	WPF: 4. Sem. B.Sc.. Nachhaltige Chemie und Materialien	
Lehrform/SWS: Semesterwochenstunden V: Vorlesung Ü: Übung:	Die Lehrinheit besteht aus Vorlesungen und Übungen: V: 2 SWS Ü: 1 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 30	30
	Ü: 15	15
	Summe: 45	45
	Summe total: 90 Stunden	
Kreditpunkte:	3 ECTS	
Voraussetzung nach Prüfungsordnung:	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Struktur und Eigenschaften der Materialien	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die am häufigsten verwendeten Kunststoffsorten benennen, die in den Bereichen Verpackung, Bau, Agrar, Textilien und Spielzeugindustrie eingesetzt werden.</li> <li>• die Verschiedenen Entstehungs- und Eintragswege von Mikroplastik benennen.</li> <li>• Alterungsmechanismen bei Kunststoffen erkennen und bewerten.</li> <li>• alle gängigen Analysemethoden (thermische Analyse, instrumentelle Analytik und Mikroskopie) zur Identifizierung und Charakterisierung von Mikroplastik benennen und ihre Funktionsweise erklären.</li> <li>• die erforderlichen Schritte zur Probenname und Extraktion von Mikroplastik aus Boden-, Wasser- und Luftproben beschreiben und bewerten.</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen umfassenden Überblick über typische Standard- und technische Kunststoffe und deren Aufbau und Eigenschaften besitzen.</li> <li>• die Kreisläufe von Kunststoffprodukten und die typischen Alterungsmechanismen, denen sie unterworfen sind kennen.</li> <li>• alle gängigen Methoden der thermische Analyse, instrumentelle Analytik und Mikroskopie, die standardmäßig zur Identifizierung und Charakterisierung von Kunststoffen insb. Mikroplastik eingesetzt werden, kennen und ihre Funktionsweise verstehen.</li> <li>• die erforderlichen Schritte zur Probenname und Extraktion von Mikroplastik aus Boden-, Wasser- und Luftproben und die Schwierigkeiten der Probenaufbereitung verstehen</li> </ul>	

	<p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu wissen, welche Kunststoffsorten aus welchen Anwendungsbereichen in unserer Umwelt auftreten.</li> <li>• die Verschiedenen Entstehungs- und Eintragswege von Mikroplastik in die verschiedenen Habitate zu verstehen und in der Lage zu sein Gegenmaßnahmen zu entwickeln.</li> <li>• Alterungsprozesse bei Kunststoffen bewerten und gezielt beeinflussen zu können.</li> <li>• gängigen Analysemethoden (thermische Analyse, instrumentelle Analytik und Mikroskopie) zur Identifizierung und Charakterisierung von Mikroplastik erfolgreich auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Mikroplastik in Böden-, Gewässern- und der Luft qualitativ und quantitativ erfolgreich bestimmen zu können.</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arten und Eigenschaften häufig verwendeter Kunststoffsorten</li> <li>• Entstehungs- und Eintragswege von Mikroplastik</li> <li>• Alterungsmechanismen bei Kunststoffen</li> <li>• Methoden der thermischen Analyse, instrumentellen Analytik und Mikroskopie zur Identifizierung und Charakterisierung von Mikroplastik</li> <li>• Probenname und Extraktion von Mikroplastik aus Boden-, Wasser- und Luftproben.</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – benotet Schriftliche Prüfung (60 min) oder Vortrag (mit Fragerunde 20 min)
Medienformen:	V: PPT-Präsentation, Videos, Tafel/Whiteboard Ü: Folien, Flip-Chart, Metaplanwand, Gruppenarbeit
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brau D. et al., Erkennen von Kunststoffen – Qualitative Kunststoffanalyse mit einfachen Mitteln. Hanser Verlag, 2012.</li> <li>• D. Barcelo. Comprehensive Analytical Chemistry, Vol. 75 - Characterization and Analysis of Microplastics, Elsevier, 2017.</li> <li>• Bergmann et al., Marine Anthropogenic Litter, Springer Open, 2015</li> <li>• Kusch P. Application of Pyrolysis-Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (Py-GC/MS). Comprehensive Analytical Chemistry, Vol. 75, Characterization and Analysis of Microplastics, Elsevier, 2017.</li> <li>• Kusch P, Steinhaus J. Thermal Analysis of Polymers: Methods and Developments, Chapter: Thermal Analysis in Aerospace and Automotive Sectors. Ed. Pieliowski K, Wiley-VCH Verlag GmbH, 2022.</li> <li>• Shim, Won Joon, Sang Hee Hong, and Soeun Eo. "Marine microplastics: abundance, distribution, and composition." Microplastic Contamination in Aquatic Environments. Elsevier, 2018.</li> <li>• Fraunhofer UMSICHT: Kunststoffe in der Umwelt – Konsortialstudie Mikroplastik, 2018</li> <li>• Boucher, J. und D. Friot. Primary microplastics in the oceans. A global evaluation of sources. Gland, Switzerland: IUCN International Union for the Conservation of Nature, 2017.</li> </ul>

Modulbezeichnung:	<b>WPF Thermische Analyse</b>	
Studiensemester:	4. oder 5. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Mandy Gieler	
Dozent(in):	Prof. Dr. Mandy Gieler	
Sprache:	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	Wahlpflichtfach im 4./5. Semester B.Sc. Nachhaltige Chemie und Materialien Wahlpflichtfach im 5. Semester Naturwissenschaftliche Forensik	
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus V: 1 SWS Ü: 2 SWS; Gruppengröße: max. 20 P: 0 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 15	15
	Ü: 30	30
	P: 0	0
	Summe: 45	45
	Summe total: 90 Stunden	
Kreditpunkte	3 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Struktur und Eigenschaften der Materialien	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wesentlichen thermo-analytischen Eigenschaften von Kunststoffen benennen und ihre anwendungsbezogene Relevanz einordnen,</li> <li>• die Prinzipien der korrespondierenden Messverfahren inklusive der entsprechenden Probenvorbereitung erklären</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in der Vorlesung die gängigsten thermo-analytischen Methoden, ihre jeweiligen Vor- und Nachteile sowie Einsatzgebiete kennenlernen,</li> <li>• in der Übung wichtige Materialkennwerte aus typischen Messkurven ableiten und dabei problemadäquate Auswertemethoden einsetzen,</li> <li>• im Rahmen von Laborführungen und Vorführversuchen die Probenvorbereitung, Durchführung der Prüfungen und Auswertung der Messkurven kennenlernen</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die relevanten thermo-analytischen Eigenschaften messen und auswerten und die Messergebnisse kritisch bewerten zu können,</li> <li>• geeignete Analysemethoden zur Beantwortung konkreter (Forschungs-) Aufgaben auswählen zu können,</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• anhand von Messkurven auf die zugrundeliegenden Kunststofftypen schließen zu können,</li> <li>• eine anwendungsorientierte Materialauswahl treffen zu können.</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe, Definitionen und physikalische Grundlagen der thermischen Analyse</li> <li>• Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC)</li> <li>• Thermogravimetrische Analyse (TGA)</li> <li>• Thermomechanische Analyse (TMA)</li> <li>• Dynamisch-mechanische Analyse (DMA)</li> <li>• Dielektrische Analyse (DEA)</li> </ul>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung - benotet
Medienformen:	V: Powerpoint-Präsentationen, Tafel/Whiteboard, (Lehr-)Videos Ü: Aufgabensammlung P: -
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. W. Ehrenstein, G. Riedel, P. Trawiel, Praxis der thermischen Analyse von Kunststoffen, 2. Auflage, München : Hanser, 2003.</li> <li>• G.W. H. Höhne, W.F. Hemminger, H.-J. Flammersheim, Differential scanning calorimetry, 2. Auflage, Berlin : Springer, 2003.</li> </ul>

Modulbezeichnung:	<b>WPF Besondere Einblicke in Angewandter Instrumenteller Analytik</b>										
Studiensemester:	5. Semester										
Modulverantwortliche(r):	Dr. Stefan Lamotte										
Dozent(in):	Dr. Stefan Lamotte, Prof. Dr. Michaela Wirtz, wechselnde externe Industriekooperationspartner										
Sprache:	Deutsch und Englisch										
Zuordnung zum Curriculum	Wahlpflichtfach 5. Semester Naturwissenschaftliche Forensik und Nachhaltige Chemie und Materialien										
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus Vorlesung einem Begleitseminar V: 2 SWS S: 1 SWS; Gruppengröße: max. 20										
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Präsenzstunden</td> <td style="width: 50%;">Eigenstudium (Vor- und Nachbereitung)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">V: 30</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">S: 15</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Summe: 45</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Summe total: 90 Stunden</td> </tr> </table>	Präsenzstunden	Eigenstudium (Vor- und Nachbereitung)	V: 30	20	S: 15	25	Summe: 45	45	Summe total: 90 Stunden	
Präsenzstunden	Eigenstudium (Vor- und Nachbereitung)										
V: 30	20										
S: 15	25										
Summe: 45	45										
Summe total: 90 Stunden											
Kreditpunkte	3 ECTS										
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine										
Empfohlene Voraussetzungen:	Vorkenntnisse aus der Instrumentellen Analytik										
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besondere Anforderungen und Herausforderungen wirtschaftlich relevanter analytischer Fragestellungen erfassen</li> <li>• In Kleingruppen arbeiten und sich gruppenübergreifend abstimmen</li> <li>• Literatur zum Kontext von Nachhaltigkeits- bzw. Automatisierungsthemen selbstständig recherchieren, analysieren, bewerten und darstellen</li> </ul> <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Vorlesung und seminarristischen Unterricht tiefergehende analytische Schwerpunkte, Methodenentwicklungen und -optimierungen erlernen und diskutieren, die zur weiterführenden Analytik (z.B. vielschichtigere Problemstellungen, analytische Ökologie und Ökonomie, Geschwindigkeitsoptimierungen, Digitalisierung, Automatisierungsprinzipien) benötigt werden</li> <li>• Sich eigenständig in Kleingruppen organisieren, innerhalb und außerhalb der Gruppe fachlich und organisatorisch abstimmen lernen</li> </ul> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In nachfolgender beruflicher, wissenschaftlicher und insbesondere wirtschaftlicher Laborpraxis Methodenentwicklungen und -optimierungen mit besonderen</li> </ul>										

	<p>Herausforderungen zukunftsfähig erschließen, anstossen und durchführen zu können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Blick auf Nachhaltigkeitsaspekten bei der Methodenauswahl und entwicklung präsent zu halten</li> <li>• Ein Selbstverständnis dafür zu entwickeln, im Beruf in Projektteams zu arbeiten</li> <li>• Verständnis zu haben über die Relevanz und die Anforderungen smarter Laboratorien und den „Prinzipien grüner Chemie“</li> </ul>
Inhalte:	<p>Die Inhalte der Veranstaltung sind variabel. Schwerpunkte dabei sind angewandte, industrielle genutzte und entwickelte analytische Techniken und Methoden mit besonderen Herausforderungen, z.B. in der Validität und der Entwicklung von geeigneten Probenpräparationstechniken, in der Nutzung von Simulationssoftwares zur Vorhersage von Trennergebnissen in der Chromatographie sowie im tiefergehenden Verständnis von Nachhaltigkeitsentwicklungen (bspw. in der SFC, fast-GC, fast LC); Smart labs</p> <p>Als Bestandteil des seminaristischen Unterrichts setzen sich die Studierenden auch mit den modernen Anforderungen smarter Labore auseinander.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung – benotet 100% Vortragsleistung (mit Fragerunde 40 min)</p>
Medienformen:	<p>Power Point Präsentationen, Tafel/ Whiteboard, digitale Inhalte (z.B. Videos), Internetrecherche, wiss. Artikel</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wissenschaftliche Fachartikel</li> <li>• Sonstiges nach Bedarf</li> </ul>

Modulbezeichnung:	<b>WPF Klimawandel: Wieso, weshalb, was tun?</b>
Studiensemester:	4. oder 5. Semester
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann
Dozent(in):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Wahlpflichtfach für Studierende aller Bachelor-Studiengänge
Lehrform/SWS	Die Lehrinheit besteht aus: V/Ü: 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden                      Eigenstudium 45    45 Summe total: Stunden 90
Kreditpunkte	3 ECTS
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundvorlesungen Mathematik und Physik
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden können die Ursachen des menschengemachten Klimawandels sowie seine möglichen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Folgen verstehen sowie die Potenziale der wichtigsten Methoden der Energieerzeugung zur Begrenzung von Treibhausgasemissionen verstehen und bewerten, indem sie grundlegende Gesetzmäßigkeiten auf den Gebieten der Thermodynamik Mechanik und Chemie sachgerecht anwenden können,  um mit den erworbenen Kompetenzen die Auswirkungen des menschlichen Handelns auf den Fortgang des Klimawandels zu beurteilen.
Inhalt:	Erde und Sonne (Wärmeübertragung durch Strahlung, Energiebilanz, Erdtemperatur bei Abwesenheit jeglichen Treibhauseffektes, Einfluss der Atmosphäre) Weshalb sind manche Gase Treibhausgase, andere Gase nicht? (Elektronegativität, Polarität, molekulare Schwingungen) IR-Strahlungsspektrum der Erde, Absorption von CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, FCKWs und H <sub>2</sub> O Keeling-Kurve Mögliche Folgen des menschengemachten Klimawandels (ökologisch, wirtschaftlich, sozial) Das Paläoklima der Erde (Schwerpunkt Pleistozän und Holozän, Rückschluss auf Temperaturen und CO <sub>2</sub> -Gehalte der erdgeschichtlichen



	<p>Vergangenheit, Eiszeiten und Milankovic-Zyklen, Bedeutung von Rückkopplungen und Kippunkten)</p> <p>Rückkopplungen und mögliche Kippunkte im menschengemachten Klimawandel (Eis-Albedo, Wasserlöslichkeit von Treibhausgasen, Methanfreisetzung, Wasserdampfrückkopplung)</p> <p>Treibhausgasemissionen (nach Gasen und Quellen)</p> <p>Möglichkeiten zur Begrenzung der globalen Erwärmung (Verbleibendes CO<sub>2</sub>-Budget, 2° bzw. 1,5° Ziel und erforderliche Emissionspfade)</p> <p>Methoden der Energieerzeugung und ihre Auswirkungen auf den Treibhauseffekt (Kohle, Erdöl, Erdgas, Kernenergie, Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie, Geothermie)</p> <p>CO<sub>2</sub> Abscheidung und Speicherung</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – unbenotet schriftliche Abschlussprüfung (45 min) 100%
Medienformen:	Lehrvideos auf YouTube, wöchentliche Besprechungen der Lehrvideos
Literatur	<p>Mojib Latif: Klimawandel und Klimadynamik. Ulmer, Stuttgart</p> <p>Sechster Sachstandsbericht des IPCC (AR6), 2022</p> <p>David Nelles, Christian Serrer: Kleine Gase – Große Wirkung: Der Klimawandel. BPB, Bonn 2019</p>

Modulbezeichnung:	<b>WPF Konstruktionstechnik für die Materialwissenschaften</b>						
Studiensemester:	5. Semester						
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann						
Dozent(in):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann						
Sprache:	Deutsch						
Zuordnung zum Curriculum	WPF im 5. Sem. B.Sc. Nachhaltige Chemie und Materialien und B.Sc. Naturwissenschaftliche Forensik						
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus: V/Ü: 3 SWS						
Arbeitsaufwand:	<table> <tr> <td>Präsenzstunden</td> <td>Eigenstudium</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Summe total: 90 Stunden</td> </tr> </table>	Präsenzstunden	Eigenstudium	45	45	Summe total: 90 Stunden	
Präsenzstunden	Eigenstudium						
45	45						
Summe total: 90 Stunden							
Kreditpunkte	3 ECTS						
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine						
Empfohlene Voraussetzungen:	Bestandenes Modul Festkörpermechanik						
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können technische Zeichnungen und Stücklisten lesen und verstehen, Einsatzbereiche und Grenzen der gängigsten Maschinenelemente benennen und erklären sowie einfache Dimensionierungen der gängigsten Maschinenelemente vornehmen,</p> <p>indem sie die grundlegenden Prinzipien von Konstruktionstechnik, Technischer Mechanik und Werkstoffkunde und die einschlägigen Dimensionierungsrichtlinien sachgerecht anwenden können,</p> <p>um mit den erworbenen Kompetenzen die Auswahl und ggf. die weitere Bearbeitung geeigneter Werkstoffe für die betreffenden Maschinenelemente vorzunehmen und die betreffenden Maschinenelemente betriebssicher zu dimensionieren sowie bei Schadensfällen Aussagen dazu zu treffen, ob die aufgetretenen Schadensfälle durch mangelhafte Werkstoffgüte, nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch oder fehlerhafte Konstruktion verursacht worden sind.</p>						
Inhalt:	<p>Einführung in die Erstellung und das Lesen technischer Zeichnungen und Stücklisten</p> <p>Konstruktionsmethodik</p> <p>Gestaltungsrichtlinien</p> <p>grundlegende Verbindungs- und Maschinenelemente (Toleranzen und</p>						

	Passungen, Wälzlager, Welle-Nabe-Verbindungen, Klebeverbindungen, Schweißverbindungen, Schrauben).
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – benotet schriftliche Abschlussprüfung (45 min) 100%
Medienformen:	Tafelanschrieb
Literatur	Roloff / Matek: "Maschinenelemente", Vieweg Verlag.

Modulbezeichnung:	<b>WPF Projektmanagement</b>
Studiensemester:	5. Semester
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann
Dozent(in):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	WPF im 5. Sem. aller B.Sc. Studiengänge
Lehrform/SWS	Die Lehrinheit besteht aus: Teamarbeit: 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden                  Eigenstudium 45    45 Summe total: 90 Stunden
Kreditpunkte	3 ECTS
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden können die Wichtigkeit der inneren Organisation eines Projektteams, der gründlichen Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation von Projektmeetings, der vorausschauenden Planung von Terminen und gegenseitigen Abhängigkeiten verschiedener Teilbereiche eines Projekts und natürlich auch des Projektabschlussfestes auf den zu erwartenden Erfolg eines Projektteams beurteilen, indem sie die grundlegenden Vorgehensweisen und typischen Werkzeuge des Projektmanagements kennen und in der Planung, Vorbereitung und Durchführung des Karrierefórum Angewandte Naturwissenschaften anwenden, um mit den erworbenen Kompetenzen im Berufsalltag auf Projektleiter- und –mitarbeiterebene zielführend in Projektteams zu arbeiten.
Inhalt:	Eigenarten des Arbeitens an Projekten und in Projektteams Typische Aufgabenverteilungen in einem Projektteam Effizientes vorbereiten und leiten von Projektmeetings Effiziente Dokumentation von Projektmeetings Werkzeuge des Projektmanagements Gantt-Diagramme Planung, Vorbereitung und Durchführung des Karrierefórum Angewandte Naturwissenschaften

Studien-/Prüfungsleistungen:	Regelmäßige aktive Mitarbeit
Medienformen:	Regelmäßige Teammeetings
Literatur	M. Johnson, Projektmanagement für Einsteiger, CreateSpace Independent Publishers, 2018.

Modulbezeichnung:	<b>WPF Scientific Photography</b>										
Studiensemester:	5. Semester										
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann										
Dozent(in):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann										
Sprache:	Englisch										
Zuordnung zum Curriculum	WPF im 5. Sem. aller B.Sc.-Studiengänge										
Lehrform/SWS	Die Lehrinheit besteht aus: V/P: 3 SWS										
Arbeitsaufwand:	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Präsenzstunden</th> <th>Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V: 30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>P: 15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Summe: 45</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Summe total: 90 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>	Präsenzstunden	Eigenstudium	V: 30	30	P: 15	15	Summe: 45	45	Summe total: 90 Stunden	
Präsenzstunden	Eigenstudium										
V: 30	30										
P: 15	15										
Summe: 45	45										
Summe total: 90 Stunden											
Kreditpunkte	3 ECTS										
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine										
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundvorlesung Physik (Wellen- und Strahlenoptik)										
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Vorlesung: Die Studierenden können die Einflüsse von unterschiedlicher fotografischer Ausrüstung (wie z.B. Sensorgröße, Brennweiten, Lichtstärke, Filter) und unterschiedlichen Aufnahmeeinstellungen (wie z.B. Weißabgleich, Belichtungsparameter) auf ein aufzunehmendes Foto beurteilen, indem sie aus den grundlegenden Prinzipien von Wellen- und Strahlenoptik die Wirkung der eingesetzten fotografischen Ausrüstung und der angewendeten Aufnahmeeinstellungen unter anderem auf die Abbildungsschärfe, die Bewegungsunschärfe, die Schärfentiefe, die erreichbare Vergrößerung, die Farbwirkung und die Möglichkeiten der digitalen Nachbearbeitung quantifizieren können, um mit den erworbenen Kompetenzen in einem wissenschaftlichen Kontext aussagefähige Fotos aufzunehmen</p>										
Inhalt:	<p>Vorlesung: Gesetzmäßigkeiten optischer Perspektiven Abbildungen mit einer Camera Obscura Gesetzmäßigkeiten der Abbildung mit Linsen Einflussgrößen auf die Belichtung</p>										

	<p>Wellenoptik (Snellius'sches Brechungsgesetz, Beugung, maximale Schärfe eines Objektivs)</p> <p>Strahlenoptik (Gauß'sche Linsengleichung, Bestimmungsgleichung für die Schärfentiefe)</p> <p>Werkzeuge für die und Besonderheiten der Makrofotografie</p> <p>Licht (additive und subtraktive Farbmischung, Weißabgleich, Polarisation)</p> <p>Algorithmen für das Schärfen von Fotos</p> <p>Linsefehler (chromatische und sphärische Aberration, Astigmatismus, Koma, Streulicht, Bedeutung von Linsenbeschichtungen)</p> <p>Panoramafotografie</p> <p>Einführung in die Bildbearbeitung mit den Programmen Darktable und Hugin</p> <p>Praktikum:</p> <p>In 14-tägigem Rhythmus Fotoaufgaben aus den Bereichen Sport-, Nacht-, Makro-, Portrait-, Landschaft-, Still Life, Architektur- und Straßenfotografie</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – benotet schriftliche Abschlussprüfung (45 min) 100%
Medienformen:	Tafelanschrieb, Beamerpräsentationen, Besprechungen der Fotoaufgaben
Literatur	<p>Scientific Photography and Applied Imaging, Focal Press</p> <p>M. Gmelch, S. Reineke: Durchblick in Optik: Mit Phänomenen, Formeln und Fragen zum Verständnis, Springer Berlin, 2019</p>

Modulbezeichnung:	<b>WPF Werkstoffauswahl und Leichtbau</b>	
Studiensemester:	4./5. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann	
Dozent(in):	Prof. Dr. Michael Heinzelmann	
Sprache:	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum	WPF im 4. Sem. Nachhaltige Chemie und Materialien WPF Naturwissenschaftliche Forensik	
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus: V/Ü/P: 3 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 15	15
	Ü: 15	15
	P: 15	15
	Summe: 45	45
	Summe total: 90 Stunden	
Kreditpunkte	3 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Lehrveranstaltungen in Festkörpermechanik sowie Struktur und Eigenschaften der Materialien	
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Vorlesung: Die Studierenden können</p> <p>die für Leichtbaukonstruktionen wesentlichen Mechanismen des mechanischen Versagens von Bauteilen beschreiben,</p> <p>die rechnerische und/oder experimentelle Ermittlung der diese Versagensmechanismen beschreibenden Beanspruchungsgrößen und Werkstoffwiderstände beschreiben sowie</p> <p>die für die Zwecke des Leichtbaus relevanten Bubble-charts verstehen und anwenden,</p> <p>indem sie die grundlegenden Prinzipien der Festkörpermechanik sachgerecht auf Fragestellungen des Leichtbaus anwenden können, wie bei</p> <p>der Berechnung von Leichtbaukennzahlen,</p> <p>der Dimensionierung von knick- oder beul gefährdeten Komponenten,</p> <p>der Dimensionierung von Hängebrücken und</p> <p>der Berücksichtigung der Kerbwirkung unter Einfluss von high cycle oder low cycle fatigue,</p> <p>um mit den erworbenen Kompetenzen</p> <p>Leichtbaukonstruktionen beanspruchungsgerecht zu dimensionieren und</p> <p>die für ein gegebenes Einsatzprofil geeignetsten Werkstoffe auszuwählen.</p>	



Inhalt:	<p>Vorlesung &amp; Übung:          Leichtbaukennzahlen, Bubble Charts          Versagen durch elastische Instabilität (Knicken sowie Beulen)          Seilstatik          Schwingfestigkeit und Kerbwirkung          Praktikum: Pappbrückenwettbewerb</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung – benotet schriftliche Abschlussprüfung 75%          Ergebnis des Pappbrücken-Tragfähigkeitstestes 25%</p>
Medienformen:	<p>Lehrvideos auf YouTube, wöchentliche Besprechungen der Lehrvideos</p>
Literatur	<p>M.F. Ashby: Materials Selection in Mechanical Design, Elsevier, 2016.          B. Klein, T. Gänsicke: Leichtbau-Konstruktion, Springer-Vieweg, 2019.</p>