

# **Modulhandbuch**

zum

## **Bachelorstudiengang - Angewandte Chemie SPO2019**

*(bei Studienstart ab WS 2019/2020)*

Mit dem Abschluss *Bachelor of Science*

Nürnberg, 24.09.2025

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 PFLICHTMODULE DES BACHELORSTUDIENGANGS .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Modulbezeichnung – Gemeinsame Fächer 1. Studienphase (1.-3. Semester) .....</b>	<b>4</b>
1.1.1 Laborpraxis & Stöchiometrie (B1) .....	4
1.1.2 Allgemeine Chemie (B2) .....	7
1.1.3 Mathematik (B3) .....	9
1.1.4 Physik (B4) .....	11
1.1.5 Grundlagen der Chemischen Thermodynamik (B5) .....	13
1.1.6 Grundlagen der Organischen Chemie (B6) .....	15
1.1.7 Quantitative Analytische Chemie (QAC) (B7) .....	17
1.1.8 Computeranwendungen in der Chemie (B8) .....	19
1.1.9 Anorganische Stoffchemie (B9) .....	21
1.1.10 Grundlagen der Elektrochemie und Chemische Reaktionskinetik (B10) .....	24
1.1.11 Organische Reaktionsmechanismen und Stoffchemie (B11) .....	26
1.1.12 Grundoperationen der Chemischen Technik (B12) .....	29
1.1.13 Grundlagen der Instrumentellen Analytik (B13) .....	31
1.1.14 Grundlagen der Biochemie und Biologie (B14) .....	33
1.1.15 Überfachliche Schlüsselkompetenzen (B15a) .....	36
1.1.16 Ingenieurenglisch (B15b) .....	38
<b>1.2 Modulbezeichnung – Gemeinsame Fächer 2. Studienphase (4. - 6. Semester) .....</b>	<b>39</b>
1.2.1 Organische Synthesechemie (B16) .....	39
1.2.2 Phasengleichgewichtsthermodynamik (B17) .....	41
1.2.3 Wahlpflichtmodul 1 (BW18, siehe Katalog Wahlpflichtmodule Abschnitt 2.1) .....	43
1.2.4 Wahlpflichtmodul 2 (BW19, siehe Katalog Wahlpflichtmodule Abschnitt 2.1.5) .....	43
1.2.5 Projektarbeit (B20) .....	43
1.2.6 Bachelorarbeit (B21) .....	45
1.2.7 Betriebliche Praxis (B30, B30a, B30b) .....	47
1.2.8 Externes Praktikum - Praxissemester (B31, B31a, B31b) .....	52
<b>1.3 Modulbezeichnung – Fächer 2. Studienabschnitt (Studienrichtung Biochemie).....</b>	<b>54</b>
1.3.1 Synthese-Praktikum für Biochemiker (B22BC) .....	54
1.3.2 Bioverfahrenstechnik (B23BC) .....	56
1.3.3 Mikrobiologie (B24BC) .....	58
1.3.4 Kinetik für Biochemiker (B25BC) .....	60
1.3.5 Bioanalytik (B26BC) .....	62
1.3.6 Biochemie für Fortgeschrittene (B27BC) .....	64
1.3.7 Instrumentelle Bioanalytik (B28BC) .....	66
<b>1.4 Modulbezeichnung – Fächer 2. Studienabschnitt (Studienrichtung Chemie) .....</b>	<b>68</b>
1.4.1 Synthese für Chemiker (B22CH) .....	68
1.4.2 Strukturaufklärung in der Organischen Chemie (B23CH) .....	71
1.4.3 Anorganische Chemie für Fortgeschrittene (B24CH) .....	73
1.4.4 Kinetik (B25CH) .....	76

1.4.5	Instrumentelle Analytik für Fortgeschrittene (B26CH).....	78
1.4.6	Chemische Feststoffverfahrenstechnik (CFVT) (B27CH) .....	81
1.4.7	Makromolekulare Chemie und Kunststofftechnik (B28CH) .....	83
<b>1.5</b>	<b>Modulbezeichnung – Fächer 2. Studienabschnitt (Studienrichtung Technische Chemie) .....</b>	<b>85</b>
1.5.1	Synthese-Praktikum für Technische Chemiker (B22TC) .....	85
1.5.2	Prozess- und Wärmelehre (B23TC) .....	87
1.5.3	Thermische Trennverfahren und Simulation (B24TC).....	90
1.5.4	Kinetik (B25TC) .....	93
1.5.5	Chemische Reaktionstechnik (B26TC) .....	95
1.5.6	Fluidmechanik (B27TC).....	97
1.5.7	Mechanische Verfahrenstechnik (B28TC) .....	99
1.5.8	Prozessanalytik (B29TC) .....	101
<b>2</b>	<b>WAHLFLICHTMODULE .....</b>	<b>102</b>
<b>2.1</b>	<b>Wahlpflichtmodule 1 - Wintersemester (BW18) .....</b>	<b>102</b>
2.1.1	Anorganische Biochemie (BW18).....	102
2.1.2	Numerische Strömungsmechanik (Fakultät VT) (BW18).....	104
2.1.3	Thermische Analyse und Rheologie (BW18) .....	105
2.1.4	Chemie mit Python (BW18).....	108
2.1.5	Pharmaanalytik (BW18) .....	110
2.1.6	Energieeffizienz (Fakultät VT) (BW18).....	112
2.1.7	Chemische Prozess-Simulation mit ASPEN PLUS (Fakultät VT) (BW18) .....	113
2.1.8	Einführung in Molecular Modelling für Anwender (BW18) .....	115
2.1.9	Grundlagen der Produktformulierung (BW18) .....	118
2.1.10	Immunchemie (BW18) .....	120
<b>2.2</b>	<b>Wahlpflichtmodule 2 - Sommersemester (BW19) .....</b>	<b>122</b>
2.2.1	Aspekte des Scale-up von Batch-Prozessen (BW19) .....	122
2.2.2	Ausgewählte Kapitel der Biotechnologie (BW19) .....	124
2.2.3	Metallorganische Chemie: Synthese, Katalyse und Materialanwendungen (BW19).....	126
2.2.4	Grundlagen der Prozessentwicklung und -bewertung (BW19).....	128
2.2.5	Stoffdatenmodellierung mit Aspen Plus (BW19) .....	130
2.2.6	CO <sub>2</sub> -Fußabdruck: Analyse, Bewertung und Reduktion (BW19).....	132
2.2.7	Naturstoffe – Isolierung, Strukturaufklärung, Synthese (BW19) .....	134

## 1 Pflichtmodule des Bachelorstudiengangs

### 1.1 Modulbezeichnung – Gemeinsame Fächer 1. Studienphase (1.-3. Semester)

#### 1.1.1 Laborpraxis & Stöchiometrie (B1)

Modultitel	Laborpraxis & Stöchiometrie	Modul-Nr.	B1
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. D. Troegel		
Dozent*in	Prof. Dr. Hummert, Prof. Dr. Troegel, Dr. Alfaro Blasco, Dipl.-Chem. Chameko (Lehrbeauftragter), Dipl.-Ing.(FH) Klos (Lehrbeauftragte)		
Nummer im Studienplan	B1	Pflichtmodul	X
Regelsemester	1 (WS)	Wahlpflichtmodul	
Lehrform		Art	SWS
Laborpraxis (B1a)	Prof. Dr. Hummert Prof. Dr. Troegel Dr. Alfaro Blasco Dipl.-Chem. Chameko Dipl.-Ing. (FH) Klos	Pr/Sem	4
Stöchiometrie (B1b)	Dr. Alfaro Blasco	SU/Sem	2
Summe			6
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20		
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle
Laborpraxis (B1a)	52 Stunden	68 Stunden	3 schriftliche Kolloquien (m.E.) zu einzelnen Versuchstagen; Versuchsprotokolle zu allen Versuchen / m.E.
Stöchiometrie (B1b)	26 Stunden	34 Stunden	Schriftliche Klausur 90 min / m.E.
Summe	<b>Gesamt: 180 Stunden</b>		
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde		
Eingangsvoraussetzungen	Pr: Sicherheitsbelehrung; gültige Labor-Haftpflichtversicherung		
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Grundkenntnisse in der Allgemeinen und Anorganischen Chemie (Vorkurs Chemie oder Lehrbuch C. E. Mortimer; Chemie - das Basiswissen der Chemie; Georg Thieme Verlag; Kap. 1 – 4).		
Lernziel	Der/die Studierende soll in der Lage sein, selbstständig und sicher einfache Arbeiten im Labor durchzuführen. Dazu gehören: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abwiegen von Substanzen, Volumenbestimmung, richtige Benutzung der wichtigsten Glaslaborgeräte</li> <li>- Herstellen von Lösungen</li> <li>- sicherer Umgang mit Säuren und Laugen</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Praktisches Beherrschen von einfachen Reaktionstypen (Lösungs- und Fällungs-, Komplex-, Säure-Base- und Redoxreaktionen) in Lösungen und Schmelzen anhand einfacher Beispiele;</li> <li>- Fähigkeit, die experimentellen Ergebnisse vor dem theoretischen Hintergrund qualitativ und quantitativ zu interpretieren;</li> <li>- Kennen der Eigenschaften und Gefahren der wichtigsten Laborchemikalien; Ermittlung von Gefahrstoffdaten</li> <li>- Richtiges Entsorgen von Laborchemikalien unter Berücksichtigung der zugehörigen Gefahrstoffdaten</li> <li>- Berechnen von Konzentrationen, Gehaltsangaben und Mischungsverhältnissen</li> <li>- Aufstellen von Reaktionsgleichungen, Bilanzieren von chem. Reaktionen</li> </ul>
<b>Inhalt Laborpraxis Praktikum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerätekunde der wichtigsten Apparate und Glasgeräte im chem. Labor;</li> <li>- Einfache praktische Grundoperationen im Labor: Erhitzen, Wiegen, Volumenmessung, Lösungsoperationen, Extraktion, Filtration, Zentrifugation, Kristallisation</li> <li>- Lösungsreaktionen; Komplex- und Fällungsreaktionen; Säure-Base-Reaktionen; Redoxreaktionen;</li> <li>- Herstellen und Handhabung von Lösungen festgelegter Konzentrationen unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften;</li> <li>- Erstellen von Protokollen zu allen Versuchen</li> </ul>
<b>Inhalt Stöchiometrie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentale Gesetze der Stöchiometrie, insbesondere Massenerhaltung und Erhaltung der Elementbilanz.</li> <li>- Konzentrationsangaben von Mischungen und Lösungen, Berechnungen und gegenseitiges Überführen der Größen; Mischungsrechnungen mit und ohne Dichteänderung</li> <li>- Bilanzieren chemischer Reaktionen (einfache und komplexe, u.a. Redoxgleichungen)</li> <li>- Einführung der Begriffe Umsatzgrad, Ausbeute und Reaktionsfortschritt mit praktischen Beispielen</li> <li>- Bilanzieren von Reaktionen mit nicht-stöchiometrischem Einsatz der Reaktanden</li> <li>- Bilanzieren von chemischen Reaktionen mit Gleichgewichtsbedingung (Löslichkeitsprodukt, Gleichgewichtsreaktionen)</li> </ul> <p>Im Rahmen des seminaristischen Unterrichts werden Übungsaufgaben gerechnet und besprochen. Parallel zur Vorlesung findet ein freiwilliges Tutorium statt, dass durch erfahrene Studierende begleitet wird. Dort werden Übungsaufgaben besprochen.</p>
<b>Literatur</b>	<p>Laborpraxis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- B. P. Kremer, H. Bannwarth; Einführung in die Laborpraxis; Springer Spektrum Verlag, Berlin/Heidelberg, 3. Aufl. 2014</li> <li>- G. Jander, E. Blasius; Einführung in das anorganisch-chemische</li> </ul>

	<p>Praktikum; S. Hirzel-Verlag, Stuttgart, 15. Aufl: 2005</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Skriptum zum Praktikum</li> <li>- eLearning / Moodle-Kurs „B01a Laborpraxis“</li> </ul> <p>Stöchiometrie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- P. Nylen, N. Wigren, G. Joppien; Einführung in die Stöchiometrie; Steinkopff-Verlag, Darmstadt, 2003</li> <li>- E. Aust; B. Bittner: Chemisches Rechnen - Stöchiometrie; Cicerio-Verlag, Pegnitz 2017</li> <li>- eLearning / Moodle-Kurs „B1b Stöchiometrie“</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Für die Abschlussprüfung in Stöchiometrie können im laufenden Semester durch Teilnahme an einem freiwilligen Zwischentest Bonuspunkte gesammelt werden (bis zu 10 Punkte), die auf die Punkte in der Abschlussprüfung (max. 100 Punkte) angerechnet werden</p> <p>Zum Praktikum wird ein begleitendes, verpflichtendes Seminar (2 SWS) angeboten, in welchem die theoretischen Inhalte zu den Versuchen vermittelt werden. Diese Inhalte werden im Rahmen von drei schriftlichen Kolloquien als Eingangsvoraussetzungen für die zugehörigen Praktikumstage abgeprüft (m.E.). Sowohl die Inhalte des praktikumsbegleitenden Seminars als auch die des Praktikums selber werden durch digitale Zusatzmaterialien ergänzt (eLearning/Moodle-Kurs „B01a Laborpraxis“)</p>
<b>Kontakt</b>	<p><a href="mailto:maria.alfaroblasco@th-nuernberg.de">maria.alfaroblasco@th-nuernberg.de</a>  <a href="mailto:markus.hummert@th-nuernberg.de">markus.hummert@th-nuernberg.de</a>  <a href="mailto:dennis.troegel@th-nuernberg.de">dennis.troegel@th-nuernberg.de</a></p>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	23.07.2025

### 1.1.2 Allgemeine Chemie (B2)

<b>Modultitel</b>	<b>Allgemeine Chemie</b>			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B2</b>				
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. M. Hummert</b>								
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. Hummert								
<b>Nummer im Studienplan</b>	B2	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>				
<b>Regelsemester</b>	1 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>							
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>				
	Prof. Dr. Hummert	SU	8	8					
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum								
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>		<b>Leistungskontrolle</b>					
	104 Stunden	136 Stunden		schrP 120 min / Note					
<b>Summe</b>	<b>Gesamt: 240 Stunden</b>								
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde								
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Keine								
<b>Empfohlene Eingangsvo-raussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundkenntnisse in der Allgemeinen und Anorganischen Chemie</li> <li>- Vorkurs Chemie</li> </ul>								
<b>Lernziele</b>	<p>Die Studierenden kennen grundlegende Konzepte der allgemeinen, organischen, anorganischen, physikalischen Chemie und Biochemie. Anhand kleiner Moleküle verstehen sie zentrale chemische Prinzipien und können diese am Ende des Moduls anwenden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Den Aufbau von Materie und Atomhülle mit verschiedenen Modellen (z. B. Orbitaltheorie) beschreiben.</li> <li>- Die Einteilung der Elemente und deren Stellung im Periodensystem mit dem elektronischen Aufbau der Atome in Beziehung zu setzen, sowie ihre Eigenschaften als Molekülbaustein einzuschätzen.</li> <li>- Chemische Bindungen mit verschiedenen Theorien erklären und einfache Molekülorbitale ableiten.</li> <li>- Die Grundkonzepte der chemischen Thermodynamik und Kinetik chemischer Reaktionen zu kennen und einfache Berechnungen auszuführen.</li> <li>- Reaktionen kontrollieren und auf Labor- sowie Industrieprozesse übertragen, inklusive Sicherheitsaspekten und sicheren Umgang mit Gefahrenstoffen.</li> <li>- Reaktivität mithilfe zentraler Konzepte (Säure-Base, Redox, Komplexbildung, Gleichgewichte) vorhersagen und die Gleichgewichtslage beeinflussen.</li> <li>- Molekülstrukturen vorherzusagen und makroskopische Stoffeigenschaften der Materie auf Basis der Bindungsmodelle zu erklären.</li> <li>- Primärdaten zu analysieren, interpretieren und daraus einfache Beziehungen abzuleiten, sowie sprachlich korrekt zu argumentieren.</li> <li>- Die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von KI-gestützten Tools im Kontext chemischer Fragestellungen kritisch zu beurteilen.</li> <li>- Ethische Fragestellungen und Beispiele historische Verantwortungskonflikte der Chemie benennen.</li> </ul>								

<b>Inhalt</b>	Historische Entwicklung der Chemie, Konventionen & Normen, Erscheinungsformen der Materie, Verbindungen und Gemische, Trennprinzipien; Aggregatzustände, Phasenübergänge, kinetische Gastheorie, Entstehung des Drucks, ideale & reale Gase, Gasgesetze; Energie & -umwandlungen, Temperatur & Wärme, thermodynamische Systeme, Reaktionsenergie & -enthalpie, Bindungsenergien, Entropie, Triebkräfte und Freiwilligkeit chem. Reaktionen; Atombauusteine und ihre Eigenschaften, Entwicklung des Atommodells, Isotope, Kernreaktionen, Radioaktivität; Elektromagnetische Wellen & Interferenz, Anregungen der Elektronenhülle, Quantenmechanische Modelle, Quantenzahlen, Atomorbitale des Wasserstoffs; Mehrelektronenatome, Aufbauprinzip & Magnetismus, Struktur des Periodensystems, periodische Eigenschaften, Einteilung der Elemente & Bindungstypen; Ionenbildung, Ionenradien, Gitterstrukturen, Born-Haber-Kreisprozess, Löslichkeit von Salzen, Übergang zu kovalenten Molekülen; Konzept der kovalenten Bindung, Valenz-Bindungstheorie, Lewis-Strukturen, Mesomerie & Delokalisation, polare Bindungen, reaktive Zentren & Substituenten-Effekte, intermolekulare Bindungen; VSEPR-Modell, Molekülstruktur, Bindung & Hybridorbitale im Methan, Hybridisierung in ungesättigten Molekülen & Elektronenmangelverbindungen, Beteiligung von d-Orbitalen; Überlappung von Atomorbitalen, Bildung & Deutung von Molekülorbitalen, polare kovalente Bindungen, $\pi$ -Bindungen, Mehrzentren-Bindung, lineare & cyclisch konjugierte Systeme, elektronische Effekte & Reaktivität, Bändermodell & Bindung in Metallen, Halbleiter; Reaktionsgeschwindigkeit, Zeitgesetze, Reaktionsordnungen, Übergangszustände, Aktivierungsenergie, Metastabilität, Katalyse, Herleitung des Massenwirkungsgesetzes; der Gleichgewichtszustand & seine Dynamik, Gleichgewichtskonstante, Ausbeutemaximierung, Prinzip des kleinsten Zwanges, Löslichkeitsprodukt, quantitative Beschreibung; Säuren- / Basenkonzepte, Anhydride, Ionenprodukt des Wassers, quantitative Größen, schwache Elektrolyte, Salzlösungen, Puffer-Systeme, Säurestärke & Molekülstruktur, Lewis-Theorie, HSAB-Konzept; Aufbau & Struktur von Metallkomplexen, Chelatkomplexe, Komplexstabilität, Modelle zur Erklärung von Magnetismus & Farbigkeit, Ligandenfeldtheorie, MO-Theorie bei $\sigma$ -Komplexen, $\pi$ -Komplexe; Elektrochemische Vorgänge, Merkmale der Elektrochemie, Zellspannungen, Entstehung von Potentialen, Standard-Elektrodenpotenzial, Spannungsreihe, Nernst-Gleichung, Batterien, Elektrolyse, Korrosion & Korrosionsschutz.
<b>Literatur</b>	E. Riedel, C. Janiak; Anorganische Chemie; De Gruyter, 10. Aufl. (2022). C. E. Mortimer; Chemie – Das Basiswissen der Chemie; Thieme Verlag, 13. Aufl. (2019). M. Binnewies, et al. Allgemeine und Anorganische Chemie; Springer Spektrum Verlag, 3. Aufl. (2016).
<b>Besonderheiten</b>	Während der Lehrveranstaltung werden Übungsaufgaben behandelt. Im Rahmen der Vorlesungen werden Simulationen verwendet und virtuelle Experimente vorgeführt, bzw. von Studierenden selber durchgeführt. Begleitend zur Vorlesung wird ein Podcast in englischer Sprache angeboten. Parallel zur Vorlesung findet ein freiwilliges Tutorium statt, dass durch erfahrene Studierende begleitet wird. Darin werden die erarbeiteten Grundlagen vertieft und Übungsaufgaben besprochen.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:markus.hummert@th-nuernberg.de">markus.hummert@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	23.7.2025

### 1.1.3 Mathematik (B3)

<b>Modultitel</b>	<b>Mathematik</b>		<b>Modul-Nr.</b>	<b>B3</b>		
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. Matthias Börger (Fakultät AMP)</b>					
<b>Dozent*in</b>	<b>Prof. Dr. Matthias Börger (Fakultät AMP)</b>					
<b>Nummer im Studienplan</b>	B3	<b>Pflichtmodul</b>		<b>X</b>		
<b>Regelsemester</b>	1 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>				
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>		
Vorlesung		SU	6	6		
Übungen		Ü	2	2		
Summe			8	8		
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20					
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>			
Vorlesung	78 Stunden	102 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts und der Übungen.			
Übungen	26 Stunden	34 Stunden				
<b>Summe</b>	<b>104 Stunden</b>	<b>136 Stunden</b>	<b>Gesamt: 240 Stunden</b>			
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde					
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>						
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>						
<b>Lernziel</b>	Verständnis für Methoden der Mathematik und Befähigung diese zur Lösung typischer Fragestellungen der Chemie anzuwenden.					
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematische Grundlagen: Zahlenmengen, elementare Rechnungen, Gleichungen und Ungleichungen</li> <li>- Lineare Algebra: elementare Vektorrechnung, Matrizen und Determinanten, lineare Gleichungssysteme</li> <li>- Analysis: Folgen und Summen, Funktionen in einer und mehreren Variablen, Differenzial- und Integralrechnung, Taylorentwicklung, gewöhnliche Differenzialgleichungen 1. Ordnung (Trennung der Variablen, Variation der Konstanten), gewöhnliche lineare Differenzialgleichungen 2. Ordnung</li> <li>- Deskriptive Statistik</li> </ul>					
<b>Literatur</b>	- Brunner, G., Brück, R.: Mathematik für Chemiker, Springer Spektrum					

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cramer, E., Neslehova, J.: Vorkurs Mathematik, Springer Spektrum</li><li>- Jüngel, A., Zachmann, H.: Mathematik für Chemiker, Wiley Verlag</li><li>- Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Vieweg</li><li>- Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler – Anwendungsbeispiele, Springer Vieweg</li><li>- Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler – Klausur- und Übungsaufgaben, Springer Vieweg</li></ul>
<b>Besonderheiten</b>	
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:matthias.boerger@th-nuernberg.de">matthias.boerger@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	03.07.2024

#### 1.1.4 Physik (B4)

Modultitel	Physik	Modul-Nr.	B4					
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Oliver Natt							
Nummer im Studienplan	B4	Pflichtmodul	X					
Regelsemester	1 (WS)	Wahlpflichtmodul						
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)	Aufteilung			
Vorlesung	Dozent*in Fakultät AMP	SU	6	6				
Seminar	Dozent*in Fakultät AMP	Sem	2	2				
Summe			8	8				
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Sem:</b> Seminar Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Sem:</b> 20							
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle					
Vorlesung	78 Stunden	102 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts und des Seminars.					
Seminar	26 Stunden	34 Stunden						
Summe	<b>104 Stunden</b>	<b>136 Stunden</b>	<b>Gesamt: 240 Stunden</b>					
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
Eingangsvoraussetzungen								
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen								
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis für physikalische Vorgänge.</li> <li>- Fähigkeit diese Vorgänge mathematisch zu beschreiben, Anwendungen abzuleiten und aus der Beobachtung spezieller Vorgänge allgemeine Zusammenhänge zu erkennen.</li> <li>- Sinn für Größenordnungen.</li> <li>- Fähigkeit, Schnittstellen zur Chemie zu beschreiben.</li> <li>- Praktische Erfahrung im Umgang mit Versuchsanordnungen zur Messung physikalischer Größen.</li> <li>- Erkennen und Bewältigen messtechnischer Probleme.</li> </ul>							
Inhalt Vorlesung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorspann: Definition und Messung von physikalischen Größen; SI-System</li> <li>- Mechanik: Kinematik eines Massepunktes; Dynamik eines Massepunktes (Newton'sche Axiome, Kraft und Impuls, Arbeit und Energie, Impulserhaltung und Stoßgesetze); Drehbewegungen.</li> <li>- Schwingungslehre: Ungedämpfte und gedämpfte Schwingung; erzwungene Schwingungen</li> </ul>							

	<p>und Resonanz; Schwebungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wellenlehre: Eigenschaften; Ausbreitung von Wellen; Energiedichte und Energie-transport; Überlagerung von Wellen.</li> <li>- Optik: Strahlenoptik: Reflexion, Brechung, Abbildungsgesetze; Wellenoptik: Beugung an Spalt und Gitter.</li> <li>- Grenzen der klassischen Physik: Photoeffekt; Wärmestrahlung; Bohrsches Atommodell; Welle-Teilchen-Dualismus.</li> </ul> <p>Unterrichtsbegleitend werden Übungsaufgaben aus einer individuell zusammengestellten Aufgabensammlung gerechnet.</p>
<b>Inhalt Seminar</b>	In Gruppen von maximal 20 Personen werden begleitend zum Stoff der Vorlesung Versuche durchgeführt und gemeinsam ausgewertet. Dabei soll zum einen der Vorlesungsstoff vertieft werden, zum anderen werden die Methoden zur Auswertung von Experimenten vermittelt und geübt. Dies betrifft insbesondere die Fehlerrechnung und das korrekte Erstellen graphischer Auftragungen. Wenn möglich sollte das Seminar an 6 Terminen à 4 Stunden stattfinden, die gleichmäßig über das Semester verteilt sind.
<b>Literatur</b>	<p>Unterricht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipler, Mosca: Physik für Studierende der Naturwissenschaften und Technik. Springer.</li> <li>- Koch, Halliday: Halliday Physik. Wiley-VCH.</li> <li>- Harten: Physik - Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Springer.</li> </ul> <p>Übungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mills: Arbeitsbuch zu Tipler/Mosca, Physik. Springer.</li> <li>- Koch, Halliday: Arbeitsbuch Halliday Physik. Wiley-VCH.</li> </ul> <p>Seminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Möhrke, Runge: Arbeiten mit Messdaten. Springer.</li> </ul>
<b>Sonstige Besonderheiten</b>	
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:oliver.natt@th-nuernberg.de">oliver.natt@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	12.08.2024

### 1.1.5 Grundlagen der Chemischen Thermodynamik (B5)

<b>Modultitel</b>	Grundlagen der Chemischen Thermodynamik			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B5</b>		
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. D. Sachsenheimer</b>						
<b>Dozent*in</b>	siehe Angaben unter Lehrform						
<b>Nummer im Studienplan</b>	B5	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>		
<b>Regelsemester</b>	2 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>					
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>		
	Prof. Dr. Sachsenheimer	SU	3	4	---		
	Prof. Dr. Sachsenheimer	Ü	1				
<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum							
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>				
Vorlesung	42 Stunden	50 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min / Note				
Übungen	14 Stunden	14 Stunden	Test in Moodle				
Summe	<b>56 Stunden</b>	<b>64 Stunden</b>					
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>						
<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Keine						
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Module des 1. Fachsemesters						
<b>Lernziel</b>	Die Studierenden werden in die Grundzusammenhänge der chemischen Thermodynamik eingeführt und lernen, wie sich mit Hilfe thermodynamischer Zustandsgrößen die Eigenschaften von Stoffsystemen beschreiben lassen. In den Übungen erlangen Sie die Kompetenz, physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten der chemischen Thermodynamik auf typische Fragestellungen der Chemie anzuwenden.						
<b>Inhalte</b>	1. Einführung 2. Ideales Gas 3. Totales Differential 4. Hauptsatz der Thermodynamik 5. Energieumsatz bei chemischen Reaktionen 6. Entropiebegriff und 2. Hauptsatz 7. Entropie als Zustandsfunktion 8. Prozesse mit idealen Gasen 9. Reale Systeme 10. Prozesse mit realen Gasen 11. Fundamentalgleichungen 12. Thermodynamik der Gleichgewichte						

<b>Literatur</b>	Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.
<b>Besonderheiten</b>	Es findet ein Tutorium statt, in dem Übungsaufgaben gerechnet werden.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:dirk.sachsenheimer@th-nuernberg.de">dirk.sachsenheimer@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	03.02.2024

### 1.1.6 Grundlagen der Organischen Chemie (B6)

Modultitel	Grundlagen der Organischen Chemie			Modul-Nr.	B6		
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. Stefan Heuser						
Dozent*in	Prof. Dr. Stefan Heuser						
Nummer im Studienplan	B6	Pflichtmodul			X		
Regelsemester	2 (SS)	Wahlpflichtmodul					
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)	Aufteilung		
Vorlesung	Prof. Dr. S. Heuser	SU	3	4			
Übungen	Prof. Dr. S. Heuser	Ü	1				
	SU: Seminaristischer Unterricht; Ü: Übung; S: Seminar; Pr: Praktikum						
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle				
Vorlesung	42 Stunden	40 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min / Note				
Übungen	14 Stunden	24 Stunden					
Summe	<b>56 Stunden</b>	<b>64 Stunden</b>					
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>						
	WS: 13 Wochen Lehre; SS: 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde						
Eingangsvoraussetzungen							
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	B2 Allgemeine Chemie						
Lernziel	<p><u>Kenntnis</u> der theoretischen Grundlagen der org. Chemie, der wichtigsten Reaktionsmechanismen, der reaktiven Zwischenstufen, der Stereochemie und der molekularen Topologie. Kenntnis der wichtigsten Stoffgruppen und deren Nomenklatur. Aromatizität und Reaktionen an aromatischen Systemen.</p> <p>Der Studierende wird nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage sein, einfache chemische Originalliteratur zu lesen und vertiefenden Fächern wie „Biochemie“, „Organische Reaktionsmechanismen und Stoffchemie“ und „Organische Synthesechemie“ zu folgen. Des Weiteren erlangt der Studierende die Fähigkeit, grundlegende mechanistische und sicherheitsrelevante Aspekte bei der Durchführung chemischer Experimente im Rahmen des OC-Praktikums zu verstehen und zu bewerten.</p>						
Inhalt	<p>Beschreibung der Elektronenstruktur von organischen Molekülen mit Hilfe der Valenzbond- und der MO-Methode.</p> <p>Behandlung der Topologie von Molekülen: Konstitution, Konformation, relative und absolute Konfiguration.</p> <p>Nomenklatur der wichtigsten Stoffgruppen.</p> <p>Reaktive Zwischenstufen (Carbokationen, Radikale, Carbanionen) und davon ausgehend Einführung in die wichtigsten Reaktionsmechanismen:</p>						

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nucleophile Substitutionen</li><li>- Eliminierungen,</li><li>- elektrophile Substitutionen am Aromaten,</li><li>- elektrophile, radikalische und nucleophile Addition an CC-Doppelbindungen</li><li>- nucleophile Addition an die CO-Doppelbindung</li><li>- Grundlagen der Enolatchemie</li><li>- Reaktionen von Carbonsäuren und ihren Derivaten</li></ul>
<b>Literatur</b>	P. Bruice; <i>Organische Chemie</i> ; Pearson Verlag K.P.C. Vollhardt, N.E. Schore; <i>Organische Chemie</i> ; Wiley-VCH Verlag
<b>Besonderheiten</b>	
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:Stefan.heuser@th-nuernberg.de">Stefan.heuser@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	23.07.2025

### 1.1.7 Quantitative Analytische Chemie (QAC) (B7)

Modultitel	Quantitative Analytische Chemie	Modul-Nr.	B7				
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. B. Götzinger						
Dozent*in	Prof. Dr. Götzinger (Vorlesung und Praktikum) Praktikum: Prof. Dr. Götzinger, Prof. Dr. Gerhardt, Dr. Maria Alfaro-Blasco						
Nummer im Studienplan	B7	Pflichtmodul		X			
Regelsemester	2 (SS)	Wahlpflichtmodul					
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)			
Vorlesung	Prof. Dr. Götzinger	SU	2	6			
Praktikum	Prof. Dr. Götzinger Prof. Dr. Gerhardt Dr. Maria Alfaro-Blasco	Pr	4				
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20						
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium		Leistungskontrolle			
Vorlesung	28 Stunden	62 Stunden		90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts und des Praktikums.			
Praktikum	56 Stunden	34 Stunden		Mündliches Kolloquium an jedem Versuchstag, Anfertigung von Protokollen zu jedem Versuch.			
<b>Summe</b>	<b>84 Stunden</b>	<b>96 Stunden</b>		<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde			
	<b>Gesamt:180 Stunden</b>						
Eingangsvoraussetzungen	Pr: Sicherheitsunterweisung						
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Grundkenntnisse in Allgemeiner- und Anorganischer Chemie Pr: Bestehen der Module <i>Laborpraxis und Stöchiometrie (B1)</i> sowie <i>Allgemeine Chemie (B2)</i>						
Lernziel	Erlernen der Theoretischen Grundlagen zur Quantitativen Analytischen Chemie. Anwendung der erworbenen Kenntnisse auf die Praxis der Quantitativen Analytischen Chemie.  Die Studierenden werden mit den klassischen maßanalytischen Methoden der analytischen Chemie vertraut gemacht: Gravimetrie, Säure-Basen-Titrationen, Redox-Titrationen, Fällungstitrationen, Komplexometrie, Ionenaustauscher.  Die Studierenden erlernen grundlegende analytische Arbeitsweisen und						

	<p>Fertigkeiten für exaktes analytisches Arbeiten im Labor, Quantifizierung nach DIN-Methoden, Fehlererkennung und Fehlerberechnung, Grundlagen der statistischen Datenauswertung, Anfertigung ingenieurmäßiger Protokolle sowie Recherche und Handhabung von Gefahrstoffhinweisen und sicheren Umgang mit Gefahrstoffen im Labor.</p> <p>Die Studierenden erhalten eine Einführung, wie sie ihren Lernprozess und ihre Texterstellung mittels KI-Tools unterstützen können.</p>
<b>Inhalt Vorlesung</b>	<p>Fehlerbetrachtung und Statistik, quantitative Behandlung von chemischen Gleichgewichten wie Säure-Base Gleichgewichten, Fällungsreaktionen und Löslichkeitsprodukt, Komplexbildung, Indikationsmethoden (Farbstoffe, Potentiometrie, Leitfähigkeit), Redoxtitrationen</p> <p>Volumetrische Analysenverfahren und gravimetrische Methoden, sowie spezielle Methoden in der Volumetrie. Bestimmungsverfahren nach DIN-Vorschriften</p>
<b>Inhalt Praktikum</b>	<p>Wäge- und Pipettierversuche, Quantitative Bestimmung von ausgegebenen Analysenlösungen nach vorgegebenen Methoden und Erstellung von Analysenprotokollen zu den jeweils durchgeführten Versuchen.</p>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- D.C. Harris – Lehrbuch der Quantitativen Analyse, Springer Spektrum, 8. Auflage (2014)</li> <li>- Jander/Jahr – Massanalyse, De Gruyter Verlag, 18. Auflage (2012)</li> <li>- U.R. Kunze, G. Schwedt – Grundlagen der quantitativen Analyse, Wiley-VCH, 6. Auflage (2009)</li> <li>- G. Schwedt – Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2. Auflage (2008)</li> <li>- M. Otto – Analytische Chemie, Wiley-VCH, 4. Auflage (2011)</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Vorlesungsfolien, Übungs- und Vorbereitungsaufgaben, Praktikumsskripte sowie weitere digitale Inhalte werden in den jeweiligen Moodle-Kursen zur Verfügung gestellt.</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:birgit.goetzinger@th-nuernberg.de">birgit.goetzinger@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	26.02.2025

### 1.1.8 Computeranwendungen in der Chemie (B8)

Modultitel	Computeranwendungen in der Chemie	Modul-Nr.	B8	
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. P. Brüggemann			
Dozent*in	Prof. Dr. P. Brüggemann Prof. Dr. C. Busse Dr. M. Alfaro Blasco Prof. Dr. M. P. Elsner			
Nummer im Studienplan	B8	Pflichtmodul	X	
Regelsemester	2 (SS)	Wahlpflichtmodul		
Lehrform		Art	SWS	
Vorlesung	Prof. Dr. P. Brüggemann	SU	1	
Übung	Prof. Dr. P. Brüggemann Dr. M. Alfaro Blasco Prof. Dr. C. Busse Prof. Dr. M. P. Elsner	Ü	3	
	SU: Seminaristischer Unterricht; Ü: Übung; S: Seminar; Pr: Praktikum Max. Gruppengrößen: SU 80; Ü: 25			
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle	
Vorlesung	14 Stunden	46 Stunden	Praktische Leistungs-kontrollen am Rechner	
Übung	42 Stunden	48 Stunden		
<b>Summe</b>	56 Stunden	94 Stunden		
	<b>Gesamt: 150 Stunden</b>			
	WS: 13 Wochen Lehre; SS: 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde			
Eingangsvoraussetzungen				
Empfohlene Eingangsvoraus-setzungen	Mathematik (B4)			
Lernziel	<p>Die Studenten werden befähigt, physikalisch-chemisch-technische Problemstellungen mathematisch zu formulieren, in einen Lösungsalgorithmus zu übertragen, und diesen in einer Tabellenkalkulation (Excel) sowie mit Hilfe einer Programmiersprache (Python) zu lösen.</p> <p>Die Studierende sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messdaten aus der chemisch-technischen Praxis mit geeigneten numerischen Methoden zu analysieren, mit adäquaten physikalischen Modellen zu beschreiben und die Modelle zu bewerten</li> </ul>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Gleichungen mit Hilfe einer Tabellenkalkulation oder eigener Programmierung zu lösen</li> <li>• Lineare Gleichungssystem zu lösen</li> <li>• Funktionen aus der chemischen Praxis numerisch zu differenzieren</li> <li>• Differentialgleichungen numerisch zu lösen</li> </ul>
<b>Inhalt</b>  Seminaristischer Unterricht	<p>Arbeitsweise einer Tabellenkalkulation:</p> <p>Relative und absolute Bezüge; Diagramme; Anwendung wichtiger Tabellenfunktionen aus Mathematik und Statistik;</p> <p>Erstellen benutzerdefinierter Funktionen;</p> <p>Regressionstechniken mit linearen und nichtlinearen Modellen;</p> <p>Programmiertechniken in Verbindung mit der Tabellenkalkulation;</p> <p>Anwendung numerischer Verfahren zur Auswertung von Messdaten und zur Berechnung bzw. Simulation physikalisch-chemischer und technischer Vorgänge, insbesondere das Lösen linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme; Matrizenoperationen; numerische Differentiation und Lösen von Differentialgleichungen</p> <p>Grundlagen der numerischen Integration</p>
<b>Inhalt</b>  Übung	Die Inhalte des Unterrichtsstoffes werden an physikalisch-chemisch-technischen Beispielen von den Studierenden direkt am Rechner mit Excel erarbeitet.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Kofler; Excel programmieren. Anwendungen erstellen mit Visual Basic für Applikationen; Addison-Wesley Verlag, 7.Auflage 2007</li> <li>• U. Schweitzer; Messdatenanalysen mit Excel; Franzis Verlag, 2001</li> <li>• H. J. Berndt, B. Kainka; Messen, Steuern und Regeln mit Word &amp; Excel; Franzis Verlag 3.Auflage 2006.</li> <li>• E. J. Billo; Excel for Chemists; Wiley-VCH Verlag, 1998</li> <li>• C. Fleischauer; Excel in Naturwissenschaft und Technik; Addison-Wesley Verlag 2.Auflage, 1999</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Skript, Übungen und Musterlösungen werden im Intranet zur Verfügung gestellt</p> <p>Zur erfolgreichen Teilnahme am Modul ist der nachgewiesene Besuch von mindestens 90% der Übungstermine nötig.</p> <p>Semesterbegleitend finden zu 3 Terminen praktische Leistungskontrollen am Rechner statt, ergänzt um kurze mündliche Kolloquien</p>
<b>Kontakt</b>	philipp.brueggemann@th-nuernberg.de
<b>Datum der letzten Änderung</b>	09.09.2025

### 1.1.9 Anorganische Stoffchemie (B9)

Modultitel	Anorganische Stoffchemie	Modul-Nr.	B9	
Modulverantwortlicher	<b>Prof. Dr. D. Troegel</b>			
Dozent*in	Prof. Dr. Hummert, Prof. Dr. Troegel, Dipl.-Chem. Chameko (Lehrbeauftragter)			
Nummer im Studienplan	B9	Pflichtmodul	X	
Regelsemester	2 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>		
Lehrform		Art	SWS	
Vorlesung	Prof. Dr. Troegel	SU	4	
Praktikum	Prof. Dr. Hummert Prof. Dr. Troegel Dipl.-Chem. Chameko	Pr/Sem	4	
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20			
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle	
Vorlesung	56 Stunden	64 Stunden	Schriftliche Klausur zu den Inhalten der Vorlesung, 120 min / Note	
Praktikum	56 Stunden	34 Stunden	5 schriftliche Kolloquien (m.E.) zu einzelnen Versuchstagen; Versuchsprotokolle zu allen Versuchen; m.E.	
<b>Summe</b>	112 Stunden	98 Stunden		
	<b>Gesamt: 210 Stunden</b>			
<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde				
Eingangsvoraussetzungen	Pr: Sicherheitsbelehrung; gültige Labor-Haftpflichtversicherung			
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Teilnahme an und erfolgreicher Abschluss der Module B1 und B2			
Lernziel	Aufbauend auf den in Modul B2 vermittelten Inhalten sollen die Studierenden vertieft in die anorganische Stoffchemie, vor allem die Elemente der Hauptgruppen, eingeführt werden. Die Studierenden sind nach Abschluss dieses Moduls in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>• anhand des Periodensystems der Elemente chemische Eigenschaften, Strukturen und Reaktionen der Elemente und ihrer Verbindungen abzuleiten und für chemische Fragestellungen anzuwenden,</li> </ul>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Elemente der Hauptgruppen und ausgewählter Nebengruppen mit ihren charakteristischen Eigenschaften und Anwendungen zu kennen,</li> <li>• den räumlichen Aufbau von Molekülen und Festkörpern zu beschreiben und vorherzusagen,</li> <li>• einfache Struktur-Wirkungsbeziehungen zwischen dem molekularen Aufbau chemischer Elemente und Verbindungen und den resultierenden Eigenschaften und Reaktivitäten herzuleiten und anzuwenden,</li> <li>• wichtige industrielle Verfahren zur Herstellung der Elemente und ihrer Verbindungen ausgehend von mineralischen Rohstoffen zu beschreiben und in Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit einzuschätzen,</li> <li>• Anwendungsfelder der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen zu benennen und umgekehrt für verschiedene Anwendungszwecke geeignete Verbindungen/Produkttypen auszuwählen,</li> <li>• chemische Alltagsphänomene zu verstehen und zu beschreiben,</li> <li>• Qualitative Analyse von Salzen und Salzgemischen durch Anwendung des Trennungsganges für Kationen und Anionen;</li> <li>• Fähigkeit, einfache anorganische Präparate herzustellen und die Versuche zu protokollieren</li> </ul>
<b>Inhalt</b> Seminaristischer Unterricht	Chemie der Hauptgruppenelemente („Stoffchemie“): Aufbau des Periodensystems der Elemente; Häufigkeiten der Elemente; Eigenschaften und Vorkommen der Elemente; Herstellung der Elemente; wichtige Verbindungen/Verbindungsklassen der Elemente; Anwendungen von Hauptgruppenelementverbindungen; ausgewählte industriell relevante Prozesse und Produkte; Vertiefung der Grundlagen zur chemischen Bindung; Strukturen von Metallen und ionischen Verbindungen. In den begleitenden Übungseinheiten innerhalb der Vorlesung werden die erarbeiteten Grundlagen durch beispielhafte Aufgaben vertieft.
<b>Inhalt</b> Praktikum / Seminar	Qualitative anorganische Analyse: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachweise ausgewählter Kationen und Anionen der wichtigsten Gruppen anorganischer Salze gemäß dem Trennungsgang;</li> <li>- Ausgabe unbekannter Substanzen und Salzgemische;</li> <li>- Bestimmen dieser Substanzen und Ionen durch qualitative Analyse;</li> <li>- qualitative Analyse einer technischen Legierungsprobe</li> </ul>

<b>Literatur</b>	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- E. Riedel/ C. Janiak: Anorganische Chemie, 9. Auflage, de Gruyter, Berlin/Boston (2015)</li> <li>- Holleman / Wiberg; Anorganische Chemie – Band 1: Grundlagen und Hauptgruppenelemente, 103. Auflage, de Gruyter, Berlin/New York (2016)</li> <li>- M. Binnewies, et al. Allgemeine und Anorganische Chemie; Spektrum Akademischer Verlag, 1. Aufl. (2003)</li> <li>- W. Ternes: Biochemie der Elemente, 1. Auflage, Springer Spektrum, Berlin/Heidelberg (2013)</li> <li>- U. Böhme: Anorganische Chemie für Dummies, 3. Auflage, Wiley-VCH, Weinheim (2019)</li> <li>- H. Sicius: Handbuch der chemischen Elemente, Springer, Berlin (2021)</li> <li>- E. Riedel, C. Janiak: Übungsbuch Allgemeine und Anorganische Chemie, 3. Aufl., de Gruyter, Berlin/München/Boston (2015)</li> </ul> <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- W. Werner; Qualitative Anorganische Analyse; Deutscher Apotheker Verlag, 4. Aufl. (2006)</li> <li>- E. Schweda: Jander/Blasius, Anorganische Chemie I – Theoretische Grundlagen und Qualitative Analyse; S. Hirzel-Verlag, Stuttgart, 18. Aufl. (2016)</li> <li>- Skriptum zum Praktikum</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Die Inhalte der Vorlesung werden durch digitale Zusatzmaterialien ergänzt (eLearning/Moodle-Kurs „B09a Anorganische Stoffchemie“)</p> <p>Zum Praktikum wird ein begleitendes, verpflichtendes Seminar (2 SWS) angeboten, in welchem die theoretischen Inhalte zu den Versuchen vermittelt werden. Diese Inhalte werden im Rahmen von fünf schriftlichen Kolloquien als Eingangsvoraussetzungen für die zugehörigen Praktikumstage abgeprüft (m.E.).</p> <p>Für die Abschlussprüfung zur Vorlesung können im laufenden Semester durch Teilnahme an den verpflichtenden Kolloquien zum Praktikum Bonuspunkte gesammelt werden (bis zu 10 Punkte), die auf die Punkte in der Abschlussklausur angerechnet werden.</p> <p>Sowohl die Inhalte des praktikumsbegleitenden Seminars als auch die des Praktikums selber werden durch digitale Zusatzmaterialien ergänzt (eLearning/Moodle-Kurs „B09b Anorganische Stoffchemie Praktikum“)</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:dennis.troegel@th-nuernberg.de">dennis.troegel@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	16.07.2025

### 1.1.10 Grundlagen der Elektrochemie und Chemische Reaktionskinetik (B10)

<b>Modultitel</b>	<b>Grundlagen der Elektrochemie und chemischen Reaktionskinetik</b>			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B10</b>		
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. D. Brüggemann</b>						
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. P. Brüggemann, Prof. Dr. D. Sachsenheimer						
<b>Nummer im Studienplan</b>	B10	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>		
<b>Regelsemester</b>	3 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>					
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>		
Vorlesung	Dr. Brüggemann	SU	3	4			
Übung	Dr. Brüggemann	Ü	1				
<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum							
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>		<b>Leistungskontrolle</b>			
Vorlesung	39 Stunden	48 Stunden		Schriftliche Prüfung 90 min / Note			
Übung	13 Stunden	20 Stunden					
<b>Summe</b>	<b>52 Stunden</b>	<b>68 Stunden</b>					
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>						
<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Keine						
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Module des 1. und 2. Fachsemesters						
<b>Lernziel</b>	Die Studierenden werden auf Basis der chemischen Thermodynamik (Modul B5) in die Grundzusammenhänge der Elektrochemie und auf Basis einfacher Geschwindigkeitsgesetze in die chemische Reaktionskinetik eingeführt. In Übungen erlangen sie die Kompetenz die physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten der Elektrochemie und der Reaktionskinetik auf typische Fragestellungen der Chemie anzuwenden.						
<b>Inhalte</b>	1) Einführung des elektrischen Potentials (EMK, Elektroden- bzw. Zellpotential) als Äquivalent zur freien Enthalpie für Redoxreaktionen; Diskussion galvanischer und elektrolytischer Prozesse und des Aufbaus elektrochemischer Zellen; Leitfähigkeit von Elektrolyten. 2) Einführung in die chemische Reaktionskinetik: Diskussion einfacher (0., 1., 2. Ordnung) und „komplexer“ Geschwindigkeitsgesetze (Gleichgewichts-, Parallel- und Folgereaktionen, vorgelagertes Gleichgewicht); Formalkinetik und Molekularität, Auswertung kinetischer Messungen durch Integral- und Differentialmethode; Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstante (Arrhenius).						
<b>Literatur</b>	<b>Unterricht:</b> P.W. Atkins; Physikalische Chemie; Wiley-VCH Verlag						

	<b>Übungen:</b> P.W. Atkins, C.A. Trapp; Arbeitsbuch zur Physikalischen Chemie, Lösungen zu den Aufgaben; Wiley-VCH Verlag
<b>Besonderheiten</b>	Folien und weitere Unterlagen zur Vorlesung, Übungsaufgaben und deren Lösungen, sowie vorangegangene Prüfungen mit ihren Lösungen stehen in Form von PDF-Files im Moodle zur Verfügung; Im Rahmen der Übungsstunden werden Aufgaben gerechnet. Parallel dazu findet zusätzlich ein Tutorium statt.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:philipp.brueggemann@th-nuernberg.de">philipp.brueggemann@th-nuernberg.de</a> <a href="mailto:dirk.sachsenheimer@th-nuernberg.de">dirk.sachsenheimer@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	09.09.2025

### 1.1.11 Organische Reaktionsmechanismen und Stoffchemie (B11)

<b>Modultitel</b>	Organische Reaktionsmechanismen und Stoffchemie	<b>Modul-Nr.</b>	<b>B11</b>				
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. J. Pesch</b>						
<b>Dozierende Personen</b>	Prof. Dr. J. Pesch / Prof. Dr.-Ing. Dominik Söthje						
<b>Nummer im Studienplan</b>	B11	<b>Pflichtmodul</b>	<b>X</b>				
<b>Regelsemester</b>	3 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>					
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>		
LV 1: Organische Reaktionsmechanismen	Prof. Dr. Pesch	SU	2	4			
LV 2: Grundlagen der Makromolekularen Chemie	Prof. Dr.-Ing. Söthje	SU	2				
<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum							
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>				
Vorlesung	52 Stunden	68 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min / Note				
<b>Summe</b>	<b>52 Stunden</b>	<b>68 Stunden</b>					
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>						
<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>							
<b>Empfohlene Eingangsvo-raussetzungen</b>	Modul B6 „Grundlagen der Organischen Chemie“						
<b>Lernziel</b>	<p>LV 1: Organische Reaktionsmechanismen Die Studierenden kennen die wichtigsten chemischen Eigenschaften verschiedener organischer Verbindung. Sie kennen einige ausgewählte Verfahren zur Herstellung verschiedener organischer Verbindungsklassen unter besonderer Berücksichtigung der Kriterien für eine nachhaltige, grüne Chemie. Sie haben ein vertieftes Wissen über die Reaktionsmechanismen, die diesen Verfahren zu Grunde liegen. Sie wissen, wie man Reaktionsmechanismen untersucht und können diese anhand von Molekülorbital-Wechselwirkungen, durch Strukturzeichnungen mit gebogenen Pfeilen und mit Fachworten formulieren.</p> <p>LV 2: Grundlagen der Makromolekularen Chemie Die Studierenden lernen die Grundzüge der Makromolekularen Chemie kennen. Kernthema ist die durch die Makromolekulare Chemie herstellbare Materialklasse der Polymere und die zu deren Herstellung benötigten Kenntnisse über die Polyreaktionen.</p> <p>Die Studierenden verfügen über ein breites Wissen zu den gängigen Begriffen Makromolekül, Polymer, Kunststoff und Silicon.</p> <p>Sie kennen den Zusammenhang zwischen der Struktur von Polymeren</p>						

	<p>und den daraus resultierenden Eigenschaften. Sie haben Kenntnisse darüber, wie die Eigenschaften der Polymere durch die Wahl der Polyreaktion beeinflusst wird.</p> <p>Sie verstehen, warum Polymere als vielfältige Werkstoffe für die moderne Technik von hoher Relevanz sind.</p>
	<p><b>LV 1: Organische Reaktionsmechanismen</b></p> <p>Das Hauptaugenmerk des ersten Teils dieser Lehrveranstaltung liegt auf der Vertiefung der folgenden Reaktionsmechanismen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radikalische Substitutionsreaktionen</li> <li>• Elektrophile, radikalische und nucleophile Additionsreaktionen an Verbindungen mit <math>\pi</math>-Bindungen</li> <li>• Nucleophile Substitutionsreaktionen am <math>sp^3</math>-hybridisierten Kohlenstoff</li> <li>• Eliminierungsreaktionen</li> <li>• Substitutionsreaktionen an benzoiden Aromaten</li> <li>• Additions- und Substitutionsreaktionen an Carbonyl-Gruppen</li> <li>• Grundbegriffe der Reaktionen von Enolen und Enolaten</li> <li>• Grundkonzepte konzertierter pericyclischer Reaktionen</li> <li>• Ausgewählte Oxidationsreaktionen an organischen Verbindungen</li> </ul>
<b>Inhalte</b>	<p>Es werden im Rahmen der vertieften Besprechung der genannten Reaktionsmechanismen verschiedene Konzepte zur Untersuchung von Reaktionsmechanismen mittels physikalischer und chemischer Methoden vorgestellt. Zur Beschreibung der Mechanismen werden das Molekülorbital-Modell und die Darstellung mit Strukturformeln und gebogenen Pfeilen verwendet. Der Einfluss der wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Verbindungsklassen der Alkane, Alkene, Alkine, der benzoiden Aromaten, der aromatischen und aliphatischen Halogenverbindungen, Alkohole, Ether, Aldehyde und Ketone, der Carbonsäuren und Carbonsäure-Derivate, der Amine und ausgewählter Organostickstoff-, Organoschwefel-, Organophosphor- und Organometall-Verbindungen werden dargestellt.</p> <p>An Beispielen zur klassischen und nachhaltigen Herstellung dieser Verbindungsklassen („Grüne Chemie“) z.B. im Bereich der Grund- und Plattformchemikalien, der Pharmawirkstoffe, der Consumer Care Produkte und an Beispielen zur Erläuterung von Funktionsprozessen und der Synthese von Sekundärmetaboliten in biologischen Systemen wird die Anwendbarkeit verdeutlicht.</p> <p><b>LV 2: Grundlagen der Makromolekularen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundbegriffe (Makromolekül, Polymer, Kunststoff, Silicon, Silazan, Silan, usw.)</li> <li>• Molekulare Architektur von Polymeren (Anordnung der Monomere, Kettenstruktur, Nomenklatur)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymerisationsgrad und Molmassenverteilung (Schulz-Flory-Verteilung, Poisson-Verteilung, Gel-Permeations-Chromatographie)</li> <li>• Kristallisation von Polymeren (Einflussfaktoren: Taktizität, sterische Hinderung und Konformation, Wechselwirkungen)</li> <li>• Struktur-Eigenschafts-Beziehungen (Übergangstemperaturen, Polymerklassen)</li> <li>• Grundlagen der Polyreaktionen (insbesondere Unterschiede von Ketten- und Stufenwachstumsreaktionen, freie radikalische Polymerisation von Vinylpolymeren, Polykondensation am Beispiel der Polyester, Polyaddition am Beispiel der Epoxidharze) und ablauende Reaktionsmechanismen</li> </ul>
Literatur	<p><b>C. Schmuck: Basisbuch Organische Chemie, ab 2. Aufl. 2018, Pearson Verlag. (Hauptlehrbuch für 1. Teil)</b></p> <p>J. Clayden, N. Greeves, S. Warren: <i>Organische Chemie</i>, ab 2. Aufl. 2013, Springer-Verlag.</p> <p>I. Fleming: <i>Molekülorbitale und Reaktionen organischer Verbindungen</i>, 1. Aufl. 2012, Wiley-VCH Verlag.</p> <p>P. Bruice: <i>Organische Chemie</i>, 8. Aktualisierte Aufl., Pearson Verlag.</p> <p>K. P. C. Vollhardt, N. E. Schore: <i>Organische Chemie</i>, Wiley-VCH Verlag.</p> <p>E. Breitmaier, G. Jung, <i>Organischen Chemie</i>, ab 6. Aufl. 2009, Thieme Verlag.</p> <p>R. Brückner, <i>Reaktionsmechanismen</i>; ab 2. Aufl. 2003, Springer-Spektrum Akad. Verlag.</p> <p>B. Tieke: <i>Makromolekulare Chemie</i>, ab 3. Auflage 2014, Wiley-VCH Verlag.</p> <p>D. Braun, H. Cherdron, M. Rehahn, H. Ritter, B. Voit: <i>Polymer Synthesis: Theory and Practice</i>, ab 5. Auflage 2013, Springer-Verlag.</p>
Besonderheiten	Es werden die Lehrinhalte des Moduls „Grundlagen der Organischen Chemie“ vorausgesetzt. Kursunterlagen und Zusatzmaterialien werden in den MOODLE-Kursen (ein Kurs je Lehrveranstaltungsteil) bereitgestellt.
Kontakt	<a href="mailto:jens.pesch@th-nuernberg.de">jens.pesch@th-nuernberg.de</a> , <a href="mailto:dominik.soethje@th-nuernberg.de">dominik.soethje@th-nuernberg.de</a>
Datum der letzten Änderung	09.09.2025

### 1.1.12 Grundoperationen der Chemischen Technik (B12)

<b>Modultitel</b>	Grundoperationen der Chemischen Technik			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B12</b>				
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. C. Busse</b>								
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. C. Busse Prof. Dr. M. P. Elsner Prof. Dr. P. Brüggemann								
<b>Nummer im Studienplan</b>	B12	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>				
<b>Regelsemester</b>	3 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>							
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>				
Vorlesung	Prof. Dr. C. Busse	SU	4	4					
Praktikum	Prof. Dr. C. Busse Prof. Dr. M. P. Elsner Prof. Dr. P. Brüggemann Dr. M. Alfaro Blasco	Pr	2	2					
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20								
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>		<b>Leistungskontrolle</b>					
Vorlesung	52 Stunden	68 Stunden		90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung, Übungen und des Praktikums					
Praktikum	26 Stunden	34 Stunden		Abschlusskolloquium über die Inhalte des Praktikums					
<b>Summe</b>	<b>78 Stunden</b>	<b>102 Stunden</b>							
	<b>Gesamt: 180 Stunden</b>								
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde								
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>									
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Erfolgreiche Teilnahme am Modul Computeranwendungen in der Chemie								
<b>Lernziel</b>	Kenntnis der Funktionsweise einer chemischen Fabrikationsanlage und deren formelle Beschreibung anhand normgerechter Abbildungen Bewertung ausgewählter Grundoperationen: Rohrströmungen und Pumpentechnik, Stofftrennung durch Destillation, Fluid-Fluid-Wärmeübertragung und Reaktortechnik für stöchiometrisch einfache Reaktionen. Erstellen und Lösen von Material- und Energiebilanzen chemisch-techni-								

	<p>scher Prozesse unter Berücksichtigung der Kenngrößen Umsatz, Selektivität und Ausbeute.</p> <p>Kenntnis der wichtigsten Rohstoffe und deren Verfügbarkeit im Hinblick auf eine nachhaltige Transformation der chemischen Industrie</p>
<b>Inhalt Vorlesung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbildungen chemischer Anlagen, Fließbilder, Mengen- und Energiestrombilder, Ablaufpläne</li> <li>• Verfahrenstechnische Grundoperationen und deren Funktionsweisen. Strömung von Fluiden in Rohrleitungen, Druckverlust und Anlagenkennlinien. Fördern von Flüssigkeiten, Pumpenbauformen und -kennlinien, Siedediagramme und Destillation.</li> <li>• Wärmebilanz stationärer Fluid-Fluid-Wärmeaustauscher.</li> <li>• Grundlagen der Material-Bilanzierung chemisch-technischer Prozesse unter Berücksichtigung der Kennzahlen Umsatz, Selektivität und Ausbeute.</li> <li>• Grundlagen der Reaktionskinetik und -technik.</li> </ul> <p>Im Rahmen der Vorlesungen werden Übungsaufgaben gerechnet.</p>
<b>Inhalt Praktikum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- praktischer Versuch zum Druckverlust und zur Absorption</li> <li>- praktischer Versuch zur Reaktionskinetik</li> <li>- praktischer Versuch zur destillativen Stofftrennung</li> </ul> <p>Jede Gruppe (2-3 Studierende) muss einen Versuch zur Absorption, zur destillativen Stofftrennung und zur Reaktionskinetik durchführen.</p>
<b>Literatur</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Behr, Agar, Jörissen, Vorholt; Einführung in die Technische Chemie; Springer Verlag; 3. Aufl. (2025)</li> <li>2. Baerns, Behr, Brehm, et al.; Technische Chemie; Wiley-VCH; 3. Aufl. (2023)</li> <li>3. E. Ignatowitz, Chemietechnik, Verlag Europa-Lehrmittel, 13. Aufl. (2022)</li> </ol>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Ein Skript zum Unterricht wird gestellt.</p> <p>Praktikumsunterlagen werden zur Verfügung gestellt.</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:corinna.busse@th-nuernberg.de">corinna.busse@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	04.08.2025

### 1.1.13 Grundlagen der Instrumentellen Analytik (B13)

<b>Modultitel</b>	<b>Grundlagen der Instrumentellen Analytik</b>			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B13</b>			
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. Birgit Götzinger</b>							
<b>Dozent*in</b>	Vorlesung: Prof. Dr. Götzinger, Prof. Dr. Lösel, Prof. Dr. Eichelbaum Praktikum: Prof. Dr. Götzinger, Prof. Dr. Eichelbaum							
<b>Nummer im Studienplan</b>	B13	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>			
<b>Regelsemester</b>	3 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>						
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>			
Vorlesung	Prof. Dr. Götzinger Prof. Dr. Lösel Prof. Dr. Eichelbaum	SU	4	5				
Praktikum	Prof. Dr. Götzinger Prof. Dr. Eichelbaum Prof. Dr. Gerhardt	Pr	4	3	4 Praktikumstage á 8 h			
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20							
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>					
Vorlesung	52 Stunden	98 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts und des Praktikums.					
Praktikum	52 Stunden	38 Stunden	Mündliches Kolloquium an jedem Versuchstag, Anfertigung von Protokollen zu jedem Versuch					
<b>Summe</b>	<b>104 Stunden</b>	<b>136 Stunden</b>						
	<b>Gesamt: 240 Stunden</b>							
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>				Pr: Sicherheitsunterweisung				
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>				Bestandenes Praktikum Quantitative Analytische Chemie (B7)				
<b>Lernziel</b>				Die Studierenden können moderne analytische Verfahren beschreiben und wissen um deren Anwendungsbereiche. Sie können die Standardmethoden zur Stoffidentifizierung und Stofftrennung anwenden. Sie beherrschen die Grundlagen und sind mit den Funktionsweisen zu instrumentellen analytischen Verfahren der spektroskopischen, elektrochemischen und chromatographischen Analytik (UV-VIS- und IR-Spektroskopie, Potentiometrie, Chromatographie; Massenspektrometrie) vertraut.				

	Durchführung gängiger und moderner Analysenverfahren im Bereich UV-VIS-spektroskopischer, potentiometrischer und chromatographischer instrumenteller Analytik. Vergleich und Bewertung der erlernten Analysenmethoden und Beurteilung ihrer Leistungsfähigkeit, statistische Verfahren der Datenauswertung, Strukturierung und Planung instrumenteller analytischer Verfahren.
<b>Inhalt Vorlesung</b>	Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung mit Materie: Photometrie, IR-, NIR- und Raman; Quantifizierung, Kalibrierung. Potentiometrie, Arten von Elektroden, Redoxtitrationen. weitere elektroanalytische Methoden, Chromatographische Trennmethoden mit Schwerpunkt auf den Gebieten der HPLC, IC, GC, GC-MS und DC inkl. Gerätetechnik und Grundlagen der Methodenentwicklung  Grundlagen der MS (Geräteaufbau, Ionisierungsarten, Fragmentierungsregeln)  Statistik und Datenauswertung (Hypothesentests, Kalibrierfunktionen und Linearitätstests, Nachweis- und Bestimmungsgrenze)
<b>Inhalt Praktikum</b>	Photometrische Konzentrationsermittlung mit Einstrahl- und Zweistrahl-Photometern sowie Lichtleiter-Photometer mit Tauchküvette inkl. Probenvorbereitung mittels Soxhlet-Extraktion. Automatisierte bzw. teilautomatisierte potentiometrische Konzentrationsbestimmungen mit unterschiedlichen Auswerteverfahren und deren Bewertung. Konzentrationsermittlung mit Redoxtitrationen, Kalibrierung von pH-Glaselektroden. Optimierung von chromatographischen bzw. gerätetechnischen Parametern in der HPLC, GC und DC. Kopplung der GC mit messspezifischen Detektoren. Grundlagen der Qualitätssicherung am Beispiel Trinkwasseranalyse.  Parallel zum Praktikum werden mündliche Kolloquien abgehalten.  Zum Bestehen müssen die vorgegebenen Versuche inkl. der anzufertigenden Protokolle und die damit verbundenen Kolloquien erfolgreich erledigt werden.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Harris, D. C., Lehrbuch der Quantitativen Analyse, Springer Spektrum, 8. Auflage (2014)</li> <li>- D.A. Skoog, F.J. Holler, S.R. Crouch – Instrumentelle Analytik, Springer-Verlag, 6. Auflage (2013)</li> <li>- Jander/Jahr – Massanalyse, De Gruyter Verlag, 18. Auflage (2012)</li> <li>- W. Bechmann, I. Bald – Einstieg in die physikalische Chemie für Nebenfächler, Springer Spektrum, 5. Auflage (2015)</li> <li>- G. Henze, R. Neub – Elektrochemische Analytik, Springer-Verlag (1986)</li> <li>- S. Benz, L. Bigler, T. Fox et al., Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie, 9. Auflage (2016)</li> <li>- H. Hug, Instrumentelle Analytik – Theorie und Praxis, Europa Lehrmittel Verlag, 3. Auflage (2015)</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben und Praktikumsskripte sowie weitere Inhalte werden in den jeweiligen Moodle-Kursen zur Verfügung gestellt.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:birgit.goetzinger@th-nuernberg.de">birgit.goetzinger@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	04.09.2025

### 1.1.14 Grundlagen der Biochemie und Biologie (B14)

<b>Modultitel</b>	<b>Grundlagen der Biochemie und Biologie</b>		<b>Modul-Nr.</b>	<b>B14</b>
<b>Modulverantwortliche Person</b>	Prof. Dr. R. Ebbert			
<b>Dozenten</b>	Prof. Dr. I. Horst, Prof. Dr. R. Ebbert			
<b>Nummer im Studienplan</b>	B14	<b>Pflichtmodul</b>		<b>X</b>
<b>Regelsemester</b>	2 (14a) / 3 (14b)	<b>Wahlpflichtmodul</b>		
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>
Biologie SU B14a	Prof. Dr. I. Horst	SU	2	2
Grundlagen der Biochemie SU B14b	Prof. Dr. Ebbert	SU	4	4
Grundlagen der Biochemie Pr B14c	Prof. Dr. Ebbert	Pr	2	2
<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20				
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>	
Biologie SU B14a	28 Stunden	32 Stunden	Schriftliche Prüfung 60 min/ Note	
Grundlagen der Biochemie SU B14b	52 Stunden	68 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min/ Note	
Grundlagen der Biochemie Pr B14c	26 Stunden	34 Stunden	Kolloquien zu den Versuchst. 2-4/ m.E., Protokolle Kurzvortrag am 5. Versuchstag	
<b>Summe</b>	<b>106 Stunden</b>	<b>134 Stunden</b>		
	<b>Gesamt: 240 Stunden</b>			
<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde				
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	SU: keine Pr: Sicherheitsbelehrung			
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Für B14a: keine Für B14b: Grundkenntnisse in der Organischen Chemie (entsprechend Modul B6, Grundlagen der Organischen Chemie).			
<b>Lernziel</b>	B14a (Biologie): Die Studierenden erwerben einen umfassenden Überblick über Aufbau und Eigenschaften von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende biologische Makromoleküle und den Einsatz in der (chemischen)			

	<p>Industrie benennen, Zellen und Viren unterscheiden und deren Bedeutung für die (chemische) Industrie/Biotechnologie erklären. Sie wissen, wie Prokaryoten aufgebaut sind und welche Massenchemikalien damit produziert werden. Weiterhin können sie erklären, wann Eukaryoten anstelle von Prokaryoten eingesetzt werden und welche Bedeutung diese haben. Sie können erklären, warum Cyanobakterien, Moose, Algen, Pflanzen und Photosynthese in der chemischen Industrie wichtig sind und wo bzw. warum Tiere in der Biotechnologie eingesetzt werden. Die Studierenden erkennen die Bedeutung der Evolution und wie gerichtete Evolution in der Industrie eingesetzt wird.</p> <p>Die Studierenden erkennen, wie wichtig das Thema Nachhaltigkeit in der Chemie ist. Die Studierenden können nach Abschluss des Moduls bewerten, welchen Beitrag die Biotechnologie für die Nachhaltigkeit in der Chemie leisten kann.</p> <p>B14b (Grundlagen der Biochemie): Die Studierenden erwerben einen umfassenden Überblick über Aufbau und Eigenschaften von Biomolekülen, Bau und wichtige Stoffwechselprozesse lebender Zellen und Schlüsselprozesse des Naturhaushalts. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende biochemische Vorgänge erfassen und einfache biochemische Fragestellungen eigenständig bearbeiten. Sie können im Labor mit Biomolekülen umgehen und selbstständig z.B. enzymatische Umsetzungen durchführen.</p>
<b>Inhalt Biologie (12a)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biologische Makromoleküle und der Einsatz in der (chemischen) Industrie; auch in Bezug zu einer nachhaltigen chemischen Industrie</li> <li>- Zellen und Viren: Welche Bedeutung haben diese für die (chemische) Industrie/Biotechnologie?</li> <li>- Prokaryoten: Wie sind sie gebaut und welche Massenchemikalien werden damit produziert?</li> <li>- Eukaryoten: Wann werden diese anstelle von Prokaryoten eingesetzt? Welche Bedeutung haben sie?</li> <li>- Cyanobakterien, Moose, Algen, Pflanzen und Photosynthese: Warum sind diese für die chemische Industrie so wichtig? Welche Rolle spielen sie für eine nachhaltige Chemie?</li> <li>- Tiere in der Biotechnologie: Wo werden sie eingesetzt und warum?</li> <li>- Evolution: Was bedeutet gerichtete Evolution und wofür wird dies in der Industrie eingesetzt? Inwiefern spielt die gerichtete Evolution eine Rolle bei der Nachhaltigkeit in der chemischen Industrie?</li> </ul>
<b>Inhalt Grundlagen der Biochemie SU (12b)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur und Funktion von Aminosäuren, Kohlenhydraten und Lipiden</li> <li>- Proteinstrukturen, Grundlagen der Enzymfunktion, Eigenschaften von Biomembranen</li> <li>- Grundlegende Stoffwechselkonzepte</li> <li>- Aufbau und Eigenschaften von Nukleinsäuren</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Replikation der DNA, Transkription und Proteinbiosynthese (Translation) in Prokaryonten</li> <li>- Kontrolle der Genexpression in Prokaryonten</li> </ul>
<b>Inhalt</b> <b>Grundlagen der Biochemie Praktikum (12b)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften von Aminosäuren und Proteinen</li> <li>- Pflanzliche Inhaltsstoffe (Charakterisierung und Trennung der Pigmente)</li> <li>- Nachweis verschiedener Kohlenhydrate</li> <li>- Wirkungsweise und Substrataffinität von Enzymen</li> <li>- Polymerasekettenreaktion (PCR)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Biologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- N.A. Campbell, J.B. Reece; <i>Biologie</i>; Pearson</li> <li>- B. Alberts et al.; <i>Lehrbuch der molekularen Zellbiologie</i>; Wiley-VCH Verlag</li> <li>- Brock <i>Mikrobiologie</i>; Pearson</li> </ul> <p>Grundlagen der Biochemie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L.Stryer; <i>Biochemie</i>; Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>- D. Voet, J.G. Voet, C.W. Pratt; <i>Biochemie</i>; Wiley-VCH Verlag</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Biologie: Vorlesungsunterlagen werden als PDF-Datei zur Verfügung gestellt. Zusätzlich werden Unterlagen über HAnS zur Verfügung gestellt.</p> <p>Grundlagen der Biochemie: Vorlesungsunterlagen werden als PDF-Datei und in vertonter Form als Video in Moodle zur Verfügung gestellt.</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:ronald.ebbert@th-nuernberg.de">ronald.ebbert@th-nuernberg.de</a> <a href="mailto:irmtraud.horst@th-nuernberg.de">irmtraud.horst@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	15.08.2025

### 1.1.15 Überfachliche Schlüsselkompetenzen (B15a)

Modultitel	Überfachliche Schlüsselkompetenzen	Modul-Nr.	B15a
Modulverantwortliche Person	Studiendekan		
Dozent*in	Dozent*innen der Hochschule und Lehrbeauftragte		
Nummer im Studienplan	B15a	Pflichtmodul	X
Regelsemester	2 (SS)	Wahlpflichtmodul	
Lehrform		Art	SWS
	Dozent*innen der TH Nürnberg	S	2
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 40		
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle
	28 Stunden	32 Stunden	mE
Gesamt	<b>Gesamt: 60 Stunden</b>		
	WS: 13 Wochen Lehre; SS: 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde		
Eingangsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	keine		
Lernziel	Die Studierenden sind nach dem Besuch der Veranstaltung in der Lage, verschiedene Theorien im Bereich „Soft Skills“, welche auf psychologischen und sozialwissenschaftlichen Theorien beruhen, zu verstehen und anzuwenden. Außerdem erlangen sie die Fähigkeit, Ihr Studium effektiv zu planen, zu strukturieren, sich selber zu motivieren und disziplinieren und ggf. geeignete Prioritäten zu setzen. Sie kennen mögliche berufliche Perspektiven nach dem Studium und können den Nutzen und die Anwendbarkeit der im Studium erhaltenen Kenntnisse und Fähigkeiten besser einschätzen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, eigene Literaturrecherchen durchzuführen sowie geeignete Datenbanken und beherrschen die Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens.		
Inhalt	Die Studierenden beschäftigen sich in einzelnen Seminarblöcken mit folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbstmanagement im Studium / Erfolgreiches Lernen (asynchron, Dozent: Prof. Dr. Dennis Troegel)</li> <li>- Präsentationstechniken (2 Termine, Dozent: Prof. Dr. Jens Pesch)</li> <li>- Bewerbung (asynchron, Dozent: Prof. Dr. Stefan Heuser)</li> <li>- Kommunikation (1 Termin, Dozent: Prof. Dr. Ronald Ebbert)</li> <li>- Motivation im Studium von Studierenden für Studierende (1 Termin, Dozent: Fachschaft AC)</li> <li>- Berufliche Chancen für Chemiker und Chemikerinnen (1 Termin: Dozent: Prof. Dr. Troegel)</li> <li>- Teamarbeit (2 Termine, Dozent: Prof. Dr. Holger Kaßner)</li> <li>- Datenbankrecherche + Literaturverwaltung (asynchron, Dozent:</li> </ul>		

	<p>Teaching Library)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Literaturrecherche mit SciFinder Scholar (1 Termin: Dozentin: Dr. Färber/CAS)</li><li>- Wissenschaftliches Arbeiten (2 Termine, Dozent: Prof. Dr. D. Sachsenheimer)</li></ul>
<b>Literatur</b>	
<b>Besonderheiten</b>	<p>Anwesenheitspflicht: Zur erfolgreichen Teilnahme am Modul ist der nachgewiesene Besuch von mindestens 80% der Termine nötig.</p> <p>Die vorherige Teilnahme an bestimmten Workshops der Future Skills Weeks (01.-15.03.2025) kann unter Vorlage des zugehörigen Teilnahmezertifikats auf die Anwesenheitspflicht angerechnet werden.</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:ac-studiendekan@th-nuernberg.de">ac-studiendekan@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	04.02.2025

### 1.1.16 Ingenieurenglisch (B15b)

Modultitel	Englisch (Ingenieurenglisch)	Modul-Nr.	B15b		
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. P. Brüggemann				
Dozent	Ryan Crisp				
Nummer im Studienplan	B15b	Pflichtmodul	X		
Regelsemester	2 (WS)	Wahlpflichtmodul			
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)	Aufteilung
Vorlesung		SU	2	2	
	SU: Seminaristischer Unterricht  Max. Gruppengrößen: SU 80; Ü: 25; S: 60; Pr: 20				
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle		
	26 Stunden	34 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min / m.E.		
Gesamt	<b>Gesamt: 60 Stunden</b>				
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde				
Eingangsvoraussetzungen					
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Kompetenzstufe B2 (reading, listening, speaking, writing, English in use)  Falls die Voraussetzungen für diese Lehrveranstaltung nicht erfüllt sind, so werden entsprechende Vorbereitungskurse am Language Center der Technischen Hochschule vor dem ersten Prüfungsantritt empfohlen.				
Lernziele	Die Studierenden sollen technisch sowie an der Chemie ausgerichtete Englisch-Kenntnisse erwerben, die den derzeit im internationalen Umfeld geforderten Qualifikationen entsprechen.  Die erworbenen Fertigkeiten entsprechen der Kompetenzstufe B2 des GER.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hörverständens-, Lese- und Antwortübungen</li> <li>- Zusammenstellung von sprachlichen Bausteinen zu englischen Sätzen</li> <li>- Mischung aus traditionellen und heutigen Themen werden behandelt, zum Beispiel Protokolle und Abstract erstellen, Green Chemistry, Bekämpfung der Luftbeschmutzung u.v.m.</li> </ul>				
Literatur	Das Lernmaterial wird den Studierenden über das E-Learning-Portal zur Verfügung gestellt.				
Besonderheiten	Interaktive Gestaltung				
Kontakt	<a href="mailto:ryan.crisp@th-nuernberg.de">ryan.crisp@th-nuernberg.de</a>				
Datum der letzten Änderung	09.09.2025				

## 1.2 Modulbezeichnung – Gemeinsame Fächer 2. Studienphase (4. - 6. Semester)

### 1.2.1 Organische Synthesechemie (B16)

<b>Modultitel</b>	<b>Organische Synthesechemie</b>		<b>Modul-Nr.</b>	<b>B16</b>
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. Stefan Heuser</b>			
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. Stefan Heuser			
<b>Nummer im Studienplan</b>	B16	<b>Pflichtmodul</b>		<b>X</b>
<b>Regelsemester</b>	5 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>		
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>
Vorlesung	Prof. Dr. Heuser	SU	4	6
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 40			
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>	
Vorlesung	54 Stunden	126 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min / Note	
	<b>Gesamt: 180 Stunden</b>			
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde			
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>				
<b>Empfohlene Eingangsvo-raussetzungen</b>	Grundlagen der Organischen Chemie B6			
<b>Lernziel</b>	<p>Grundsolide Ausbildung im Bereich der Organischen Chemie mit dem Ziel, Studenten zu sinnvollem Handeln zu befähigen, wo immer organische Moleküle zur Verwendung kommen (sowohl im Umgang mit Polymeren, Wirk- und Werkstoffen aller Art als auch in der Synthesepraxis im Bereich der Laborsynthese, der Entwicklung und Produktion).</p> <p>Der Studierende wird in diesem Modul befähigt, die Primär- und Sekundärliteratur der Organischen Synthese zu lesen, zu verstehen und entsprechend eigene Syntheseoperationen zu planen. Dazu gehört eine <u>solide</u> Kenntnis der Standardreaktionen der wichtigsten Stoffgruppen, der Methoden zur Herstellung enantiomerenreiner Moleküle und zur Erstellung eines Syntheseplans für einfache Moleküle.</p> <p>Der Studierende wird nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage sein, eigene einfache Synthesen zu planen, deren Ergebnisse zu bewerten und entsprechende Optimierungen in der Praxis vorzuschlagen.</p>			
<b>Inhalt</b>	Vermittlung der praxisrelevanten Reaktionen in der organischen Synthesechemie. Behandlung der Methoden zur Herstellung enantiomerenreiner Verbindungen. Einführung in die Retrosynthese. Behandlung der Synthesen praxisrelevanter Stoffgruppen.			
<b>Literatur</b>	P. Bruice; <i>Organische Chemie</i> ; Pearson Verlag K.P.C. Vollhardt, N.E. Schore; <i>Organische Chemie</i> ; Wiley-VCH Verlag			

	R. Brückner; <i>Reaktionsmechanismen</i> ; Spektrum Verlag
<b>Besonderheiten</b>	
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:Stefan.Heuser@th-nuernberg.de">Stefan.Heuser@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	23.07.2025

### 1.2.2 Phasengleichgewichtsthermodynamik (B17)

<b>Modultitel</b>	<b>Phasengleichgewichtsthermodynamik</b>			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B17</b>				
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. Dirk Sachsenheimer</b>								
<b>Dozent*in</b>	siehe Angaben unter Lehrform								
<b>Nummer im Studienplan</b>	B17	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>				
<b>Regelsemester</b>	5 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>							
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>				
Vorlesung	Prof. Dr. Sachsenheimer	SU	2	3					
Praktikum	Prof. Dr. Brüggemann Prof. Dr. Sachsenheimer	Pr	2	2	6 Versuche				
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 40								
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>		<b>Leistungskontrolle</b>					
Vorlesung	26 Stunden	64 Stunden		Schriftliche Prüfung 90 min / Note					
Praktikum	26 Stunden	34 Stunden		pro Versuch ein Kolloquium und Protokoll					
<b>Summe</b>	<b>52 Stunden</b>	<b>98 Stunden</b>							
	<b>Gesamt: 150 Stunden</b>								
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde								
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Praktikum: Bestandene Prüfungen „Grundlagen der Chem. Thermodynamik“ (B5) und „Grundlagen der Elektrochemie und chem. Reaktionskinetik“ (B10) oder Eingangskolloquium. Sicherheitsbelehrung ist obligatorisch.								
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Bestandene Module Grundlagen der Chemischen Thermodynamik (B5) und Grundlagen der Elektrochemie und chemischen Reaktionskinetik (B10)								
<b>Lernziel</b>	Im Rahmen der Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden ein vertieftes Verständnis zentraler Konzepte der chemischen Thermodynamik, insbesondere zur Beschreibung homogener Mischungen, heterogener Gleichgewichte mittels chemischen Potentials, Phasendiagrammen sowie thermodynamisch relevanter Grenzflächen. Sie wiederholen und festigen grundlegende Gesetzmäßigkeiten, verstehen deren physikalisch-chemische Bedeutung und sind in der Lage, diese auf typische Problemstellungen der angewandten Chemie anzuwenden. Durch Übungsaufgaben und experimentelle Arbeiten entwickeln sie die Fähigkeit, komplexe Gleichgewichtszustände zu analysieren, thermodynamische Modelle zu nutzen und Messergebnisse strukturiert auszuwerten und zu interpretieren.								
<b>Inhalt Vorlesung</b>	Konzepte der chemischen Thermodynamik (Wiederholung) Konzept: Beschreibung homogener Mischungen								

	Konzept: chemisches Potential zur Beschreibung von heterogenen Gleichgewichten Konzept: Phasendiagramme Konzept: Grenzflächen
<b>Inhalt Praktikum</b>	Das Praktikum umfasst den Stoff der Module Grundlagen der Chemischen Thermodynamik“ (B5) sowie „Chemische Thermodynamik für Fortgeschrittenen (B16). Zu folgenden Themengebieten werden Versuche (Labor und/o-der PC) angeboten: Thermochemie, Phasengleichgewichte reiner Stoffe und binären Mischungen; kolligative Effekte.
<b>Literatur</b>	Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:dirk.sachsenheimer@th-nuernberg.de">dirk.sachsenheimer@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	23.07.2025

- 1.2.3 Wahlpflichtmodul 1 (BW18, siehe Katalog Wahlpflichtmodule Abschnitt 2.1)**
- 1.2.4 Wahlpflichtmodul 2 (BW19, siehe Katalog Wahlpflichtmodule Abschnitt 2.1.5)**
- 1.2.5 Projektarbeit (B20)**

Modultitel	Projektarbeit	Modul-Nr.	B20		
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Studiendekan</b>				
<b>Nummer im Studienplan</b>	B20	<b>Pflichtmodul</b>	X		
<b>Regelsemester</b>	7 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>			
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>
Projektarbeit		PA		18	
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20				
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>		
	20 – 40 Stunden	420 - 440 Stunden  Erstellen von Berichten und Präsentationen ca. 60 Stunden	Projektbericht in schriftlicher Form (mE)		
	<b>Gesamt: 540 Stunden</b>				
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde				
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Praktischer Teil des Praxissemesters, 150 Leistungspunkte				
<b>Empfohlene Eingangsvo-raussetzungen</b>					
<b>Lernziel</b>	Strukturiertes Planen einer komplexen Aufgabenstellung; Erstellen eines schriftlichen Berichts  Die Projektarbeit soll die Studierenden zu der Fähigkeit verhelfen, eigenständig natur- und ingenieurwissenschaftlicher Prinzipien zur Lösung anwendungsorientierter Fragestellungen anzuwenden. Es soll die Fähigkeit zum selbständigen Organisieren von Aufgaben, der eigenständigen Überwachung und Dokumentation des Projektfortschrittes und Zusammenfassung und Präsentation der Ergebnisse vermittelt werden. Eine enge Verknüpfung (inhaltlich und methodisch) mit der Bachelorarbeit wird ausdrücklich angestrebt.  Für ein gestelltes, definiertes Thema sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, die typischen Phasen eines Entwicklungsprojektes unter Rahmenbedingungen zu durchlaufen, welche der beruflichen Praxis weitestgehend entsprechen. Aktuelle Entwicklungen werden i.d.R. einbezogen, um mittels wissenschaftlichen Arbeitens (unter Anleitung) die Problemlösungskompetenz weiter auszuformen.				
<b>Inhalt Projekt</b>	Die Projektarbeit kann extern außerhalb der Hochschule oder intern inner-				

	<p>halb der Hochschule durchgeführt werden. Das Thema für die Projektarbeit wird mit einem/r hauptamtlich tätigen Professor/in der TH Nürnberg (= Betreuer/in) abgestimmt und durch die Prüfungskommission AC bestätigt. Dieses kann von einem externen Auftraggeber aus der Wirtschaft oder einer Forschungseinrichtung oder einem internen Auftraggeber der Hochschule stammen. Der/die Studierende kann eigene Vorschläge für ein Thema der Projektarbeit an die Prüfungskommission bzw. an eine/n Professor/in der TH richten. Es wird ausdrücklich empfohlen, die Projektarbeit mit der nachfolgenden Bachelorarbeit (B21) zu verknüpfen! Die Themenstellung muss in weitgehender Art und Weise selbstständig bearbeitet werden können. Die Themenstellung ist so zu wählen, dass die praktische Bearbeitung innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens (typischerweise 3 Monate) möglich ist. Es wird ausdrücklich angestrebt, die Projektarbeit inhaltlich mit der darauffolgenden Bachelorarbeit (B21) zu verknüpfen. Die Bearbeitung des Themas kann innerhalb der Einrichtungen der Hochschule, im anderen Fall auch extern in anderen Forschungseinrichtungen oder sonstigen Betrieben der Wirtschaft oder Behörden erfolgen. Zu Beginn der Bearbeitung ist durch Literaturarbeit der Stand der Technik auf dem Aufgabengebiet zu ermitteln und ein Zeitplan für die Bearbeitung des Themas zu erstellen. Dieser ist mit dem Aufgabensteller und dem/der Betreuer/in abzustimmen. In mehreren Zeitabständen soll der Projektfortschritt dokumentiert und mit dem/der Betreuer/in besprochen werden. Am Ende ist in Absprache mit dem/der Betreuer/in ein Bericht zu erstellen (mind. 15–25 Seiten). Im Falle einer Verknüpfung mit der Bachelorarbeit ist die Berichtspflicht mit Einreichung dieser abgegolten.</p>
Literatur	Projektbezogene Literatur ist selber zu recherchieren. In manchen Fällen wird diese vom Auftraggeber bzw. dem/der Betreuer/in ergänzend ausgegeben. Literaturrecherche ist Bestandteil der Arbeit.
Besonderheiten	Unterlagen zum Projekt können individuell vom Auftraggeber und/oder Betreuer/in ausgegeben werden. Verknüpfung (inhaltlich, organisatorisch) mit der Bachelorarbeit (B21) möglich und ausdrücklich empfohlen. Anmeldung der Projektarbeit in der Regel durch gleichzeitige Anmeldung der damit verknüpften Bachelorarbeit mit Formblatt „Anmeldung Abschlussarbeit“ (Seiten des Studienbüros bzw. Intranet für Studierende) notwendig.
Kontakt	<a href="mailto:ac-studiedekan@th-nuernberg.de">ac-studiedekan@th-nuernberg.de</a>
Datum der letzten Änderung	16.07.2025

### 1.2.6 Bachelorarbeit (B21)

<b>Modultitel</b>	<b>Bachelorarbeit</b>			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B21</b>				
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Studiendekan</b>								
<b>Nummer im Studienplan</b>	B21	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>				
<b>Regelsemester</b>	7 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>							
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>				
Bachelorarbeit	N. N.	BA		12					
	<b>BA:</b> Bachelorarbeit; <b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20								
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>		<b>Leistungskontrolle</b>					
	20-30 Stunden	330-340 Stunden		Bewertung der Bachelorarbeit (Note)					
	<b>Gesamt: 360 Stunden</b>								
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde								
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Praktischer Teil des Praxissemesters, 150 Leistungspunkte								
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Alle Prüfungen des 2. Studienabschnitts abgeleistet								
<b>Lernziel</b>	Die Bachelorarbeit soll zeigen, dass der/die KandidatIn der Lage ist, in einem vorgegebenen Zeitraum eine Problemstellung auf dem Gebiet der Angewandten Chemie selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden und Erkenntnissen zu bearbeiten. Hierzu gehören die Strukturierung der Aufgabenstellung, die Zusammenstellung der erforderlichen Ressourcen und die Bearbeitung anhand eines Zeit- und Ablaufplans. Die schriftliche Ausarbeitung ist nach dem Stand der Technik unter Verwendung moderner Darstellungsmethoden und unter Einhaltung der allgemeinen Regelungen zum wissenschaftlichen Arbeiten anzufertigen.  Systematische Bearbeitung einer komplexen Themenstellung; projektmäßige Organisation der eigenen Arbeiten; Erstellen umfangreicher Berichte und Präsentationen von Ergebnissen; wissenschaftliches Arbeiten								
<b>Inhalt</b>	Die Bachelorarbeit kann extern außerhalb der Hochschule oder intern innerhalb der Hochschule durchgeführt werden. Das Thema für die Bachelorarbeit wird mit einem/r hauptamtlich tätigen Professor/in der TH Nürnberg (= Erstbetreuer/in) abgestimmt und durch die Prüfungskommission AC bestätigt. Zusätzlich muss ein zweiter hauptamtlich tätige/r Professor/in der TH Nürnberg als Zweitbetreuer/in bestimmt werden, wobei mind. einer der beiden Betreuer aus der Fakultät AC stammen muss. Der/die Studierende kann eigene Vorschläge für ein Thema der Bachelorarbeit an die Prüfungskommission bzw. an eine/n Professor/in der TH richten. Es wird ausdrücklich empfohlen, die Bachelorarbeit mit der vorangegangenen Projektarbeit (B20) zu verknüpfen! Die Betreuung der Arbeit erfolgt durch den/die Professor/in, mit dem/der die Themenstellung abgestimmt wurde. Es wird erwartet, dass sich der Kandidat/die Kandidatin in								

	die betreffende Thematik einarbeitet, sich einen Überblick über den Stand der Wissenschaft aus der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur verschafft und die Bearbeitung des Themas mit einem hohen Grad an Selbstständigkeit und Eigenverantwortung durchführt. Die reguläre Gesamtzeit für die Bearbeitung (Projektarbeit + Bachelorarbeit) beträgt 5 Monate und kann nach schriftlichem Antrag bei der Prüfungskommission in begründbaren Fällen um max. 2 Monate verlängert werden. Die Ergebnisse der Arbeit werden in schriftlicher Form zusammengefasst (in der Regel 50–80 Seiten ohne Anhang) und 1 Exemplar der Arbeit in gebundener Papierform sowie eine digitale Fassung als pdf-Datei fristgerecht im Studienbüro zur Weiterleitung an die Fakultät abgegeben. Näheres zur Form und Gestaltung der Arbeit siehe Infos von Fakultät und Studienbüro bzw. Informationen im Moodle-Kurs "Informationen Angewandte Chemie (AC); Kap. 17).
<b>Literatur</b>	Projektbezogene Literatur ist selber zu recherchieren. In manchen Fällen wird diese vom Auftraggeber bzw. dem/der Betreuer/in ergänzend ausgegeben. Literaturrecherche ist Bestandteil der Arbeit.
<b>Besonderheiten</b>	Unterlagen zur Bachelorarbeit können individuell vom Auftraggeber und/oder Betreuer/in ausgegeben werden. Verknüpfung (inhaltlich, organisatorisch) mit der Projektarbeit (B20) möglich und ausdrücklich empfohlen. Anmeldung Bachelorarbeit mit Formblatt „Anmeldung Abschlussarbeit“ (Seiten des Studienbüros bzw. Intranet für Studierende) notwendig. Word-Vorlagen für die Erstellung der Bachelorarbeit werden von der Fakultät AC gestellt (siehe Informationen im Moodle-Kurs "Informationen Angewandte Chemie (AC); Kap. 17).
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:ac-studiendekan@th-nuernberg.de">ac-studiendekan@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	16.07.2025

### 1.2.7 Betriebliche Praxis (B30, B30a, B30b)

Modultitel	Betriebliche Praxis	Modul-Nr.	B30					
Modulverantwortliche Person	<b>Beauftragter für das praktische Studiensemester</b> <b>Prof. Dr. Jens Pesch</b>							
Dozierende Personen	<b>Prof. Dr. Ralf Lösel</b> <b>Dr. Graf (Lehrbeauftragter)</b> <b>Dr. Kelz (Lehrbeauftragter)</b> <b>Dipl.-Ing.(FH) Thies (Lehrbeauftragter)</b>							
Nummer im Studienplan	B30	<b>Pflichtmodul</b>			X			
Regelsemester	4 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>						
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)	Aufteilung			
Arbeitssicherheit, Gefahrstoffrecht, Toxikologie (B30a)	Dr. Graf  Prof. Dr. Lösel	SU	4	4	3 SWS  1 SWS			
Qualitätsmanagement Betriebswirtschaft (B30b)	Herr Thies  Dr. Kelz	SU	2	2	1 SWS  1 SWS			
	SU: Seminaristischer Unterricht; Ü: Übung; S: Seminar; Pr: Praktikum Max. Gruppengrößen: SU 80; Ü: 25; S: 60; Pr: 20							
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle					
Arbeitssicherheit, Gefahrstoffrecht, Toxikologie	52 Stunden	68 Stunden	schriftlicher Leistungsnachweis 90 min (mE)					
Qualitätsmanagement, Betriebswirtschaft	26 Stunden	34 Stunden	schriftlicher Leistungsnachweis 60 min (mE)					
Summe	78 Stunden	102 Stunden						
	<b>Gesamt: 180 Stunden</b>							
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
Eingangsvoraussetzungen	Siehe SPO / RaPO / APO							
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen								
Lernziel	Die Studierenden verstehen die rechtlichen Grundlagen der Arbeitssicherheit, des Umweltschutzes, der Sachkundeausbildung nach Chemikalienverbotsverordnung, des Inverkehrbringens von Gefahrstoffen und des sicheren Umgangs mit Gefahrstoffen. Sie können die Beziehung zwischen							

	<p>Dosis, Toxizität und Wirkung einschätzen und Gefahren toxischer Stoffe bewerten. Auf der Basis der Risikoeinstufung können geeignete Schutzmaßnahmen abgeleitet werden.</p> <p>Studierende kennen die Verantwortung der Chemiker*innen/Naturwissenschaftler*innen und entwickeln Führungsverständnis und unternehmerisches Denken.</p> <p>Die Studierenden sind vertraut mit der Grundphilosophie des Qualitätsmanagements (QM). Sie sind in der Lage die betriebliche Relevanz des QMs für eine moderne Unternehmensführung zu erkennen und bei der betrieblichen Umsetzung aktiv mitzuwirken. Sie erkennen im Besonderen die Besonderheiten des Qualitätsmanagements in der chemischen Industrie und Analytik und können diese anwenden.</p> <p>Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Sie kennen die Organisationsformen von Betrieben und sind vertraut mit der Fachsprache des Marketings. Sie verstehen die strategische Bedeutung des Marketings und der Beschaffung im Unternehmen. Sie beherrschen die Grundlagen des Projektmanagements und kennen die Grundlagen der Personalführung.</p>
<b>Inhalt</b> <b>Arbeitssicherheit, Gefahrstoffrecht, Toxikologie</b>	<p>Arbeitssicherheit und Gefahrstoffrecht</p> <p>Rechtlichen Grundlagen für Arbeitssicherheit und Umweltschutz, die nationalen und europäischen Gesetze, Richtlinien und Verordnungen, die Technischen Regeln und berufsgenossenschaftliche Vorschriften.</p> <p>Im Besonderen die folgenden Aspekte des Gefahrstoffrechts:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau des Rechtssystems in D, Gesetzespyramide mit nationalen und internationalen Regelungen</li> <li>• Arbeitsschutzgesetz, Chemikaliengesetz, Chemikalienverbots- und Giftinformationsverordnung, Gefahrstoff- und Betriebssicherheitsverordnung</li> <li>• Technischen Regeln (TRGS/TRBS)</li> <li>• Umweltschutzbestimmungen wie das Bundesnaturschutzgesetz, das Pflanzenschutzgesetz und die Biozid-Richtlinien</li> <li>• Bundesimmissionsschutzgesetz, Kreislauf- Wirtschafts-, Abfallgesetz und Wasserhaushaltsgesetz mit den entsprechenden Verordnungen</li> <li>• Gefahrgutbeförderungsgesetz mit Verordnungen</li> </ul> <p>weitere Regelungen zu biologischen Arbeitsstoffen, Arznei- und Betäubungsmitteln, Kosmetika, Sprengstoffen und Chemiewaffen, radioaktiven Stoffen, Stoffen nach dem Grundstoffüberwachungsgesetz</p> <p>Strafrechtliche Bestimmungen (Strafgesetzbuch, Chemikaliengesetz, Mutterschutzgesetz, Jugendarbeitsschutzgesetz)</p> <p>Aufgaben und Leistungen der Berufsgenossenschaften: Arbeitsschutzorganisationen und die Verantwortung für Arbeitssicherheit und Umweltschutz, Responsible Care, Arbeitsschutzmanagement;</p> <p>Grundlagen und Arbeitshilfen zur Gefährdungsbeurteilung mit Gefährdungs- und Belastungsfaktoren</p>

	<p>Gefahrstoffrecht nach EU-Verordnungen und dem Chemikaliengesetz, im Besonderen folgenden Aspekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inverkehrbringen von Gefahrstoffen</li> <li>• Was sind gefährliche Stoffe, Was sind Gefahrstoffe?</li> <li>• Registrierungspflicht unter REACH, Registrierverfahren, Europäische Agentur für Chemikalien (ECHA)</li> <li>• Einstufung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen nach Richtlinie 67/548/EWG bzw. 1999/45/EG (alt) und nach Verordnung 1272/2008 (GHS- CLP-Verordnung)</li> <li>• Sicherer Umgang mit Gefahrstoffen nach GefStoffV</li> <li>• Eigenschaften, Toxikologie von Stoffen; Schutzmaßnahmen</li> <li>• Grenzwerte und Arbeitsplatzanalyse, Sicherheitsdatenblatt</li> <li>• Verbote des Inverkehrbringens und des Umgangs, Beschäftigungsbeschränkungen für besondere Personengruppen</li> </ul> <p>Grundlagen des Brand- und Explosionsschutzes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über rechtliche Grundlagen (ATEX, BetrSichV und GefStoffV mit technischen Regeln, EX-RL)</li> <li>• Begriffe, Kennzahlen und Definitionen im Brand- und Explosionsschutz mit Experimentalvortrag „Brände und Explosionen“ Beurteilen von Explosionsgefahr und Schutzmaßnahmen Sichere Lagerung von Gefahrstoffen, Explosionsschutzdokument</li> </ul> <p>Toxikologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsmechanismen wichtiger Stoffklassen</li> <li>• Zielorgane</li> <li>• Toxikokinetik</li> <li>• Aufnahmewege für toxische Stoffe, Risikovergleich</li> <li>• Metabolismus (Phase I / Phase II Reaktionen)</li> <li>• Eliminierung</li> <li>• akute/ chronische Toxizität, LD50</li> <li>• Kenngrößen und Beurteilung</li> <li>• präventiver Gesundheitsschutz: ADI/TDI, HBM-Konzept</li> </ul>
<b>Inhalt</b> <b>Qualitätsmanagement, Betriebswirtschaft</b>	<p>Qualitätsmanagement:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN EN ISO 9000 ff Qualitätsmanagement allgemein</li> <li>• DIN EN ISO/IEC 17025 Prüf- und Kalibrierlaboratorien</li> <li>• GLP Gute Labor Praxis</li> <li>• Historische Entwicklung des Qualitätsmanagementgedankens und Definitionen zum QM</li> <li>• Qualitätsgedanken und -philosophie; Qualitätsförderung</li> <li>• Überblick über die statistischen Methoden und Werkzeuge im modernen QM (z.B. Pareto, Ishikawa, FMEA, QFD, ZSB, VB, Regelkarten, Prozessfähigkeit, Validierung, etc.)</li> <li>• Zweck und Ablauf von Ringversuchen</li> <li>• Kostenbetrachtungen; Daten- und Informationsfluss</li> <li>• Audits (DIN EN ISO 19011)</li> <li>• Gewährleistung und Garantie; Produkthaftung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundzüge zur Normenanalyse (Gruppenarbeit)</li> <li>• Grundzüge aus dem Aufbau des Normensystems der DIN EN ISO 9000 - Reihe, in der jeweils gültigen Fassung</li> <li>• Zielsetzung, Struktur und Leitgedanken;</li> <li>• Grundzüge aus den Allgemeinen Kriterien zum Betreiben von Prüf- und Kalibrierlaboratorien nach DIN EN ISO/IEC 17025</li> <li>• Grundzüge zur GLP nach dem Chemikaliengesetz</li> </ul> <p><b>Betriebswirtschaft</b></p> <p>Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre mit Fokus auf die praktische Relevanz für industrielle Betriebe im Allgemeinen und Betriebe der chemischen Industrie im Besonderen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe und Definitionen</li> <li>• Organisationsformen eines Unternehmens und Entscheidungswege</li> <li>• Finanzwesen und Bilanzierung</li> <li>• Personalwesen und Führung</li> <li>• Beschaffung, Produktion und Marketing</li> <li>• Projektmanagement</li> </ul>
<p><b>Literatur</b>            (auch in der TH Bibliothek erhältlich)</p>	<p><b>Arbeitssicherheit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lexikon; <i>Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit</i>; Universum Verlagsanstalt Wiesbaden</li> <li>- BG RCI; <i>Gefährdungsbeurteilung - Merkblätter A 016 / A017</i>; Jedermann- Verlag Heidelberg</li> <li>- Kompendium Arbeitsschutz; CD-ROM; Jedermann- Verlag Heidelberg</li> <li>- Edition Umweltrecht; CD-ROM; Schlütersche GmbH &amp; Co. KG</li> </ul> <p><b>Gefahrstoffrecht:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- REACH- Verordnung, CLP-Verordnung; Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung, Chemikalienverbotsverordnung</li> <li>- Nöthlichs / Au / Henn / Weber; <i>Gefahrstoffe</i>; Erich Schmidt Verlag</li> <li>- Verband Deutscher Sicherheitsingenieure e.V. (VDSI); <i>Die neue Gefahrstoffverordnung</i>; Forum-Verlag</li> <li>- Welzbacher; <i>Neue Datenblätter für gefährliche Arbeitsstoffe nach der Gefahrstoffverordnung</i>; WEKA-Verlag</li> <li>- Schönfelder; <i>Deutsche Gesetze</i>; C.H. Beck-Verlag</li> <li>- Hörath; <i>Gefährliche Stoffe und Zubereitungen</i>; Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft</li> <li>- Eisenbrand / Metzler; <i>Toxikologie für Chemiker</i>; Georg Thieme Verlag Stuttgart</li> </ul> <p><b>Toxikologie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Birgersson /Sterner / Zimerson; <i>Chemie und Gesundheit</i>; VCH Verlag</li> <li>- Eisenbrand / Metzler; <i>Toxikologie für Chemiker</i>; Thieme Stuttgart</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lüllmann / Mohr / Hein; <i>Pharmakologie und Toxikologie</i>; Thieme, Stuttgart</li> <li>- Aktories et al., <i>Pharmakologie und Toxikologie</i>, Elsevier</li> <li>- Reichl: Taschenatlas Toxikologie. Thieme</li> </ul> <p><b>Qualitätsmanagement:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DIN EN ISO 9000, DIN EN ISO 9001, DIN EN ISO 9004, DIN EN ISO/IEC 17025 (alle Beuth Verlag)</li> <li>- Chemikaliengesetz</li> <li>- QZ (Mitgliederzeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Qualität)</li> <li>- Kromidas; <i>Qualität im analytischen Labor</i>; VCH-Verlag</li> <li>- Hering / Triemel / Blank (Hrsg.); <i>Qualitätsmanagement für Ingenieure</i>; Springer-Verlag</li> <li>- Kamiske / Brauer; <i>Qualitätsmanagement</i>; Hanser-Verlag</li> <li>- Scheitwinkel / Kindler; <i>Qualitätsmanagement-Handbuch für Laboratorien</i>; WEKA-Verlag</li> </ul> <p><b>Betriebswirtschaft:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Festel / Hassan / Leker / Bamelis (Hrsg); <i>Betriebswirtschaftslehre für Chemiker – Eine Praxisorientierte Einführung</i>, 1.Aufl. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001; ISBN 3-540-42410-5</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<p><b>Arbeitssicherheit und Gefahrstoffrecht, Toxikologie</b></p> <p>Powerpoint-Präsentationen der Lehrveranstaltungen und ergänzendes Informationsmaterial werde online zur Verfügung gestellt. Ab dem Sommersemester 2024 führt das Bestehen der Leistungsnachweise beider Teilgebiete nicht mehr zur Erlangung der eingeschränkten Sachkunde zum Inverkehrbringen von Gefahrstoffen gemäß Chemikalienverbotsverordnung.</p> <p>Die Prüfung hierzu kann auf Basis der aktuellen Rechtslage zu einem späteren Zeitpunkt an der Hochschule abgelegt werden; diese Prüfung ist unabhängig von curricularen Leistungen.</p> <p><b>Qualitätsmanagement</b></p> <p>Powerpoint-Präsentation als Handout, verschiedene aktuelle Veröffentlichungen zum Thema, Arbeitsblätter (z.B. Nomogramme) werden online zur Verfügung gestellt</p> <p><b>Betriebswirtschaft</b></p> <p>Powerpoint -Präsentationen des Unterrichts und Übungen werde online zur Verfügung gestellt.</p>
<b>Kontakt</b>	<p><b>Allgemeine Fragen, Betriebswirtschaft und Qualitätsmanagement:</b>  <a href="mailto:Jens.Pesch@th-nuernberg.de">Jens.Pesch@th-nuernberg.de</a></p> <p><b>Gefahrstoffrecht / Arbeitssicherheit / Toxikologie:</b>  <a href="mailto:Ralf.Loesel@th-nuernberg.de">Ralf.Loesel@th-nuernberg.de</a></p>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	22.08.2025

### 1.2.8 Externes Praktikum - Praxissemester (B31, B31a, B31b)

Modultitel	Externes Praktikum	Modul-Nr.	B31
Modulverantwortliche Person	<b>Beauftragter für das praktische Studiensemester</b> <b>Prof. Dr. Jens Pesch</b>		
Nummer im Studienplan	B31	Pflichtmodul	X
Regelsemester	4 (SS)	Wahlpflichtmodul	
Lehrform		Art	SWS
Praktische Tätigkeit (B31a)	Prof. Dr. Jens Pesch, Be- treuer Praktikumsstelle		LP (ECTS)
Praxissemesterreferat (B31b)	Prof. Dr. Jens Pesch	Ref.	1
	Praktikum: 17 Wochen á ca. 40 h = 680 h		
	23		
	Verpflichtende 1-tägige Ver- anstaltung, Dauer ca. 8 Stunden		
SU: Seminaristischer Unterricht; Ü: Übung; S: Seminar; Pr: Praktikum Max. Gruppengrößen: SU 80; Ü: 25; S: 60; Pr: 20			
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle
Praktische Tätigkeit	680 Stunden	10 Stunden	Bericht, mE
Praxissemesterreferat	10 Stunden	20 Stunden	Referat, mE
Summe	690 Stunden	30 Stunden	
	Gesamt: 720 Stunden		
	WS: 13 Wochen Lehre; SS: 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde		
Eingangsvoraussetzungen	Siehe SPO / RaPO / ASPO		
Empfohlene Eingangsvo- raussetzungen			
Lernziel	<b>Praktische Ausbildung:</b> Die Studierenden wissen, wie der Arbeitsalltag von Chemieingenieurinnen, Chemieingenieuren, Chemikerinnen und Chemikern in Industriebetrieben oder sonstigen außerhochschulischen Einrichtungen gestaltet ist. Sie können Ihre Arbeitszeit sinnvoll planen und konkrete Aufgabenstellungen eigenständig bearbeiten. Dabei wissen sie, wie sie sich benötigtes Spezialwissen für die Bewältigung der gestellten Aufgaben eigenständig aufbauen. Sie können sich adäquat ausdrücken und können sich konstruktiv in ein Team einbringen. Sie sind in der Lage ihre Arbeitsergebnisse sachkundig und in verständlicher Form schriftlich (Bericht) und mündlich (Vortrag) zu vermitteln. Sie können Arbeitsschutz durch eigenverantwortliches Handeln aktiv umsetzen.		

<b>Inhalt</b> <b>Praktische Tätigkeit</b>	Das ingenieurmäßige Arbeiten wird anhand konkreter Aufgaben in einem vorzugsweise industriellen Betrieb trainiert. Die bis dahin durch das Studium vermittelten Fähigkeiten, Fach- und Sachkenntnisse kommen dabei zur Anwendung. Selbstständiges Arbeiten und der Erwerb von anwendungsorientierten Kenntnissen steht dabei im Vordergrund. Neben den fachlichen Kenntnissen werden die sozialen und kulturellen Fähigkeiten im realen Arbeitsumfeld geschult. Die Durchführung des praktischen Studiensemesters (prS) im Ausland wird von der Hochschule im Besonderen gefördert. Neben den sozialen, fachlichen und kulturellen Kontakten werden dabei die jeweiligen Sprachkenntnisse auf- oder ausgebaut. Dies trägt im Besonderen zur Persönlichkeitsbildung und zur Ausbildung einer erhöhten Flexibilität und Weltoffenheiten bei. Das Arbeiten in einem multinationalen Umfeld wird dadurch erleichtert. Das Verfassen eines Praktikumsberichtes zum Abschluss schult die Fähigkeit sich schriftlich, unter Verwendung der chemischen Fachsprache und auf das Wesentliche reduziert auszudrücken.
<b>Inhalt</b> <b>Praxissemesterreferat</b>	Zum Abschluss der praktischen Tätigkeit werden die gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen durch einen freien 15 - 20-minütigen Vortrag unterstützt durch eine professionelle elektronische Präsentation z.B. mit PowerPoint dargestellt und einem Fachpublikum (Kommilitonen) vermittelt. Der Vortrag enthält die folgenden Elemente: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Vorstellung der Firma oder des Instituts</li> <li>2) Vorstellung der Aufgabenbereiche und Aufgabenstellung.</li> <li>3) Beschreibung der praktischen Tätigkeit im Überblick ggf. mit Verlauf der Arbeiten und der gewonnenen Erkenntnisse</li> <li>4) Zusammenfassung der neu gewonnenen Kenntnisse</li> <li>5) Kurzes Resümee zur betrieblichen Praxis</li> <li>6) Das besondere Augenmerk liegt dabei auf der Verwendung der chemischen Fachsprache und Schreibweisen (Strukturformeln, etc.)</li> </ol>
<b>Literatur</b>  (auch in der TH Bibliothek erhältlich)	<b>Bericht:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ebel / Bliefert / Greulich; <i>Schreiben und Publizieren in den Naturwissenschaften</i>; 5. Aufl. Wiley-VCH 2006, ISBN 978-3-527-30802-6</li> <li>- Kornmeier; <i>Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht : für Bachelor, Master und Dissertation</i>; 2. Aufl. Haupt-Verlag 2009; ISBN 978-3-8252-3154-5</li> <li>- Nicol / Albrecht; <i>Wissenschaftliche Arbeiten schreiben mit Word 2010</i>; 7. Aufl. Addison-Wesley 2011; ISBN 978-3-8273-2962-2</li> </ul> <b>Präsentation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Feuerbach; <i>Professionell Präsentieren in den Natur- und Ingenieurwissenschaften</i>, 2.Aufl. Wiley-VCH 2013, ISBN 978-3-527-41223-5</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	Die formale Form und die geforderten Inhalte des Berichtes sind in einem Vorlagedokument für die Studierenden zusammengefasst und in einem Moodle-Kurs auf der eLearning-Plattform der THN bereitgestellt.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:Jens.Pesch@th-nuernberg.de">Jens.Pesch@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	09.09.2025

### 1.3 Modulbezeichnung – Fächer 2. Studienabschnitt (Studienrichtung Biochemie)

#### 1.3.1 Synthese-Praktikum für Biochemiker (B22BC)

<b>Modultitel</b>	<b>Synthese-Praktikum für Biochemiker</b>			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B22BC</b>				
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. S. Heuser</b>								
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. Heuser, Prof. Dr. Pesch, Prof. Dr. Hummert								
<b>Nummer im Studienplan</b>	B22BC	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>				
<b>Regelsemester</b>	5 (WS) und 6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>							
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>				
Praktikum	Prof. Dr. Heuser, Prof. Dr. Pesch, Prof. Dr. Hummert	Pr	8 (2 x 4)	6					
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 40								
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>		<b>Leistungskontrolle</b>					
	108 Stunden	72 Stunden		Versuchsprotokolle und Abschlusskolloquium / mE					
	<b>Gesamt: 180 Stunden</b>								
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde								
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Pr: siehe SPO, Sicherheitsbelehrung, gültige Labor-Haftpflichtversicherung								
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>									
<b>Lernziel</b>	Die Studierenden erlangen Fertigkeiten im sachgerechten Umgang mit festen, flüssigen und gasförmigen Chemikalien. Dies beinhaltet die Abschätzung ihres Gefahrenpotenzials bei Lagerung, Transport, Entsorgung und bei der Durchführung von Experimenten.  Sie können grundlegende Arbeitstechniken im Syntheselabor sicher durchführen sowie Syntheseapparaturen gemäß der Synthesevorschrift sinnvoll planen.  Sie beherrschen Fertigkeiten zur exakten und vollständigen Dokumentation chemischer Experimente								
<b>Inhalt</b>	Beschaffung der sicherheitsrelevanten Daten aller eingesetzten und hergestellten Chemikalien.  Planung des Versuchsablaufes unter Berücksichtigung chemischer und sicherheitsrelevanter Gesichtspunkte.  Synthese von Molekülen unter besonderer Berücksichtigung des Erlernens grundlegender Operationen im Syntheselabor. Genannt seien hier								

	<p>beispielhaft: Röhren, Refluxieren, Filtrieren, Pumpen, Dosieren von flüssigen, gasförmigen und festen Stoffen, Durchführen von Reaktionen bei hohen und sehr tiefen Temperaturen, Kristallisieren, Destillieren, Extrahieren, Chromatographieren, Aufbau von Glasapparaturen.</p> <p>Identifizierung von Molekülen mittels z.B. Siedepunkt, Schmelzpunkt, Brechungsindex, R<sub>f</sub>-Wert, IR-Spektrum.</p> <p>Entsorgung angefallener Chemikalien.</p> <p>Führen eines Laborjournals.</p>
<b>Literatur</b>	<p>K.P.C. Vollhardt, N.E. Schore; <i>Organische Chemie</i>; Wiley-VCH Verlag</p> <p>J. Clayden, N. Greeves, S. Warren and P. Wothers; <i>Organic Chemistry</i>; Oxford University Press</p> <p>Praktikum: H. G. O. Becker; Organikum; Wiley-VCH Verlag.</p> <p>I.O.C.-Praktikumsbuch, „Arbeitsmethoden in der Organischen Chemie“, Kreitmeier, Uni Regensburg.</p>
<b>Besonderheiten</b>	
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:stefan.heuser@th-nuernberg.de">stefan.heuser@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	23.07.2025

### 1.3.2 Bioverfahrenstechnik (B23BC)

Modultitel	Bioverfahrenstechnik	Modul-Nr.	B23BC			
Modulverantwortliche	<b>Prof. Dr. I. Horst</b>					
Dozent*in	Prof. Dr. I. Horst					
Nummer im Studienplan	B23BC	<b>Pflichtmodul</b>		<b>X</b>		
Regelsemester	5 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>				
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)		
Vorlesung		SU	4	3		
Praktikum		Pr	2	3		
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 35; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 25; <b>Pr:</b> 12					
Arbeitsaufwand	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>			
Vorlesung	52 Stunden	38 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung/Note			
Praktikum	26 Stunden	64 Stunden	a) Eingangskolloquien zu den Versuchen b) schriftliche Versuchsauswertungen „m.E.“			
<b>Summe</b>	<b>78 Stunden</b>	<b>102 Stunden</b>	<b>Gesamt: 180 Stunden</b>			
				<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde		
Eingangsvoraussetzungen	SU: keine Pr: Sicherheitsbelehrung, Eingangskolloquium zu jedem Praktikumstag					
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	SU: Inhalte der Module „Grundlagen der Biologie und Biochemie“ und „Mikrobiologie“ aus dem B-AC Pr: Mikrobiologie Praktikum					
Lernziel	SU: Die Studierenden können biotechnologische Verfahren und ihre wirtschaftliche Bedeutung beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage, die biologischen Hintergründe der Verfahren zu benennen und die Anforderungen biologischer Systeme für die Durchführung von Reaktionen zu erklären. Sie können die Kinetik biologischer Reaktionen darstellen und deren Parameter aus Experimenten ermitteln. Die Studierenden können die speziellen Anforderungen an die Apparate und die Mess- und Regeltechnik erklären und wichtige Bioprozesse und Anlagen beschreiben. Die Studierenden erkennen, welchen Beitrag die Bioverfahrenstechnik für die Nachhaltigkeit der chemischen Industrie leisten kann. Es werden neue Reaktoren vorgestellt, die die Aspekte der Nachhaltigkeit besonders berücksichtigen.					

	<p>Pr: Die Studierenden können Medien, Vorkulturen, Bioreaktoren und deren Peripherie so vorbereiten, dass ein monoseptischer Prozess durchgeführt werden kann. Sie sind in der Lage, Proben unter Vermeidung von Fremdinfectionen zu entnehmen und diese analytisch zu bewerten. Sie können für die verschiedenen Betriebsweisen Bilanzen erstellen und kennen die Methoden zur Optimierung.</p>
<b>Inhalt Vorlesung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technisch wichtige Mikroorganismen; Zellkulturen; Substratansprüche</li> <li>- Metabolismus und Gentechnik</li> <li>- Reaktorsysteme, Sterilisation und sterilisierbare Reaktoren</li> <li>- Nachhaltigkeit in der Bioverfahrenstechnik und Biotechnologie</li> <li>- Kinetik, Wachstumskinetik, Produktinhibierung</li> <li>- Begasung von Reaktoren, Stofftransport</li> <li>- Mess- und Regelungstechnik</li> <li>- Down-Stream Processing</li> <li>- Betriebsweisen und Bilanzierung</li> </ul> <p>Übungsaufgaben zu den einzelnen Kapiteln</p>
<b>Inhalt Praktikum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Immobilisierung von Hefe und Vergleich mit nativer Hefe hinsichtlich Gäraktivität</li> <li>- Substratlimitiertes Wachstum von Mikroorganismen in einer Batch-Kultur und Monod-Kinetik, <math>k_{La}</math>-Wert; Arbeit mit <i>Escherichia coli</i></li> <li>- Produktbildung und –inhibierung; Arbeit mit <i>Enterococcus faecium</i></li> </ul> <p>Jede Gruppe führt zwei vorgegebene Versuche durch (schriftliches Eingangskolloquium), zu denen jeweils ein Protokoll zu erstellen ist.</p>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chmiel, H.: Bioprozesstechnik, Springer Spektrum</li> <li>- Storhas, W.: Bioverfahrensentwicklung, Wiley-VCH</li> <li>- Sahm, H. et. al: Industrielle Mikrobiologie; Springer Spektrum</li> <li>- Antranikian, G.: Angewandte Mikrobiologie; Springer Spektrum</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Vorlesungs- und Praktikumsunterlagen werden als PDF-Datei zur Verfügung gestellt. Zusätzlich werden die Unterlagen über HAnS zur Verfügung gestellt.</p> <p>max. Studierendenzahl im Praktikum: 12</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:irmtraud.horst@th-nuernberg.de">irmtraud.horst@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	15.08.2025

### 1.3.3 Mikrobiologie (B24BC)

Modultitel	Mikrobiologie	Modul-Nr.	B24BC			
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. I. Horst					
Dozent*in	Prof. Dr. I. Horst					
Nummer im Studienplan	B24BC	Pflichtmodul	X			
Regelsemester	5 (WS)	Wahlpflichtmodul				
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)		
Vorlesung		SU	4	4		
Praktikum		Pr/S	3	3		
	SU: Seminaristischer Unterricht; Ü: Übung; S: Seminar; Pr: Praktikum					
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle			
Vorlesung	52 Stunden	68 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung/Note			
Praktikum	39 Stunden	51 Stunden	a) Eingangskolloquien zu den Versuchen b) schriftliche Versuchsauswertungen			
<b>Summe</b>	<b>91 Stunden</b>	<b>119 Stunden</b>	<b>Gesamt: 210 Stunden</b>			
				WS: 13 Wochen Lehre; SS: 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde		
Eingangsvoraussetzungen	SU: keine Pr: Sicherheitsbelehrung, Eingangskolloquium zu jedem Praktikumstag					
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Inhalt des Moduls „Grundlagen der Biochemie und Biologie“ (B14)					
Lernziel	SU: Die Studierenden erwerben einen Überblick über die Systematik und Biologie der Mikroorganismen. Die Studierenden sind in der Lage, Pro- und Eukaryonten gegeneinander abzugrenzen und Besonderheiten von Mikroorganismen bezüglich Zellaufbau, Wachstum, Ernährung und Lebensweise zu beschreiben. Außerdem sind sie in der Lage, die Rolle von Mikroorganismen in der Natur zu erklären und den industriellen Nutzen von Mikroorganismen zu benennen. Die Studierenden erkennen die Bedeutung von photosynthetisch wichtigen Mikroorganismen in der Biotechnologie. Sie lernen, inwiefern Mikroorganismen einen Beitrag zu einer nachhaltigen Chemie und zur Sanierung von Gebieten nach Umweltverschmutzungen leisten können. Die Studierenden lernen das Gebiet der Bioökonomie kennen. Pr: Die Studierenden können Mikroorganismen im Labor untersuchen, kultivieren, konservieren und fachgerecht entsorgen. Weiterhin besitzen sie Kenntnis über die gebräuchlichen Mechanismen für Sterilisation und					

	Desinfektion im Labor.
<b>Inhalt Vorlesung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Mikrobiologie und Mikroskopie</li> <li>- Überblick: Viren, Archaea, Bacteria und Eukarya</li> <li>- Virologie: Viren</li> <li>- CRISPR-Cas9</li> <li>- Archaea</li> <li>- Bacteria: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zellstruktur und Bewegung</li> <li>▪ Stoffwechsel und Wachstum</li> <li>▪ Genetische Elemente</li> <li>▪ Proteintransport</li> <li>▪ Genexpression</li> <li>▪ Transformation und Transduktion</li> </ul> </li> <li>- Eukarya</li> <li>- Symbiose</li> <li>- Praxisbeispiele aus der Biotechnologie; Nachhaltigkeit der Chemie; Einsatz von Mikroorganismen zur Beseitigung von Umweltverschmutzungen.</li> </ul>
<b>Inhalt Praktikum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nährmedien, Temperatur- und pH-Optima; steriles Arbeiten</li> <li>- Mikroskopie (Lichtmikroskopie, Dunkelfeld)</li> <li>- Vorkommen von Mikroorganismen in der Natur: Luftkeime</li> <li>- Färbung von Zellen; Zellzahl bestimmen</li> <li>- Praxis des Ansetzens, Bebrütens, Auswertens und Entsorgens von Mikroorganismen</li> <li>- Biochemische Tests</li> <li>- Antibiotika und Resistenzen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- M.T. Madigan et al.; <i>Brock Mikrobiologie</i>; Pearson</li> <li>- J.L. Slonczewski, J.W. Foster; <i>Mikrobiologie</i>; Springer Spektrum</li> <li>- S.K. Alexander, D. Strete; <i>Mikrobiologisches Grundpraktikum</i>; Pearson</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Vorlesungs- und Praktikumsunterlagen werden als PDF-Datei zur Verfügung gestellt. Zusätzlich werden die Unterlagen über HAnS zur Verfügung gestellt.</p> <p>max. Studierendenzahl im Praktikum: 16</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:irmtraud.horst@th-nuernberg.de">irmtraud.horst@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	15.08.2025

### 1.3.4 Kinetik für Biochemiker (B25BC)

<b>Modultitel</b>	<b>Kinetik für Biochemiker</b>		<b>Modul-Nr.</b>	<b>B25BC</b>
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. Philipp Brüggemann</b>			
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. Philipp Brüggemann			
<b>Nummer im Studienplan</b>	B25BC	<b>Pflichtmodul</b>		<b>X</b>
<b>Regelsemester</b>	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>		
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>
Vorlesung		SU/Ü	2	3
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> --; <b>S:</b> --; <b>Pr:</b> --			
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>	
Vorlesung	28 Stunden	62 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung/Note	
	<b>Gesamt: 90 Stunden</b>			
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde			
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Keine			
<b>Empfohlene Eingangsvo-raussetzungen</b>	Bestandene Module „Grundlagen der Chemischen Thermodynamik“ (B5) und „Grundlagen der Elektrochemie und chemischen Reaktionskinetik“ (B10)			
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden erlangen Kenntnisse über physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten der Bewegungskinetik ungeladener und geladener Teilchen, sowie der chemischen Reaktionskinetik und deren Anwendungen bei typischen industriellen Fragestellungen.			
<b>Inhalt</b> <b>Vorlesung</b>	1) <b>Bewegungskinetik:</b> Verhalten von Fluiden im Temperatur- (Wärmeleitfähigkeit), Druck- (Viskosität) oder Konzentrationsgradienten (1. und 2. Ficksches Diffusionsgesetz). 2) <b>Chemische Reaktionskinetik:</b> Komplexe Reaktionen (Folge- und Parallelreaktionen), Einfluss von Temperatur, Lösemittel, Ionenstärke (Theorie des aktivierten Übergangkomplexes) und Katalysator (Homogene Katalyse, Enzymkatalyse ) auf Reaktionsgeschwindigkeit 3) <b>Grenzflächenprozesse und -reaktionen:</b> Adsorption aus Flüssigkeiten und Gasen (Langmuir, Freundlich, BET), Auflösen von Feststoffen, Reaktionen von Festkörperoberflächen (z.B. Verzunderung), Heterogene Katalyse			
<b>Inhalt</b> <b>Praktikum</b>	Kein Praktikum			
<b>Literatur</b>	<u>Vorlesung / Übungen:</u> - P.W. Atkins; Physikalische Chemie; Wiley-VCH Verlag			

	K.-H. Jacob, P. Brüggemann; <i>Übungsaufgaben zum Modul Kinetik</i> ; TH Nürnberg.
<b>Besonderheiten</b>	Folien und weitere Materialien zur Vorlesung, Übungsaufgaben und deren Lösungen, sowie vorangegangene Prüfungen mit ihren Lösungen stehen in Form von PDF-Files im Intranet der Hochschule zur Verfügung Im Rahmen eines zusätzlich angebotenen Tutoriums werden Aufgaben gerechnet.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:philipp.brueggemann@th-nuernberg.de">philipp.brueggemann@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	09.09.2025

### 1.3.5 Bioanalytik (B26BC)

Modultitel	Bioanalytik	Modul-Nr.	B26BC	
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. R. Lösel</b>			
Nummer im Studienplan	B26BC	<b>Pflichtmodul</b>		X
Regelsemester	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>		
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)
Vorlesung	Prof. Dr. R. Lösel	SU	4	4
Praktikum	Prof. Dr. R. Lösel	Pr	4	4
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20			
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle	
Vorlesung	56 Stunden	64 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts und des Praktikums.	
Praktikum	56 Stunden	64 Stunden	Kolloquien, Praktikumsprotokolle	
<b>Summe</b>	<b>112 Stunden</b>	<b>128 Stunden</b>		
	<b>Gesamt: 240 Stunden</b>			
<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde				
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Pr: siehe SPO, Sicherheitsunterweisung			
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Grundlagen der Biochemie und Biologie (B14) und Grundlagen der Organischen Chemie (B6) Vertiefte Kenntnisse der Analytischen Chemie			
<b>Lernziel</b>	(1) Studierende können geeignete Methoden für häufige bioanalytische Fragestellungen, insbesondere der Analytik von Proteinen und Nukleinsäuren, auswählen und bewerten. (2) Darüber hinaus können die Teilnehmer selbstständig anhand der Anforderungen des Marktes ein geeignetes Produkt-Design für bioanalytische Verfahren entwickeln (3) Teilnehmer des Praktikums können gängige bioanalytische Techniken ausführen, die verwendeten Geräte bedienen und geeignete Maßnahmen zum Umgang mit empfindlichen Biomolekülen treffen.			
<b>Inhalt</b> <b>Vorlesung</b>	Besonderheiten biologischer Probenmatrices, Konservierungsstrategien Trennmethoden: Chromatographie, Elektrophorese, Zentrifugation Quantifizierung: DNA-Arrays, Chip-Verfahren, Immunchemie und andere Bindungsassays			

	<p>Identifizierung: Sequenzierung (Maxam-Gilbert, Sanger, Edman), Hochdurchsatz-Sequenzierung, massenspektrometrische Verfahren: MALDI und ESI und ihre Grenzen, Peptid-Fingerprinting</p> <p>Charakterisierung: posttranskriptionale Modifikation, Protein-Protein-Wechselwirkungen; Aktivität.</p> <p>Bioassays: Zytotoxizität, Reportergen- Methoden, Ames- Test, zelluläre Indikatoren</p>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sandwich ELISA Verfahren,</li> <li>- SDS-Elektrophorese, Vergleich von Färbemethoden für Gele,</li> <li>- Western-Blot, colorimetrische und luminometrische Detektion</li> <li>- Messverfahren zur Bestimmung der Proteinkonzentration und ihre Grenzen, Einfluss von Störsubstanzen</li> <li>- kovalente Farbmarkierung von Proteinen,</li> <li>- Identifizierung von Ionenclustern aus ESI-Massenspektren</li> <li>- Chromatographische Trennung von Proteinen</li> <li>- Entwicklung eines mehrstufigen Reinigungsverfahrens zur Isolierung eines Proteins mit Bilanzierung</li> </ul>
<b>Praktikum</b>	
<b>Literatur</b>	F. Lottspeich, J. Engels: Bioanalytik; Spektrum Verlag Heidelberg
<b>Besonderheiten</b>	<p>Arbeitsmaterial Vorlesung: Foliensammlung</p> <p>Arbeitsmaterial Praktikum: Versuchsvorschriften (Skript), Originalliteratur z.T. in englischer Sprache, Anleitungen kommerzieller Verfahren</p>
<b>Kontakt</b>	Ralf.loesel@th-nuernberg.de
<b>Datum der letzten Änderung</b>	22.08.2025

### 1.3.6 Biochemie für Fortgeschrittene (B27BC)

Modultitel	Biochemie für Fortgeschrittene	Modul-Nr.	B27BC			
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. R. Ebbert					
Dozent*in	Prof. Dr. Ebbert					
Nummer im Studienplan	B27BC	Pflichtmodul		X		
Regelsemester	6 (SS)	Wahlpflichtmodul				
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)		
Vorlesung	Prof. Dr. Ebbert	SU	4	4		
Praktikum	Prof. Dr. Ebbert	Pr	4	4		
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20					
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle			
Vorlesung	56 Stunden	64 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts und des Praktikums.			
Praktikum	56 Stunden	64 Stunden	- Abgabe einer kurzen schriftlichen Vorbereitung vor dem Versuchstag - Anfertigung von Protokollen zu jedem Versuch - Kolloquium zum Praktikum - Literaturvortrag zu einem gestellten Thema			
Summe	112 Stunden	128 Stunden				
	<b>Gesamt: 240 Stunden</b>					
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde					
Eingangsvoraussetzungen	Pr: Sicherheitsbelehrung					
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	SU: Grundlagen der Biochemie 1 (B14b) Pr: Grundlagen der Biochemie : Praktikum 1 (B14c)					
Lernziel	Die Studierenden können wissenschaftliche Sachverhalte präsentieren. Die Studierenden können durch die Kenntnisse der Molekularbiologie und Signaltransduktion gentechnische und biotechnologische Anwendungen					

	<p>und Verfahren richtig einschätzen und anwenden.</p> <p>Die Studierenden können einfache Proteinpräparationen erfolgreich durchführen und die Produkte charakterisieren. Sie können einfache gentechnische Verfahren (Klonierungen) konzipieren und selbstständig durchführen.</p>
<b>Inhalt Vorlesung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausprägung genetischer Information bei Eukaryonten</li> <li>- Signaltransduktion und Regulation der Genexpression in Eukaryonten</li> <li>- Molekularbiologische Grundlagen</li> <li>- Klassische und moderne gentechnische Methoden (Klonierung von Genen, gerichtete/ ungerichtete Mutagenese etc.)</li> <li>- Genexpressionsanalysen</li> <li>- Klassische und moderne DNA-Sequenzierungsmethoden</li> <li>- Grundlagen der Proteinbiochemie</li> </ul>
<b>Inhalt Praktikum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erzeugung rekombinanter DNA:</li> <li>- Restriktionsverdau, Ligation, Transformation, Analyse der Ergebnisse</li> <li>- Isolierung, Anreinigung und Quantifizierung von Proteinen</li> <li>- Gelelektrophorese von Proteinen (SDS-PAGE)</li> <li>- Zu Beginn des Praktikums findet eine kurze Einführung zu den Praktikumsversuchen statt.</li> <li>- Literaturvortrag zu einem Thema aus dem Bereich Biochemie/ Molekularbiologie.</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L.Stryer; <i>Biochemie</i>; Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>- D. Voet, J.G. Voet, C.W. Pratt; <i>Biochemie</i>; Wiley-VCH Verlag</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	Vorlesungsunterlagen und Praktikumsunterlagen werden in Form von PDF-Files zum Herunterladen zur Verfügung gestellt.
<b>Kontakt</b>	ronald.ebbert@th-nuernberg.de
<b>Datum der letzten Änderung</b>	31.07.2025

### 1.3.7 Instrumentelle Bioanalytik (B28BC)

Modultitel	Instrumentelle Bioanalytik	Modul-Nr.	B28BC					
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. M. Eichelbaum</b>							
Dozent*in	Prof. Dr. M. Eichelbaum Prof. Dr. B. Götzinger							
Nummer im Studienplan	B28BC	<b>Pflichtmodul</b>			X			
Regelsemester	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>						
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)	Aufteilung			
Vorlesung	Prof. Dr. M. Eichelbaum Prof. Dr. B. Götzinger	SU	2	3				
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 8							
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	<b>Leistungskontrolle</b>					
Vorlesung	28 Stunden	64 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts.					
	<b>Gesamt: 90 Stunden</b>							
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
Eingangsvoraussetzungen								
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Grundlagen der Instrumentellen Analytik (B13)							
Lernziel	<p>Vertiefung der Kenntnisse zu ausgewählten Analysen- und Trennverfahren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Probenvorbereitung, darunter Festphasenextraktion (SPE), UV- und Mikrowellenaufschluss</li> <li>- Methodenentwicklung, -optimierung und Qualitätskontrolle</li> <li>- Qualitative und quantitative Analyse von Stoffgemischen</li> <li>- Spezielle Trenntechniken</li> <li>- Präparative Chromatographie</li> <li>- Elektroanalytik</li> <li>- Instrumentelle Elementanalytik</li> </ul> <p>Den Studierenden wird die Fähigkeit vermittelt, Stoffgemische sicher zu analysieren und Komponenten sowie Elemente zu quantifizieren. Schwerpunktmaßig werden die Analysentechniken Gaschromatographie (GC) und Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC), Festphasenextraktion (SPE), Atomspektrometrie (u.a. AAS, AES, RFA, ICP-MS) und Voltammetrie vertieft.</p>							

<b>Inhalt</b>	Vertiefende Theorie zur Chromatographie inkl. präparative HPLC sowie zur Elementanalytik/Atomspektrometrie und Voltammetrie; Auswahl einer geeigneten Methode anhand der Eigenschaften der Analyten; Analysenplanung, Probenvorbereitung in komplexer Matrix, Entwicklung und Optimierung analytischer Trennmethoden für organische und anorganische Stoffgemische; Quantifizierung von ausgewählten Komponenten eines komplexen organischen Stoffgemisches; Vergleich von Methoden zur Elementanalytik; Methodenvalidierung.
<b>Literatur</b>	<p><b>Lehrbücher:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Kromidas; Validierung in der Analytik, Wiley-VCH (2011)</li> <li>• G. Schwedt, C. Vogt; Analytische Trennmethoden; 1. Aufl. (2010) Wiley-VCH</li> <li>• M. Otto; Analytische Chemie; 4. Aufl. (2011) Wiley-VCH</li> <li>• D. Skoog et al.; Instrumentelle Analytik; 2. Aufl. (2013) Springer Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• K. Cammann; Instrumentelle Analytische Chemie; 1. Aufl. (2000) Springer Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• K. Kaltenböck; Chromatographie für Einsteiger; 1. Aufl. (2008) Wiley-VCH</li> <li>• H.-J. Hübschmann; Handbook of GC-MS: Fundamentals and Applications; 3rd Edt. (2015) Wiley-VCH</li> <li>• D. C. Harris, Lehrbuch der Quantitativen Analyse, Springer-Verlag (2014)</li> <li>• G. Schlemmer, L. Balcaen, J. L. Todolí, M. W. Hinds, Elemental Analysis: An Introduction to Modern Spectrometric Techniques, Walter de Gruyter (2019)</li> <li>• M. H. Gey, Instrumentelle Analytik und Bioanalytik, Springer-Verlag (2015)</li> <li>• H. Günzler et al. (Hrsg.), Elementaranalytik: Highlights aus dem Analytiker-Taschenbuch, Springer-Verlag (1996)</li> <li>• A. J. Bard, L. R. Faulkner, Electrochemical Methods – Fundamentals and Applications; John Wiley&amp; Sons (2001)</li> <li>• G. Henze, R. Neeb; Elektrochemische Analytik, Springer-Verlag (1986)</li> <li>• G. Henze; Polarographie und Voltammetrie: Grundlagen und analytische Praxis, Springer-Verlag (2001)</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	Unterlagen zur Vorlesung werden im Intranet der TH bzw. in Moodle zur Verfügung gestellt.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:maik.eichelbaum@th-nuernberg.de">maik.eichelbaum@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	12.07.2023

## 1.4 Modulbezeichnung – Fächer 2. Studienabschnitt (Studienrichtung Chemie)

### 1.4.1 Synthese für Chemiker (B22CH)

Modultitel	Synthese für Chemiker	Modul-Nr.	B22CH
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. S. Heuser		
Dozent*in	Prof. Dr. Heuser Prof. Dr. Hummert Prof. Dr. Pesch Prof. Dr. Troegel		
Nummer im Studienplan	B22CH	Pflichtmodul	X
Regelsemester	5 (WS) und 6 (SS)	Wahlpflichtmodul	
Lehrform	Art	SWS	LP (ECTS)
Synthese-Praktikum (B22Cha)	Pr	8 (2 x 4)	6
Spezielle Präparative Techniken (B22CHb)	Pr/Sem	2	2
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 40		
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle
Synthese-Praktikum (B22Cha)	108 Stunden	72 Stunden	Versuchspraktikum und Abschlusskolloquium / m.E
Spezielle Präparative Techniken (B22CHb)	28 Stunden	32 Stunden	Versuchspraktikum und Abschlusskolloquium / m.E.
<b>Summe</b>	<b>136 Stunden</b>	<b>104 Stunden</b>	
	<b>Gesamt: 240 Stunden</b>		
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde		
Eingangsvoraussetzungen	Pr: siehe SPO, Sicherheitsbelehrung, gültige Labor-Haftpflichtversicherung		
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Teilnahme an und erfolgreicher Abschluss der Module B1, B2, B6, B7, B9, B24CH (Praktikum)		
Lernziel	<u>Synthese-Praktikum</u>  Die Studierenden erlangen Fertigkeiten im sachgerechten Umgang mit festen, flüssigen und gasförmigen Chemikalien. Dies beinhaltet die Abschätzung ihres Gefahrenpotenzials bei Lagerung, Transport, Entsorgung und bei der Durchführung von Experimenten.  Sie können grundlegende Arbeitstechniken im Syntheselabor sicher		

	<p>durchführen sowie Syntheseapparaturen gemäß der Synthesevorschrift sinnvoll planen.</p> <p>Sie beherrschen Fertigkeiten zur exakten und vollständigen Dokumentation chemischer Experimente.</p> <p><u>Spezielle Präparative Techniken</u></p> <p>Die Studierenden beherrschen die Planung und Durchführung einer organischen oder anorganischen Synthese und die präparative Trennung und Isolierung von Syntheseprodukten unter Ausschluss von Feuchtigkeit und Sauerstoff sowie bei tiefen Temperaturen. Der Umgang mit Druckgasbehältern gemäß der Druckbehälterverordnung und die Verwendung von reaktiven und inerten Gasen sind Ihnen bekannt. Dazu sind Sie vertraut mit dem Aufbau, der Funktionsweise, den speziellen Sicherheitsaspekten von spezieller Laborausrüstung und beherrschen das sichere Arbeiten unter Schutzgas (Schlenk-Technik).</p>
Inhalt	<p><u>Synthese-Praktikum</u></p> <p>Beschaffung der sicherheitsrelevanten Daten aller eingesetzten und hergestellten Chemikalien.</p> <p>Planung des Versuchsablaufes unter Berücksichtigung chemischer und sicherheitsrelevanter Gesichtspunkte.</p> <p>Synthese von Molekülen unter besonderer Berücksichtigung des Erlernens grundlegender Operationen im Syntheselabor. Genannt seien hier beispielhaft: Röhren, Refluxieren, Filtrieren, Pumpen, Dosieren von flüssigen, gasförmigen und festen Stoffen, Durchführen von Reaktionen bei hohen und sehr tiefen Temperaturen, Kristallisieren, Destillieren, Extrahieren, Chromatographieren, Aufbau von Glasapparaturen.</p> <p>Identifizierung von Molekülen mittels z.B. Siedepunkt, Schmelzpunkt, Brechungsindex, R<sub>f</sub>-Wert, IR-Spektrum.</p> <p>Entsorgung angefallener Chemikalien.</p> <p>Führen eines Laborjournals.</p> <p><u>Spezielle Präparative Techniken</u></p> <p>a) Seminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Techniken des Heizens, des Kühlens und der Temperaturmessung</li> <li>- Erzeugung von Vakuum, Arbeiten mit Vakuumpumpen und Vakuumapparaturen</li> <li>- Techniken zum Arbeiten unter Ausschluss von Feuchtigkeit und Sauerstoff (Schlenk-Technik, Spritzentechnik)</li> <li>- Trocknen von Laborchemikalien (Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase)</li> <li>- Gehaltsbestimmung von metallorganischen Reagenzien</li> <li>- Erzeugung von und Umgang mit Gasen im Labormaßstab</li> <li>- Umgang mit Druckgasbehältern und Druckreaktoren</li> <li>- Techniken zur Druck- und Durchflussmessung</li> </ul> <p>Weiterhin wird bei allen genannten Themen auch auf entsprechende Sicherheitsaspekte eingegangen.</p>

	<p>b) Praktischer Teil</p> <p>Erweiterung der handwerklichen Fähigkeiten im Bereich der organischen und anorganischen Synthese unter Verwendung von Schutzgastechniken und bei tiefen Temperaturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herstellung und Isolierung eines organischen Präparates unter Verwendung von empfindlichen metallorganischen Reagenzien</li> <li>- Herstellung eines luft- und feuchtigkeitsempfindlichen anorganischen Präparates (Schlenk-Technik)</li> <li>- Herstellung und Gehaltsbestimmung von metallorganischen Reagenzien</li> <li>- praktischer Umgang mit ausgewählten Reaktionsautoklaven und Synthesereaktoren unter Druck durch Erhitzen und durch Beaufschlagung mit nicht-korrosiven Gasen.</li> </ul>
Literatur	<p><u>Synthese-Praktikum</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- K.P.C. Vollhardt, N.E. Schore; <i>Organische Chemie</i>; Wiley-VCH Verlag</li> <li>- Praktikum: H. G. O. Becker; Organikum; Wiley-VCH Verlag.</li> <li>- I.O.C.-Praktikumsbuch, „Arbeitsmethoden in der Organischen Chemie“, Kreitmeier, Uni Regensburg.</li> </ul> <p><u>Spezielle Präparative Techniken</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- G. Brauer, <i>Handbuch der Präparativen Anorganische Chemie – Band I – III</i>, 2. Aufl., Ferdinand-Enke-Verlag, Stuttgart, 1960.</li> <li>- E. Schweda, <i>Jander/Blasius – Anorganische Chemie II: Quantitative Analyse und Präparate</i>; 17. Auflage; Hirzel-Verlag; Stuttgart; 2016.</li> <li>- B. Heyn, B. Hippler, G. Kreisel, H. Schreer, D. Walther, <i>Anorganische Synthesechemie</i>, 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York; 1990.</li> <li>- P. Kurz, N. Stock, „Synthetische Anorganische Chemie (Grundkurs)“, 1. Aufl., de Gruyter, Berlin/Boston, 2013.</li> <li>- U. Böhme, <i>Inertgastechnik</i>, 1. Aufl., de Gruyter, Berlin/Boston, 2020.</li> </ul>
Besonderheiten	<p><u>Synthese</u>: Maximal 12 Teilnehmer*innen pro Gruppe</p> <p><u>Spezielle Präparative Techniken</u>: Maximal 12 Teilnehmer*innen pro Gruppe</p> <p>Sowohl die Inhalte der praktikumsbegleitenden Seminare als auch die des Praktikums selber (inkl. Skripte) werden durch digitale Zusatzmaterialien ergänzt (eLearning/Moodle-Kurs „Synthesechemie Praktikum - Spezielle Präparative Techniken“)</p>
Kontakt	<p><a href="mailto:stefan.heuser@th-nuernberg.de">stefan.heuser@th-nuernberg.de</a></p> <p><a href="mailto:jens.pesch@th-nuernberg.de">jens.pesch@th-nuernberg.de</a></p> <p><a href="mailto:dennis.troegel@th-nuernberg.de">dennis.troegel@th-nuernberg.de</a></p> <p><a href="mailto:markus.hummert@th-nuernberg.de">markus.hummert@th-nuernberg.de</a></p>
Datum der letzten Änderung	23.07.2025

### 1.4.2 Strukturaufklärung in der Organischen Chemie (B23CH)

Modultitel	Strukturaufklärung in der Organischen Chemie	Modul-Nr.	B23CH	
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. Jens Pesch			
Dozierende Person	Prof. Dr. Jens Pesch			
Nummer im Studienplan	B23CH	Pflichtmodul	X	
Regelsemester	5 (WS)	Wahlpflichtmodul		
Lehrform		Art	SWS	
Vorlesung		SU	2	
Praktikum		Ü/Pr	4	
	SU: Seminaristischer Unterricht; Ü: Übung; S: Seminar; Pr: Praktikum Max. Gruppengrößen: SU 80; Ü: 25; S: 60; Pr: 12			
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle	
Vorlesung	26 Stunden	64 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung / Note	
Übung/Praktikum	52 Stunden	38 Stunden	Übungen & Protokolle / mE	
Summe	78 Stunden	102 Stunden		
	Gesamt: 180 Stunden			
	WS: 13 Wochen Lehre; SS: 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde			
Eingangsvoraussetzungen	Pr: siehe SPO, Allgemeine und laborspezifische Sicherheitsunterweisung, gültige Haftpflichtversicherung für Laborpraktika, selbstverfasste und freigegebene versuchsspezifische Betriebsanweisung für jeden Versuch			
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	VL: alle Lehrinhalte des ersten Studienabschnitts; im Besonderen die Lehrinhalte zur UV/Vis- und IR-Spektroskopie und der Massenspektrometrie aus dem Modul B13 „Grundlagen der Instrumentellen Analytik“ Pr: für den Umgang mit den typischen Arbeitstechniken ist das vorherige Absolvieren min. eines Semesters des Moduls B22CH „Synthese für Chemiker“ empfohlen			
Lernziel	Die Studierenden können Reinsubstanzen und einfache Gemische organischer Verbindungen, z.B. als Endprodukt einer Synthese, mittels der spektroskopischen Methoden der UV-/Vis-, der IR- und der NMR-Spektroskopie sowie der Massenspektrometrie identifizieren und charakterisieren. Sie sind in der Lage Messproben für die IR- und NMR-Spektroskopie vorzubereiten und mit diesen an ausgewählten Geräten die entsprechenden Spektren aufzunehmen. Mit Hilfe der zu den Geräten gehörenden oder freizugänglichen Auswertungssoftware können sie die Rohdaten zu interpretierbaren Spektren umwandeln. Sie sind mit typischen Störsignalen und messtechnischen Artefakten vertraut und können diese von den durch die Substanzen erzeugten Messsignalen unterscheiden.			

<b>Inhalt</b>	Wiederholung der physikalischen Grundbegriffe zur Theorie der UV/Vis-, IR- und NMR-Spektroskopie sowie der Massenspektrometrie. <b>UV/Vis-Spektroskopie:</b> Korrelation zwischen Molekülstruktur und Spektren, Theorie und Anwendung der Solvatochromie nach Reichhardt. <b>IR-Spektroskopie:</b> verschiedene Probenpräparationsmethoden. Typische Signalbanden der verschiedenen Verbindungsklassen und deren Interpretation zur Identifizierung dieser Verbindungen. Interpretation von Störbanden. <b>NMR-Spektroskopie:</b> Aufbau eines typischen NMR-Spektrometers. Probenvorbereitung und typische Lösungsmittel. Ein- und zweidimensionale $^1\text{H}$ - und $^{13}\text{C}$ -Spektren und deren Interpretation zur Strukturaufklärung. <b>Massenspektrometrie:</b> Bestimmung der Summenformel org. Verbindungen aus dem Massenspektrum, Vertiefung der Interpretation von El-Massenspektren anhand typischer Molekülfragmente und Fragmentierungsmuster, Formulierung der Fragmentierungsreaktionen zur Charakterisierung von organischen Verbindungen.
<b>Inhalt</b> <b>Praktikum</b>	Interpretation von verschiedenen IR- und Massenspektren unterschiedlicher organischer Verbindungen. Umgang mit einer typischen freizugänglichen Software zur Aufbereitung von NMR-Rohdaten (FID) zur Erstellung von interpretierbaren NMR-Spektren. Aufbereitung von gestellten NMR-Rohdaten (FID) und Interpretation der NMR-Spektren verschiedener organischer Verbindungen. Erstellung von versuchsspezifischen Betriebsanweisungen und der Planung von zwei Synthesen in verschiedenen Varianten. Durchführung der Synthesen und Herstellung von entsprechenden Substanzgemischen bzw. Reinsubstanzen zur Untersuchung und Charakterisierung. Probenvorbereitung und Aufnahme von IR- und NMR-Spektren zur Untersuchung der selbsthergestellten Proben. Eigenständige Aufbereitung der NMR-Rohdaten (FID). Interpretation der erhaltenen IR- und NMR-Spektren. Verfassen von zwei Arbeitsberichten inkl. Beschreibung der Durchführung der Synthesen, Interpretation der Spektren und kritischer Diskussion der Ergebnisse.
<b>Literatur</b>	<p><b>Allgemeine Lehrbücher zur Organischen Chemie inkl. Spektroskopie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>P.Y. Bruice; <i>Organische Chemie</i>; 5. Aufl. 2011 Pearson Studium Verlag</li> <li>J. Clayden, N. Greeves, S. Warren; <i>Organische Chemie</i>; 2. Aufl. 2013 Springer-Spektrum Akademischer Verlag</li> </ul> <p><b>Lehrbücher zur Spektroskopie und Strukturaufklärung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>S. Bienz, H. Meier, L. Bigler, T. Fox; <i>Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie (Hesse/Meier/Zeeh)</i>; 9. Auf. 2016 Thieme Verlag</li> <li>J.B. Lambert, S. Gronert, H.F. Shurvell, D.A. Lightner; <i>Spektroskopie - Strukturaufklärung in der organischen Chemie</i>; 2. Auf. 2012 Pearson Verlag</li> </ul> <p><b>Lehrbücher zur Praktischen Organischen Chemie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>K. Schwetlick; <i>Organikum</i>; 24. Auflage 2015 Wiley-VCH Verlag.</li> <li>Kreitmeier; I.O.C.-Praktikumsbuch <i>Arbeitsmethoden in der Organischen Chemie</i>; <a href="http://www.ioc-praktikum.de">www.ioc-praktikum.de</a>; letzter Aufruf 17.05.2017.</li> <li>R. Brückner, S. Braukmüller, H.-D. Beckhaus, J. Dirksen, D. Goeppel, M. Oestreich; <i>Praktikum Präparative Organische Chemie - Organisch-chemisches Fortgeschrittenenpraktikum</i>; 1. Aufl. 2009 Spektrum Akademischer Verlag</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	Das Praktikum und die Übungen werden in einem Moodle-Kurs auf der eLearning-Plattform der THN organisiert.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:Jens.Pesch@th-nuernberg.de">Jens.Pesch@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	09.09.2025

### 1.4.3 Anorganische Chemie für Fortgeschrittene (B24CH)

Modultitel	Anorganische Chemie für Fortgeschrittene	Modul-Nr.	B24CH	
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. D. Troegel			
Nummer im Studienplan	B24CH	Pflichtmodul	X	
Regelsemester	5 (WS)	Wahlpflichtmodul		
Lehrform		Art	SWS	
Vorlesung	Prof. Dr. Troegel	SU	4	
Praktikum	Prof. Dr. Troegel	Pr	2	
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20			
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle	
Vorlesung	52 Stunden	38 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts, der Übungen und des Praktikums.	
Praktikum	26 Stunden	64 Stunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Führen eines Laborjournals mit Dokumentation und Auswertung der Praktikumsversuche</li> <li>- Mündliche Präsentation + Poster zu einem gewählten Thema</li> </ul>	
<b>Summe</b>	<b>78 Stunden</b>	<b>102 Stunden</b>		
	<b>Gesamt: 180 Stunden</b>			
<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde				
Eingangsvoraussetzungen	Pr: siehe SPO, Sicherheitsbelehrung, gültige Labor-Haftpflichtversicherung			
Empfohlene Eingangsvo-raussetzungen	Abgeschlossene und bestandene Module B1, B2 und B9			
Lernziel	Vorlesung: Aufbauend auf den im 1.+ 2. Semester vermittelten Inhalten der Vorlesungen „Allgemeine Chemie“ und „Anorganische Stoffchemie“ sollen die Studierenden vertieft in die anorganische Chemie der Nebengruppen eingeführt werden. Die Studierenden sind nach Abschluss dieses Moduls in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>- anhand des Periodensystems der Elemente Aufbau und Struktur von Komplexverbindungen herzuleiten und zu erläutern</li> </ul>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- anhand verschiedener Bindungstheorien (VB-Theorie, Ligandenfeldtheorie, MO-Theorie) die Reaktivität sowie physikalisch-chemische Eigenschaften von Komplexverbindungen vorherzusagen und zu beschreiben</li> <li>- anhand des Periodensystems chemische Eigenschaften, Strukturen und Reaktionen der Nebengruppenelemente und ihrer Verbindungen abzuleiten und für chemische Fragestellungen anzuwenden,</li> <li>- den räumlichen Aufbau von Molekülen, Komplexen und Festkörpern zu beschreiben und vorherzusagen,</li> <li>- einfache Struktur-Wirkungsbeziehungen zwischen dem molekularen Aufbau chemischer Elemente und Verbindungen und den resultierenden Eigenschaften und Reaktivitäten herzuleiten und anzuwenden,</li> <li>- wichtige industrielle Verfahren zur Herstellung der Nebengruppenelemente und ihrer Verbindungen ausgehend von mineralischen Rohstoffen zu beschreiben und in Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit einzuschätzen,</li> <li>- Anwendungsfelder der Nebengruppenelemente und ihrer Verbindungen zu benennen und umgekehrt für verschiedene Anwendungszwecke geeignete Verbindungen/Produkttypen auszuwählen,</li> </ul> <p>Praktikum: Einfache bis anspruchsvolle präparative Techniken zur Herstellung anorganischer Stoffe sollen erlernt, angewendet und sicher beherrscht werden. Im Fokus steht die Synthese verschiedener Stoffklassen, v.a. Salze, kovalente Verbindungen, gasförmige Verbindungen, Komplexe und Festkörper. Der Umgang mit Gasen soll erlernt und sicher eingesetzt werden. Gefahrstoffdaten zu den eingesetzten Stoffen und hergestellten Verbindungen sollen ermittelt und Betriebsanweisungen zu den durchgeföhrten Versuchen erstellt werden. Die Durchführung korrekter Ansatzberechnungen und Ausbeutebestimmungen soll erlernt und zuverlässig angewendet werden.</p> <p>Im Rahmen des Praktikums und des Seminars sollen die Studierenden ihre Fähigkeit zur Gruppenarbeit weiter vertiefen. Sie arbeiten Kurzvorträge aus, entwerfen Vortragsfolien und Poster und entwickeln ihre Kommunikation und Präsentationsfähigkeit weiter.</p>
<b>Inhalt Vorlesung</b>	Chemie der Elemente der Nebengruppen („Stoffchemie“): Eigenschaften und Vorkommen der Elemente; Herstellung der Elemente; Wichtige Verbindungen/Verbindungsklassen der Elemente; Anwendungen von Nebengruppenelementverbindungen; industriell relevante Prozesse (Eisen-/Stahlherstellung, Kupfergewinnung, Mond-Verfahren etc.). Konzepte und Exkurse, v. a. zur Komplexchemie: Struktur und Geometrie von Komplexen; Chemische Bindung in Komplexen (Edelgasregel, Ligandenfeldtheorie, MO-Theorie); Bedeutung/Anwendungen von Komplexen in Chemie, Technik und Biochemie. In den begleitenden Übungen innerhalb der Vorlesung werden die erarbeiteten Grundlagen durch beispielhafte Aufgaben vertieft.
<b>Inhalt Praktikum</b>	<p>Anorganische Präparate</p> <p>Jede Gruppe (2 Studenten) muss die vorgegebenen Präparate herstellen bzw. Analysen durchführen. Über die Versuche ist ein Laborjournal zu führen und jeweils ein Versuchseintrag anzufertigen. Im Vordergrund stehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionen mit Gasen (Gas-Lösung; Gas-Festkörper)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthesen von Festkörpern (Hochtemperaturreaktionen)</li> <li>• Elektrolyseverfahren</li> <li>• Koordinationsverbindungen der d- und p-Block-Elemente (Fällung; Kristallzucht; Analyse via UV-Vis)</li> <li>• Molekulare Verbindungen von p-Block-Elementen (Destillation)</li> <li>• Polyoxoanionen (Fällung; Analyse via Titration)</li> <li>• Herstellung von Legierungen</li> </ul> <p>Zum Ende des Praktikums findet ein Seminar statt, in dem die Studierenden Kurvvorträge zu Themen der Anorganischen Chemie halten. Die Themen dafür werden zu Beginn des Semesters bekannt gegeben bzw. von den Studierenden selber gewählt.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- E. Riedel/ C. Janiak: Anorganische Chemie, 9. Auflage, de Gruyter, Berlin/Boston (2015)</li> <li>- B. Weber: Koordinationschemie, 1. Auflage, Springer Spektrum, Berlin/Heidelberg (2014)</li> <li>- Holleman / Wiberg; Anorganische Chemie – Band 2: Nebengruppenelemente, Lanthanoide, Actinoide, Transactinoide, 103. Auflage, de Gruyter, Berlin/New York (2016)</li> <li>- M. Binnewies, et al. Allgemeine und Anorganische Chemie; Spektrum Akademischer Verlag, 1. Aufl., (2003)</li> <li>- W. Ternes: Biochemie der Elemente, 1. Auflage, Springer Spektrum, Berlin/Heidelberg (2013)</li> <li>- U. Böhme: Anorganische Chemie für Dummies, 3. Auflage, Wiley-VCH, Weinheim (2019)</li> <li>- H. Sicius: Handbuch der chemischen Elemente, Springer, Berlin (2021)</li> <li>- E. Riedel, C. Janiak: Übungsbuch Allgemeine und Anorganische Chemie, 3. Aufl., de Gruyter, Berlin/München/Boston (2015)</li> <li>- E. Schweda: Jander/Blasius, Anorganische Chemie II – Quantitative Analyse und Präparate; S. Hirzel-Verlag, Stuttgart, 18. Aufl. (2016)</li> <li>- P. Kurz, N. Stock, „Synthetische Anorganische Chemie (Grundkurs)“, 1. Aufl., de Gruyter, Berlin/Boston, 2013.</li> </ul>
Besonderheiten	<p>Praktikumsunterlagen werden in Form von PDF-Files im eLearning-Portal der TH zur Verfügung gestellt.</p> <p>Sowohl die Inhalte der Vorlesung, des seminaristischen Unterrichts als auch die des Praktikums werden durch digitale Zusatzmaterialien ergänzt (eLearning/Moodle-Kurs „B24CH Anorganische Chemie für Fortgeschritten“)</p> <p>Für die Abschlussprüfung zur Vorlesung können im laufenden Semester durch Erstellung eines Kurvvortrags und eines zugehörigen Posters Bonuspunkte gesammelt werden, die auf die Punkte in der Abschlussklausur angerechnet werden.</p>
Kontakt	<a href="mailto:dennis.troegel@th-nuernberg.de">dennis.troegel@th-nuernberg.de</a>
Datum der letzten Änderung	16.07.2025

#### 1.4.4 Kinetik (B25CH)

Modultitel	Kinetik	Modul-Nr.	B25CH			
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. P. Brüggemann</b>					
Dozent*in	Prof. Dr. P. Brüggemann, Prof. Dr. D. Sachsenheimer					
Nummer im Studienplan	B25CH	<b>Pflichtmodul</b>		X		
Regelsemester	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>				
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)		
Vorlesung	Prof. Dr. P. Brüggemann	SU	2	3		
Praktikum	Prof. Dr. Brüggemann, Prof. Dr. Sachsenheimer.	Pr	2	2		
	SU: Seminaristischer Unterricht; Ü: Übung; S: Seminar; Pr: Praktikum					
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle			
Vorlesung	28 Stunden	62 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min / Note			
Praktikum	28 Stunden	32 Stunden	pro Versuch ein Kolloquium und Protokoll			
<b>Summe</b>	<b>56 Stunden</b>	<b>94 Stunden</b>				
	<b>Gesamt: 150 Stunden</b>					
	WS: 13 Wochen Lehre; SS: 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde					
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Praktikum: Bestandene Prüfungen „Grundlagen der Chemischen Thermodynamik“ (B5) und „Grundlagen der Elektrochemie und chemischen Reaktionskinetik“ (B10). Sofern eine der beiden Prüfungen bestanden ist, kann durch ein Eingangskolloquium die Zulassung zum Praktikum erlangt werden. Sicherheitsbelehrung					
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Bestandene Module „Grundlagen der Chemischen Thermodynamik“ (B5) und „Grundlagen der Elektrochemie und chemischen Reaktionskinetik“ (B10)					
<b>Lernziel</b>	Die Studierenden erlangen Kenntnisse über physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten der Bewegungskinetik ungeladener und geladener Teilchen, sowie der chemischen Reaktionskinetik und deren Anwendungen bei typischen industriellen Fragestellungen. Im Praktikum erlangen Sie darüber hinaus die Kompetenz eigenständig Versuche durchzuführen, Messergebnisse in geeigneter Weise aufzuarbeiten, Versuche zu protokollieren und Ergebnisse zu interpretieren.					
<b>Inhalt Vorlesung</b>	1) <b>Bewegungskinetik:</b> Verhalten von Fluiden im Temperatur- (Wärmeleitfähigkeit), Druck- (Viskosität) oder Konzentrationsgradienten (1. und 2. Ficksches Diffusion). 2) <b>Chemische Reaktionskinetik:</b> Komplexe Reaktionen (Folge- und Parallelreaktionen), Einfluss von Temperatur, Lösemittel, Ionenstärke (Theo-					

	<p>rie des aktivierte Übergangkomplexes) und Katalysator (Homogene Katalyse, Enzymkatalyse) auf Reaktionsgeschwindigkeit</p> <p><b>3) Grenzflächenprozesse und -reaktionen:</b> Adsorption aus Flüssigkeiten und Gasen (Langmuir, Freundlich, BET), Auflösen von Feststoffen, Reaktionen von Festkörperoberflächen (z.B. Verzunderung), Heterogene Katalyse</p>
<b>Inhalt Praktikum</b>	<p>Das Praktikum umfasst den Stoff der Module „<i>Grundlagen der Chemischen Thermodynamik</i>“ (B5), „<i>Grundlagen der Elektrochemie und chemischen Reaktionskinetik</i>“ (B10) und „<i>Kinetik</i>“ (B25CH). Zu folgenden Themengebieten werden Versuche angeboten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Bewegungskinetik ungeladener und geladener Teilchen (Viskosität von Gasen und Flüssigkeiten, Leitfähigkeit, Diffusion)</li> <li>2) Abhängigkeit der Reaktionskinetik chemischer Reaktionen und enzymatisch katalysierter Reaktionen von der Konzentration der Reaktanden, vom pH-Wert, Ionenstärke oder Temperatur.</li> <li>3) Ad- und Desorption aus Lösungen (Langmuir, Freundlich) und aus Gasphase (BET) an Feststoffen.</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<p><u>Vorlesung / Übungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- P.W. Atkins; Physikalische Chemie; Wiley-VCH Verlag</li> <li>K.-H. Jacob, P. Brüggemann; <i>Übungsaufgaben zum Modul Kinetik</i>; TH Nürnberg.</li> </ul> <p><u>Praktikum:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- K.-H. Jacob, P. Brüggemann, D. Sachsenheimer; <i>Praktikumsskript zu den Modulen Grundlagen der Physikalischen Chemie und Kinetik</i>.</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	Folien und weitere Materialien zur Vorlesung, Übungsaufgaben und deren Lösungen, sowie vorangegangene Prüfungen mit ihren Lösungen stehen in Form von PDF-Files im Intranet der Hochschule zur Verfügung. Im Rahmen eines zusätzlich angebotenen Tutoriums werden Aufgaben gerechnet.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:philipp.brueggemann@th-nuernberg.de">philipp.brueggemann@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	09.09.2025

#### 1.4.5 Instrumentelle Analytik für Fortgeschrittene (B26CH)

Modultitel	Instrumentelle Analytik für Fortgeschrittene	Modul-Nr.	B26CH			
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. M. Eichelbaum</b>					
Nummer im Studienplan	B26CH	<b>Pflichtmodul</b>		X		
Regelsemester	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>				
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)		
Vorlesung	Prof. Dr. M. Eichelbaum Prof. Dr. B. Götzinger	SU	2	3		
Praktikum	Prof. Dr. M. Eichelbaum Prof. Dr. B. Götzinger	Pr	4	3		
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20					
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle			
Vorlesung	28 Stunden	62 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts, und des Praktikums.			
Praktikum	56 Stunden	34 Stunden	- ggf. Kolloquium an den oder schriftliche Eingangstests vor den Praktikumstagen - Anfertigung von Protokollen zu den Versuchen (Gruppe)			
<b>Summe</b>	<b>84 Stunden</b>	<b>96 Stunden</b>	<b>Gesamt: 180 Stunden</b> <b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde			
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Pr: siehe SPO, Sicherheitsunterweisung, gültige Labor-Haftpflichtversicherung					
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Grundlagen der Instrumentellen Analytik (B139)					
Lernziel	Vertiefung der Kenntnisse zu ausgewählten Analysen- und Trennverfahren. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Probenvorbereitung, darunter Festphasenextraktion (SPE), UV- und Mikrowellenaufschluss</li> <li>- Methodenentwicklung, -optimierung und Qualitätskontrolle</li> <li>- Qualitative und quantitative Analyse von Stoffgemischen</li> </ul>					

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spezielle Trenntechniken</li> <li>- Präparative Chromatographie</li> <li>- Elektroanalytik</li> <li>- Instrumentelle Elementanalytik</li> </ul> <p>Den Studierenden wird die Fähigkeit vermittelt, Stoffgemische sicher zu analysieren und Komponenten sowie Elemente zu quantifizieren. Schwerpunktmaßig werden die Analysentechniken Gaschromatographie (GC) und Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC), Festphasenextraktion (SPE), Atomspektrometrie (u.a. AAS, AES, RFA, ICP-MS) und Voltammetrie vertieft.</p>
<b>Inhalt Vorlesung</b>	Vertiefende Theorie Chromatographie inkl. präparative HPLC sowie zur Elementanalytik/Atomspektrometrie und Voltammetrie; Auswahl einer geeigneten Methode anhand der Eigenschaften der Analyten; Analysenplanung, Probenvorbereitung in komplexer Matrix, Entwicklung und Optimierung analytischer Trennmethoden für organische und anorganische Stoffgemische; Quantifizierung von ausgewählten Komponenten eines komplexen organischen Stoffgemisches; Vergleich von Methoden der Elementanalytik; Methodenvalidierung.
<b>Inhalt Praktikum</b>	<p>Arbeiten in Projektteams mit spezifischen Aufgabenverteilungen sowie im weiteren Verlauf Know-How-Transfer. Selbstständige Planung, Probenvorbereitung, Entwicklung und Optimierung einer geeigneten analytischen Trennmethode zur qualitativen und quantitativen Analyse eines organischen Stoffgemisches mittels chromatographischer Methoden. Übertragung von Konzepten zwischen verschiedenen Analysenmethoden. Überprüfung der Systemeignung der entwickelten Methode. Probenvorbereitung mittels SPE.</p> <p>Aufschluss, Probenvorbereitung und Analyse von Lebensmitteln und Umweltproben mittels ICP-OES und Voltammetrie; Berechnung von Nachweis- und Bestimmungsgrenzen sowie Angabe des Vertrauensbereiches.</p> <p>Verfassen eines strukturierten Analysenberichtes.</p>
<b>Literatur</b>	<p><b>Lehrbücher:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Kromidas; Validierung in der Analytik, 2. Aufl. Wiley-VCH (2011)</li> <li>• G. Schwedt, C. Vogt; Analytische Trennmethoden; 1.Aufl. (2010) Wiley-VCH</li> <li>• M. Otto; Analytische Chemie; 5. Aufl. (2019) Wiley-VCH</li> <li>• D. Skoog et al.; Instrumentelle Analytik; 2. Aufl. (2013) Springer Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• K. Cammann; Instrumentelle Analytische Chemie; 1. Aufl. (2000) Springer Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• K. Kaltenböck; Chromatographie für Einsteiger; 1. Aufl. (2008) Wiley-VCH</li> <li>• H.-J. Hübschmann; Handbook of GC-MS: Fundamentals and Applications; 3rd Edt. (2015) Wiley-VCH</li> <li>• D. C. Harris, Lehrbuch der Quantitativen Analyse, Springer-Verlag</li> </ul>

	<p>(2014)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Schlemmer, L. Balcaen, J. L. Todolí, M. W. Hinds, Elemental Analysis: An Introduction to Modern Spectrometric Techniques, Walter de Gruyter (2019)</li> <li>• M. H. Gey, Instrumentelle Analytik und Bioanalytik, Springer-Verlag (2015)</li> <li>• H. Günzler et al. (Hrsg.), Elementaranalytik: Highlights aus dem Analytiker-Taschenbuch, Springer-Verlag (1996)</li> <li>• A. J. Bard, L. R. Faulkner, Electrochemical Methods – Fundamentals and Applications; John Wiley&amp; Sons (2001)</li> <li>• G. Henze, R. Neeb; Elektrochemische Analytik, Springer-Verlag (1986)</li> <li>• G. Henze; Polarographie und Voltammetrie: Grundlagen und analytische Praxis, Springer-Verlag (2001)</li> </ul> <p><b>Praxis-Bücher:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Kolb; Gaschromatographie in Bildern; 2. Aufl. (2002) Wiley-VCH</li> <li>• W. Röpke; Der HPLC-Schrauber; 1. Aufl. (2013) Wiley-VCH</li> <li>• V. Meyer; Praxis der Hochleistungs-Flüssigchromatographie; 9. Aufl. (2012) Wiley- VCH</li> <li>• S. Kromidas; HPLC richtig optimiert; 1 Aufl. (2012) Wiley-VCH</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben und Praktikumsskripte sowie weitere digitale Inhalte werden in den jeweiligen Moodle-Kursen zur Verfügung gestellt.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:maik.eichelbaum@th-nuernberg.de">maik.eichelbaum@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	26.02.2025

#### 1.4.6 Chemische Feststoffverfahrenstechnik (CFVT) (B27CH)

Modultitel	Chemische Feststoffverfahrenstechnik (CFVT)	Modul-Nr.	B27CH	
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. P. Brüggemann</b>			
Nummer im Studienplan	B27CH	<b>Pflichtmodul</b>		X
Regelsemester	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>		
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)
Vorlesung	Dr. P. Brüggemann Dr. F. Wolff-Fabris (Lehrbe-auftragter)	SU	1,5 0,5	3
Übung	Dr. P. Brüggemann	Ü / Pr	2	2
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum			
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle	
Vorlesung	28 Stunden	62 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die In-halte der Vorlesung und Übungen	
Übungen	28 Stunden	32 Stunden	Abschlusskolloquium (mE)	
<b>Summe</b>	<b>56 Stunden</b>	<b>94 Stunden</b>		
	<b>Gesamt 150 Stunden</b>			
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde			
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Keine			
<b>Empfohlene Eingangsvo-raussetzungen</b>	Mathematik, Grundoperationen der Chemischen Technik, Computer-anwendung in der Chemie, Grundlagen der chemischen Thermodynamik, Phasengleichgewichtsthermodynamik.			
<b>Lernziel</b>	Die Studierenden verstehen die Eigenschaften fester partikulärer Materialien und disperser Systeme und wissen, wie solche im Labormaßstab hergestellt und weiterverarbeitet werden. Sie erlangen die Kompetenz, die wichtigsten Eigenschaften solcher Partikelgrößenverteilungen zu quantifizieren und zu analysieren.			
<b>Inhalt Vorlesung</b>	<p><b>1. Einzelpartikel und Partikelkollektive (Brüggemann)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalentdurchmesser, Formfaktoren, spez. Oberfläche</li> <li>• Packungsstrukturen (ideale, reale Packungen; Lückengrad, Schüttdichte, wahre und scheinbare Dichte)</li> <li>• Partikelgrößenverteilungen: allgemeine Darstellung nach Mengenart, Verteilungsdichtefunktionen und Verteilungs-summenfunktionen, charakteristische Kenngrößen von Verteilungen, Approximationsfunktionen.</li> </ul>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Methoden zur Charakterisierung von Partikelkollektiven (Siebanalyse, Sedimentationsverfahren, Bildanalyse)</li> <li>Anwendungen von Partikelgrößenverteilungen in der Industriellen Chemie (Druckverlust, Absetzverhalten,...)</li> </ul> <p><b>2. Herstellung und Charakterisierung von Dispersionen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herstellung von Feststoffpartikeln durch Kristallisation (inkl. physikalische-chemische Grundlagen), Redoxreaktionen und Zerkleinern.</li> <li>Herstellung von Suspensionen im Labormaßstab.</li> <li>Charakterisierung von Suspensionen (Streuverfahren: statische Lichtstreuung, Dynamische Lichtstreuung; Zentrifuge)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Stieß, M. (2009): <i>Mechanische Verfahrenstechnik</i>, 3. Auflage, Band 1, Springer Verlag</p> <p>- Vauck, W.R.A., Müller, H.A. (2003): <i>Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik</i>, John Wiley &amp; Sons, Incorporated</p>
<b>Besonderheiten</b>	Im Rahmen der Vorlesungen werden Übungsaufgaben gerechnet und in einem Abschlusskolloquium von den Studierenden präsentiert.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:philipp.brueggemann@th-nuernberg.de">philipp.brueggemann@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	09.09.2025

### 1.4.7 Makromolekulare Chemie und Kunststofftechnik (B28CH)

Modultitel	Makromolekulare Chemie und Kunststofftechnik	Modul-Nr.	B28CH			
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr.-Ing. Söthje					
Dozent*in	Prof. Dr.-Ing. Söthje					
Nummer im Studienplan	B28CH	<b>Pflichtmodul</b>		X		
Regelsemester	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>				
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)		
Vorlesung	Dr.-Ing. Söthje	SU	2	3		
Praktikum	Dr.-Ing. Söthje	Pr	2	2		
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20					
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle			
Vorlesung	28 Stunden	62 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung, Seminare und des Praktikums			
Praktikum	28 Stunden	32 Stunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kolloquium zu jedem Versuch</li> <li>- Anfertigung von Protokollen zu jedem Versuch</li> <li>- Abschluss test</li> </ul>			
<b>Summe</b>	<b>56 Stunden</b>	<b>94 Stunden</b>				
	<b>Gesamt: 150 Stunden</b>					
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde					
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Pr: siehe SPO, Sicherheitsbelehrung					
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Organische Reaktionsmechanismen und Stoffchemie (insbesondere Lehrveranstaltung B: Makromolekulare Chemie)					
<b>Lernziel</b>	<p>Die Studierenden vertiefen ihr Verständnis für die grundlegenden Prinzipien der Polymere und lernen, diese gezielt auf die Synthese von Polymeren anzuwenden. Sie erwerben die Fähigkeit, die radikalische Polymerisation von Acrylnitril unter Berücksichtigung technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte zu planen und durchzuführen. Dabei entwickeln sie ein kritisches Bewusstsein für die Bedeutung von Schutzgastechniken und Stabilisatorabtrennung im Kontext industrieller Polymerisationsprozesse.</p> <p>Darüber hinaus erwerben die Studierenden ein breites Verständnis zentraler Konzepte der Kunststofftechnik. Im begleitenden Praktikum wenden</p>					

	<p>die Studierenden ihr theoretisches Wissen praktisch an. Sie lernen verschiedene Verfahren der Kunststoffverarbeitung kennen – darunter Walzen, Pressen, Extrusion und Spritzguss – und stellen eigenständig Kunststoffproben her. In einem weiteren Schritt führen sie mechanische Prüfverfahren wie Zug-, Schlagbiege- und Härteprüfungen durch, um die hergestellten Materialien hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu analysieren. So entwickeln sie ein umfassendes Verständnis für den Zusammenhang zwischen chemischer Struktur, Verarbeitungstechnologie und mechanischem Verhalten von Kunststoffen. Abschließend synthetisieren die Studierenden Polyacrylnitril.</p>
<b>Inhalt Vorlesung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung der Grundlagen zu Struktur, Eigenschaften und Klassifizierung von Polymeren</li> <li>• Auffrischung der zentralen Konzepte der Radikalchemie, insbesondere Reaktionsmechanismen und Stabilität von Radikalen</li> <li>• Einführung in die radikalische Polymerisation von Acrylnitril</li> <li>• Technische Umsetzung unter Schutzgasatmosphäre zur Vermeidung von Nebenreaktionen</li> <li>• Verfahren zur Abtrennung von Stabilisatoren</li> <li>• Diskussion sicherheitsrelevanter Aspekte und praktischer Herausforderungen bei der Synthese</li> </ul>
<b>Inhalt Praktikum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbereitung inkl. Walzen</li> <li>• Pressen und Extrusion (Rohrextrusion)</li> <li>• Spritzguss</li> <li>• Mechanische Kunststoffprüfung (Zugprüfung, Schlagbiegeprüfung, Härteprüfung)</li> <li>• Radikalische Polymerisation von Acrylnitril</li> </ul> <p>Jede Gruppe (max. 10 Studenten) muss die vorgegebenen Versuche durchführen.</p> <p>Parallel zum Praktikum findet ein Seminar statt, in dem die Studenten in konzentrierter Form über den Stoff des jeweiligen Versuches unterrichtet werden.</p>
<b>Literatur</b>	<p>H. Vitzthum, H. Aumüller, H. Schlachter, G. Wehnert, D. Söthje: <i>Praktikumsskripten Kunststofftechnik</i>, TH Nürnberg, Nürnberg.</p> <p>D. Söthje, G. Wehnert: <i>Skriptum Makromolekulare Chemie</i>, TH Nürnberg, Nürnberg.</p> <p>B. Tieke: <i>Makromolekulare Chemie</i>, Wiley-VCH, neueste Auflage.</p> <p>A. Franck: <i>Kunststoffkompendium</i>, Vogel-Verlag, neueste Auflage.</p> <p>O. Schwarz, F.-W. Ebeling, B. Furth: <i>Kunststoffverarbeitung</i>, Vogel-Verlag, neueste Auflage.</p>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Vorlesungsskript und Foliensatz werden als PDF-Dateien auf MOODLE und im Intranet der Hochschule zur Verfügung gestellt.</p> <p>Praktikumsunterlagen werden in Form von PDF-Dateien auf MOODLE und im Intranet der Hochschule zur Verfügung gestellt.</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:dominik.soethje@th-nuernberg.de">dominik.soethje@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	13.08.2025

## 1.5 Modulbezeichnung – Fächer 2. Studienabschnitt (Studienrichtung Technische Chemie)

### 1.5.1 Synthese-Praktikum für Technische Chemiker (B22TC)

<b>Modultitel</b>	<b>Synthese-Praktikum für Technische Chemiker</b>			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B22TC</b>		
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. S. Heuser</b>						
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. Heuser, Prof. Dr. Pesch						
<b>Nummer im Studienplan</b>	B22TC	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>		
<b>Regelsemester</b>	5 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>					
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>		
Praktikum	Prof. Dr. Heuser Prof. Dr. Pesch	Pr	6	5			
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 40						
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>		<b>Leistungskontrolle</b>			
	78 Stunden	72 Stunden		Versuchsprotokolle und Abschluss-kolloquium / mE			
	<b>Gesamt: 150 Stunden</b>						
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde						
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Pr: siehe SPO, Sicherheitsbelehrung, gültige Labor-Haftpflichtversicherung						
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	B1, B2, B6, B7						
<b>Lernziel</b>	Die Studierenden erlangen Fertigkeiten im sachgerechten Umgang mit festen, flüssigen und gasförmigen Chemikalien. Dies beinhaltet die Abschätzung ihres Gefahrenpotenzials bei Lagerung, Transport, Entsorgung und bei der Durchführung von Experimenten.  Sie können grundlegende Arbeitstechniken im Syntheselabor sicher durchführen sowie Syntheseapparaturen gemäß der Synthesevorschrift sinnvoll planen.  Sie beherrschen Fertigkeiten zur exakten und vollständigen Dokumentation chemischer Experimente						
<b>Inhalt</b>	Beschaffung der sicherheitsrelevanten Daten aller eingesetzten und hergestellten Chemikalien.  Planung des Versuchsablaufes unter Berücksichtigung chemischer und sicherheitsrelevanter Gesichtspunkte.  Synthese von Molekülen unter besonderer Berücksichtigung des Erlernens grundlegender Operationen im Syntheselabor. Genannt seien hier						

	<p>beispielhaft: Röhren, Refluxieren, Filtrieren, Pumpen, Dosieren von flüssigen, gasförmigen und festen Stoffen, Durchführen von Reaktionen bei hohen und sehr tiefen Temperaturen, Kristallisieren, Destillieren, Extrahieren, Chromatographieren, Aufbau von Glasapparaturen.</p> <p>Identifizierung von Molekülen mittels z.B. Siedepunkt, Schmelzpunkt, Brechungsindex, R<sub>f</sub>-Wert, IR-Spektrum.</p> <p>Entsorgung angefallener Chemikalien.</p> <p>Führen eines Laborjournals.</p>
<b>Literatur</b>	K.P.C. Vollhardt, N.E. Schore; <i>Organische Chemie</i> ; Wiley-VCH Verlag J. Clayden, N. Greeves, S. Warren and P. Wothers; <i>Organic Chemistry</i> ; Oxford University Press Praktikum: H. G. O. Becker; <i>Organikum</i> ; Wiley-VCH Verlag. I.O.C.-Praktikumsbuch, „Arbeitsmethoden in der Organischen Chemie“, Kreitmeier, Uni Regensburg.
<b>Besonderheiten</b>	
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:Stefan.Heuser@th-nuernberg.de">Stefan.Heuser@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	23.07.2025

### 1.5.2 Prozess- und Wärmelehre (B23TC)

Modultitel	Prozess- und Wärmelehre	Modul-Nr.	B23TC			
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. C. Busse</b>					
Dozent*in	Prof. Dr. P. Brüggemann Prof. Dr. C. Busse					
Nummer im Studienplan	B23TC	<b>Pflichtmodul</b>		X		
Regelsemester	5 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>				
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)		
Prozesslehre	Prof. Dr. C. Busse	SU	2	2		
	Prof. Dr. C. Busse	Ü	1	1		
Wärmelehre	Prof. Dr. P. Brüggemann	SU	2	2		
	Prof. Dr. P. Brüggemann	Ü	1	1		
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20					
Arbeitsaufwand	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>			
Wärmelehre	39 Stunden	51 Stunden	Schriftliche Prüfung 120 min über die Inhalten der Vorlesungen und der Übungen			
Prozesslehre	39 Stunden	51 Stunden				
<b>Summe</b>	<b>78 Stunden</b>	<b>102 Stunden</b>	<b>Gesamt: 180 Stunden</b>			
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde					
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Keine					
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Grundoperationen der Chemischen Technik (B12)					
<b>Lernziel</b>	<b>Prozesslehre</b> Kenntnis der Rohstoffe der chemischen Industrie und deren Verfügbarkeiten. Kenntnis der historischen, stofflichen, wirtschaftlichen und technologischen Entwicklung chemischer Fabrikationsverfahren. Kenntnis der Zusammenhänge zwischen stöchiometrischen, thermodynamischen und kinetischen Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen und Funktionsprinzipien chemischer Anlagen. Kenntnis typischer Verfahren zur Synthese von Grundchemikalien und Produktstammbäumen sowie der Bedeutung, Herstellung und Einsatz von Katalysatoren. Fähigkeit der Erstellung und Lösung von Material- und Energiebilanzgleichungen chemischer Anlagen und Anlagenteile, Berechnung der einschlägigen Kenngrößen für die Bewertung von Produktionsverfahren.					

	<p><b>Wärmelehre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fähigkeit aus komplexen Sachverhalten relevante Informationen in Bezug auf energetische Optimierung chemischer Produktionsprozesse zu gewinnen und bewerten.</li> <li>– Grundlegende Kenntnisse über die Thermodynamik insbesondere von offenen Systemen in Prozessen mit Arbeits-, Wärmeübertragungs- und Strömungsvorgängen sowie reale Kreisprozesse</li> <li>– Fähigkeit, mit der Kenntnis der thermodynamischen Eigenschaften, chemische und verfahrenstechnische Prozesse energetisch zu optimieren;</li> <li>– Fähigkeit Wärmeüberträger wärm 技术isch auszulegen und wichtige Aspekte der Auswahl von Apparaturen zu beurteilen</li> </ul>
<b>Inhalt</b> <b>Prozesslehre</b>	<p>Historische, wirtschaftliche, stoffliche, ökologische und technologische Grundlagen der Produktion chemischer Grundchemikalien. Detaillierte Betrachtung ausgewählter technischer Verfahren wesentlicher Grundprodukte der chemischen Industrie. Stoffliche und energetische Vernetzung sowie Diversifizierung typischer Produktstammbäume basierend auf verfügbaren Rohstoffen. Stöchiometrische, thermodynamische und kinetische Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen und Ableitung prinzipieller Konzepte chemischer Produktionsmethoden. Erstellung und Lösung stationärer Energie- und Materialbilanzgleichungen chemischer Anlagen und Anlagenteile.</p> <p>In der Übung werden stationäre Bilanzierungen von chemischen Prozessen anhand von Fallbeispielen behandelt. Hierzu wird die Verwendung eines Prozesssimulators (z.B. DWSIM) eingeführt.</p>
<b>Inhalt</b> <b>Wärmelehre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik für offene und geschlossene Systeme</li> <li>– Reversible und nicht-reversible Zustandsänderungen und Kreisprozesse von idealen und realen Gasen und kondensierbaren Dämpfen (besonders Wasserdampf)</li> <li>– Anwendung von Zustandsdiagrammen und –Tafeln (besonders p-V-T-Daten, Entropie- und Enthalpiedaten, Dampftafeln)</li> <li>– Bewertung von Prozessen (Exergieanalyse) Energieoptimierungsmethoden für chemische Prozesse</li> </ul> <p>Im Rahmen der Vorlesung werden Übungsaufgaben gerechnet. Es werden zweiwöchentlich Übungsaufgaben zum Selbststudium ausgegeben</p>
<b>Literatur</b>	<p>Prozesslehre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Baerns, M. et al. (2023): <i>Technische Chemie</i>, Wiley-VCH</li> <li>– ULLMANN'S Encyclopedia of Industrial Chemistry (2023), Wiley-VCH</li> </ul> <p>Wärmelehre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– G. Cerbe, G. Wilhelms, <i>Technische Thermodynamik: Theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen</i>, Hanser-Verlag; 2017</li> <li>– M. C. Potter, C. W. Somerton, <i>Thermodynamics for Engineers</i>, Schaum's Outline Series, McGraw Hill, 1995</li> </ul>

<b>Besonderheiten</b>	Vorlesungsskripten werden gestellt, Aufgabensammlung im Intranet
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:corinna.busse@th-nuernberg.de">corinna.busse@th-nuernberg.de</a> <a href="mailto:philipp.brueggemann@th-nuernberg.de">philipp.brueggemann@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	04.08.2025

### 1.5.3 Thermische Trennverfahren und Simulation (B24TC)

<b>Modultitel</b>	Thermische Trennverfahren und Simulation			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B24TC</b>		
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. A. Beier</b>						
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. A. Beier, Prof. Dr. Ch. Bayer						
<b>Nummer im Studienplan</b>	B24TC	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>		
<b>Regelsemester</b>	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>					
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>		
Vorlesung	Prof. Beier (VT)	SU	4	3			
Praktikum	Prof. Beier (VT), Prof. Bayer (VT)	Pr	2	2			
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20						
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b> 52 Stunden	<b>Eigenstudium</b> 38 Stunden	<b>Leistungskontrolle</b>				
Vorlesung			Schriftliche Prüfung 90 min, über die Inhalte von Vorlesung und Praktikum der Thermischen Trennverfahren				
Praktikum	26 Stunden	34 Stunden	Einzelkolloquien während der Versuche				
<b>Summe</b>	<b>78 Stunden</b>	<b>72 Stunden</b>					
	<b>Gesamt: 150 Stunden</b>						
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde						
<b>Eingangsvoraussetzungen (nach Prüfungsordnung)</b>	Pr: siehe SPO,						
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Bestehen der Prüfungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Chemischen Thermodynamik (B5)</li> <li>• Grundoperationen der Chemischen Technik (B12)</li> <li>• Phasengleichgewichtsthermodynamik (B17)</li> </ul>						
<b>Lernziel</b>	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. das Gleichgewichtsprinzip in der Thermodynamik zu beschreiben und die zugrundeliegenden Beziehungen in der Phasengleichgewichtsberechnung anzuwenden.</li> </ol>						

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Gleichgewichtsdiagramme von heterogenen Phasengleichgewichten zu benennen und deren Aussagekraft sowie deren Inhalt für praktische Anwendungen zu interpretieren.</li> <li>3. Prozesse der thermischen Trenntechnik zu bilanzieren und auf Basis eines Gleichgewichtsstufenmodells zu analysieren, die wichtigsten Grundoperationen der thermischen Trenntechnik wiederzugeben und in den Grundzügen zu beschreiben.</li> <li>4. die Grundoperationen Eindampfen, Destillation, Rektifikation sowie Solventextraktion thermodynamisch auszulegen.</li> <li>5. die wesentlichen Einflussparameter auf die Prozessführung wiederzugeben und diese unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Bedingungen zu optimieren.</li> <li>6. wichtige Messdaten von laufenden Prozessen zu messen, zu analysieren und durch Parametervariation zu optimieren.</li> <li>7. technische Berichte für Laborversuche und Prozessanalysen zu erstellen.</li> <li>8. ein Simulationsprogramm für thermische Trennprozesse zu bedienen und einfache Prozesse zu simulieren.</li> </ol>
<b>Inhalt Vorlesung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung von heterogenen Phasengleichgewichten fluider Gemische</li> <li>• Graphische Darstellung von heterogenen Phasengleichgewichten binärer und ternärer fluider Gemische</li> <li>• Einteilung thermischer Trennprozesse</li> <li>• Modellierung und Bilanzierung von thermischen Trennprozessen mittels Gleichgewichtsstufenmodellen</li> <li>• Eindampfprozesse (Berechnungsgrundlagen, optimierte Prozessführung, Gleich- und Gegenstromprinzip, Apparatechnik)</li> <li>• Destillation, Rektifikation (Berechnungs- und Auslegungsgrundlagen, McCabe-Thiele-Modell, Apparatechnik)</li> <li>• Solvent-Extraktion (Berechnungs- und Auslegungsgrundlagen, Apparatechnik)</li> <li>• Im Rahmen der Vorlesungen wird ein Teil der angebotenen Übungsaufgaben gerechnet.</li> </ul>
<b>Inhalt Praktikum</b>	<p>Die erste Hälfte des Praktikums besteht aus einer Einführung in die Handhabung des Simulationsprogrammes „AspenPlus“ sowie der Durchführung von Simulationen aus den Bereichen Destillation und Wärmeübertragung</p> <p>Im zweiten Teil werden Versuche angeboten zur:</p> <p><u>Rektifikation:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermische Trennung azeotrop siedender Binärgemische in Bodenkolonne</li> </ul> <p><u>Eindampfung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eindampfung wässriger Salzlösungen in Umlaufverdampferanlagen</li> </ul> <p><u>Kolonnenhydraulik:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung von Druckverlusten, Stau- und Flutpunkt in Füllkörper- und Bodenkolonnen</li> </ul> <p>Jede Praktikumsgruppe muss drei vorgegebene Versuche bewältigen und dazu Versuchsprotokolle erstellen.</p>

<b>Literatur</b>	Gmehling: Thermodynamik, VCH Stephan, Schaber, Stephan, Mayinger: Thermodynamik II, Springer Sattler: Thermische Trennverfahren, VCH Mersmann: Thermische Verfahrenstechnik, Springer Schönbucher: Thermische Verfahrenstechnik, Springer Grassmann: Einführung in die thermische Verfahrenstechnik, deGruyter VDI Gesellschaft: VDI-Wärmeatlas, Springer Praktikumsanleitungen und –unterlagen
<b>Besonderheiten</b>	Skript zum Unterricht wird zur Verfügung gestellt. Praktikumsunterlagen werden vor Praktikumsbeginn zur Verfügung gestellt
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:Armin.beier@th-nuernberg.de">Armin.beier@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	04.02.2025

#### 1.5.4 Kinetik (B25TC)

Modultitel	Kinetik	Modul-Nr.	B25TC			
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. P. Brüggemann</b>					
Dozent*in	Prof. Dr. P. Brüggemann, Prof. Dr. D. Sachsenheimer					
Nummer im Studienplan	B25TC	<b>Pflichtmodul</b>		X		
Regelsemester	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>				
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)		
Vorlesung	Prof. Dr. P. Brüggemann	SU	2	3		
Praktikum	Prof. Dr. Brüggemann, Prof. Dr. Sachsenheimer	Pr	2	2		
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum					
Arbeitsaufwand	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>			
Vorlesung	28 Stunden	62 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min / Note			
Praktikum	28 Stunden	32 Stunden	pro Versuch ein Kolloquium und Protokoll			
<b>Summe</b>	<b>56 Stunden</b>	<b>94 Stunden</b>				
	<b>Gesamt: 150 Stunden</b>					
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde					
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Praktikum: Bestandene Prüfungen „Grundlagen der Chemischen Thermodynamik“ (B5) und „Grundlagen der Elektrochemie und chemischen Reaktionskinetik“ (B10). Sofern eine der beiden Prüfungen bestanden ist, kann durch ein Eingangskolloquium die Zulassung zum Praktikum erlangt werden. Sicherheitsbelehrung					
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Bestandene Module „Grundlagen der Chemischen Thermodynamik“ (B5) und „Grundlagen der Elektrochemie und chemischen Reaktionskinetik“ (B10)					
<b>Lernziel</b>	Die Studierenden erlangen Kenntnisse über physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten der Bewegungskinetik ungeladener und geladener Teilchen, sowie der chemischen Reaktionskinetik und deren Anwendungen bei typischen industriellen Fragestellungen. Im Praktikum erlangen Sie darüber hinaus die Kompetenz eigenständig Versuche durchzuführen, Messergebnisse in geeigneter Weise aufzuarbeiten, Versuche zu protokollieren und Ergebnisse zu interpretieren.					
<b>Inhalt Vorlesung</b>	1) <b>Bewegungskinetik:</b> Verhalten von Fluiden im Temperatur- (Wärmeleitfähigkeit), Druck- (Viskosität) oder Konzentrationsgradienten (Diffusion). 2) <b>Chemische Reaktionskinetik:</b> Komplexe Reaktionen (Folge- und Parallelreaktionen), Einfluss von Temperatur, Lösemittel, Ionenstärke (Theorie des aktivierten Übergangkomplexes) und Katalysator (Homogene Katalyse, Enzymkatalyse) auf Reaktionsgeschwindigkeit					

	<p><b>3) Grenzflächenprozesse und -reaktionen:</b> Adsorption aus Flüssigkeiten und Gasen (Langmuir, Freundlich, BET), Auflösen von Feststoffen, Reaktionen von Festkörperoberflächen (z.B. Verzunderung), Heterogene Katalyse</p>
<b>Inhalt Praktikum</b>	<p>Das Praktikum umfasst den Stoff der Module „<i>Grundlagen der Chemischen Thermodynamik</i>“ (B5), „<i>Grundlagen der Elektrochemie und chemischen Reaktionskinetik</i>“ (B10) und „<i>Kinetik</i>“ (B25CH). Zu folgenden Themengebieten werden Versuche angeboten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Bewegungskinetik ungeladener und geladener Teilchen (Viskosität von Gasen und Flüssigkeiten, Leitfähigkeit, Diffusion)</li> <li>2) Abhängigkeit der Reaktionskinetik chemischer Reaktionen und enzymatisch katalysierter Reaktionen von der Konzentration der Reaktanden, vom pH-Wert, Ionenstärke oder Temperatur.</li> <li>3) Ad- und Desorption aus Lösungen (Langmuir, Freundlich) und aus Gasphase (BET) an Feststoffen.</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<p><u>Vorlesung / Übungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- P.W. Atkins; Physikalische Chemie; Wiley-VCH Verlag</li> <li>K.-H. Jacob, P. Brüggemann; <i>Übungsaufgaben zum Modul Kinetik</i>; TH Nürnberg.</li> </ul> <p><u>Praktikum:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- K.-H. Jacob, P. Brüggemann; Praktikumsskript zu den Modulen <i>Grundlagen der Physikalischen Chemie und Kinetik</i>.</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Folien und weitere Materialien zur Vorlesung, Übungsaufgaben und deren Lösungen, sowie vorangegangene Prüfungen mit ihren Lösungen stehen in Form von PDF-Files im Intranet der Hochschule zur Verfügung. Im Rahmen eines zusätzlich angebotenen Tutoriums werden Aufgaben gerechnet.</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:philipp.brueggemann@th-nuernberg.de">philipp.brueggemann@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	10.09.2024

### 1.5.5 Chemische Reaktionstechnik (B26TC)

Modultitel	Chemische Reaktionstechnik	Modul-Nr.	B26TC			
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. M. P. Elsner</b>					
Dozent*in	Prof. Dr. M. P. Elsner Prof. Dr. C. Busse					
Nummer im Studienplan	B26TC	Pflichtmodul	X			
Regelsemester	6 (SS)	Wahlpflichtmodul				
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)		
Vorlesung		SU	4	4		
Praktikum		Pr	2	2		
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20					
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle			
Vorlesung	56 Stunden	64 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts und des Praktikums.			
Praktikum	28 Stunden	32 Stunden	Abschlusskolloquium mit Testat der Versuche			
<b>Summe</b>	<b>84 Stunden</b>	<b>96 Stunden</b>				
	<b>Gesamt: 180 Stunden</b>					
<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde						
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Pr: siehe SPO, Sicherheitsbelehrung					
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen Mathematik, Grundlagen der chemischen Thermodynamik und der chemischen Reaktionskinetik, Computeranwendungen in der Chemie, Grundoperationen der Chemischen Technik					
<b>Lernziel</b>	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein <ol style="list-style-type: none"> <li>1. den zur Herstellung eines chemischen Stoffes notwendigen Reaktorgrundtyp auszuwählen und zu dimensionieren,</li> <li>2. einen vorgegebenen Reaktor fluidynamisch zu charakterisieren, einem Reaktorgrundtyp zuzuordnen und dessen Eignung zur Durchführung einer chemischen Reaktion zu beurteilen,</li> <li>3. experimentelle Arbeiten in einem Team zu planen und durchzuführen,</li> <li>4. Messwerte kritisch zu hinterfragen und zu interpretieren,</li> <li>5. Versuchsergebnisse vor Zuhörern zu präsentieren.</li> </ol>					

<b>Inhalt Vorlesung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stöchiometrie</li> <li>• Grundzüge der chemischen Thermodynamik</li> <li>• chemisches Gleichgewicht</li> <li>• Kinetik chemischer Reaktionen</li> <li>• kinetische Modelle und Methoden zur Ermittlung kinetischer Parameter</li> <li>• Verweilzeit- und Umsatzverhalten der Grundtypen chemischer Reaktoren (Idealrohr, Idealkessel, Kesselkaskade, Satzreaktor)</li> <li>• adiabate und polytrope Reaktionsführung beim Idealkessel</li> <li>• Vertiefung der Vorlesungs- und Praktikumsinhalte anhand von ausgewählten Rechenbeispielen</li> </ul>
<b>Inhalt Praktikum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbereitungsseminar und Rechenübungen</li> <li>• Verweilzeitverhalten der Reaktorgrundtypen</li> <li>• Ermittlung kinetischer Daten</li> <li>• Rohrreaktor</li> <li>• Rührkesselreaktor</li> <li>• Rührkesselreaktorkaskade</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Baerns, M. et al. (2023): Technische Chemie, Wiley-VCH</p> <p>Jess, A.; Wasserscheid, P. (2013): Chemical Technology, Wiley-VCH</p> <p>Levenspiel, O. (2002): The Chemical Reactor Omnibook, Oregon St Univ Bookstores</p> <p>Levenspiel, O. (1999): Chemical Reaction Engineering, John Wiley &amp; Sons</p> <p>Emig, G.; Klemm, E. (2005): Technische Chemie, Springer-Verlag</p> <p>Müller-Erlwein, E. (2015): Chemische Reaktionstechnik, Springer-Verlag</p> <p>Hertwig, K.; Martens, L.; Hamel, C. (2018): Chemische Verfahrenstechnik, De Gruyter</p>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Skript zum Unterricht wird gestellt.</p> <p>Praktikumsunterlagen werden gestellt.</p>
<b>Kontakt</b>	<p><a href="mailto:martin.elsner@th-nuernberg.de">martin.elsner@th-nuernberg.de</a></p> <p><a href="mailto:corinna.busse@th-nuernberg.de">corinna.busse@th-nuernberg.de</a></p>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	24.07.2025

### 1.5.6 Fluidmechanik (B27TC)

<b>Modultitel</b>	Fluidmechanik			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B27TC</b>			
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr.-Ing. Tilman Botsch</b>							
<b>Nummer im Studienplan</b>	B27TC	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>			
<b>Regelsemester</b>	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>						
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>			
Vorlesung		SU	2	3				
Übung		Ü	2	2				
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20							
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>					
Vorlesung	28 Stunden	62 Stunden	90-minütige Prüfung					
Übung	28 Stunden	32 Stunden	m.E.					
<b>Summe</b>	<b>56 Stunden</b>	<b>94 Stunden</b>						
	<b>Gesamt: 150 Stunden</b>							
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>								
<b>Empfohlene Eingangsvo- raussetzungen</b>				Ingenieurmathematik Technische Mechanik				
<b>Lernziel</b>				Die Studierenden verstehen grundlegende Vorgänge der Strömungsmechanik. Sie sind in der Lage, den Druck und die Strömungsgeschwindigkeit in durchströmten Rohrleitungen und anderen fluiden Systemen zu bestimmen und die Kraftwirkung von Fluiden auf überströmte Wände zu berechnen. Sie beherrschen die Druckverlustberechnung und können diese zur Rohrleitungs- und Pumpendimensionierung richtig anwenden.				
<b>Inhalt</b> <b>Vorlesung</b>				Hydrostatik Hydrodynamik - Grundbegriffe strömender Fluide - Kontinuitätsgleichung - Bernoulli-Gleichung für ideale und reale Fluide - Druckverlustberechnung - Impulsbilanz				
<b>Inhalt Übung</b>				Umfangreiche Aufgabensammlung zu jedem oben genannten Kapitel				
<b>Literatur</b>				von Boeckh: Fluidmechanik, Springer Verlag Bohl, Elmendorf: Technische Strömungslehre, Vogel Verlag				

	Strybny: Ohne Panik Strömungsmechanik, Vieweg Verlag Böswirth: Technische Strömungslehre, Vieweg Verlag Truckenbrodt: Fluidmechanik, Springer Verlag
<b>Besonderheiten</b>	
<b>Kontakt</b>	Tilman.botsch@th-nuernberg.de
<b>Datum der letzten Änderung</b>	09.07.2019

### 1.5.7 Mechanische Verfahrenstechnik (B28TC)

Modultitel	Mechanische Verfahrenstechnik	Modul-Nr.	B28TC				
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. S. Breitung-Faes</b>						
Nummer im Studienplan	B28TC	Pflichtmodul	X				
Regelsemester	6 (SS)	Wahlpflichtmodul					
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)	Aufteilung		
Vorlesung	Prof. Breitung-Faes	SU	2	3			
Praktikum	Prof. Breitung-Faes	Pr	2	2			
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum						
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle				
Vorlesung	28 Stunden	62 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min / Note				
Praktikum	28 Stunden	32 Stunden	Vortrag und Berichte zu den Versuchen, Kolloquium				
<b>Summe</b>	<b>56 Stunden</b>	<b>94 Stunden</b>					
	<b>Gesamt: 150 Stunden</b>						
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde						
Eingangsvoraussetzungen	Pr: siehe SPO, Sicherheitsbelehrung						
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen							
Lernziel	Die Studierenden verstehen die Eigenschaften partikulärer Materialien und disperter Systeme und lernen die verschiedenen Methoden der Partikelcharakterisierung kennen. Dazu zählt die Beschreibung und Messung von Partikelgrößenverteilungen, das Wissen um die verschiedenen Wechselwirkungskräfte zwischen einzelnen Partikeln basierend auf Haftkräften, sowie das Verhalten von Dispersionen und Pulvern unter Bewegung und Ruhe. Sie können rheologische Eigenschaften von Fluiden mit nichtlinearem Materialverhalten ermitteln und bewerten ebenso wie das Fließverhalten von trockenen Pulvern. Sie können das Verhalten von Partikeln in Mehrphasenströmungen beschreiben. Sie kennen die wesentlichen Grundoperationen der mechanischen Verfahrenstechnik und können diese massenmäßig bilanzieren.						
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Charakterisierung partikulärer Materialien und disperter Systeme, Partikelgrößenanalyse</li> <li>- Grundlagen von Mehrphasenströmungen</li> <li>- Materialverhalten von Dispersionen und Pulvern aufgrund von angreifenden äußeren Kräften</li> <li>- Partikelwechselwirkungen</li> </ul>						

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchströmung von Partikelschichten</li> <li>- Rühren und Mischen</li> </ul>
<b>Inhalt Praktikum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Partikelgrößenanalyse: Siebung; Sedimentation; Laserbeugungsspektrometrie; Bildanalyse</li> <li>- Rheologie: stationäre Scherströmung; Materialeigenschaften; Newtonscche und Nicht-Newtonscche Fluide</li> <li>- Rührtechnologie</li> <li>- Pulvercharakterisierung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Müller, W. (2014) Mechanische Verfahrenstechnik und ihre Gesetzmäßigkeiten, de Gruyter Oldenburg</li> <li>- M. Bohnet; <i>Mechanische Verfahrenstechnik</i>; Wiley-VCH Verlag</li> <li>- M. Stieß; <i>Mechanische Verfahrenstechnik</i>; Bd. 1 und 2; Springer Verlag</li> <li>- H. Schubert; <i>Handbuch der Mechanischen Verfahrenstechnik</i>; Wiley-VCH Verlag, Weinheim</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	Im Rahmen der Vorlesungen werden Übungsaufgaben gerechnet und besprochen.
<b>Kontakt</b>	sandra.breitung-faes@th-nuernberg.de
<b>Datum der letzten Änderung</b>	06.09.2023

### 1.5.8 Prozessanalytik (B29TC)

<b>Modultitel</b>	<b>Prozessanalytik</b>			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B29TC</b>			
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. Bayer</b>							
<b>Nummer im Studienplan</b>	B29TC	<b>Pflichtmodul</b>			<b>X</b>			
<b>Regelsemester</b>	5 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>						
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>			
Vorlesung/Übung	Prof. Bayer	SU/Ü	2	2				
Praktikum	Prof. Bayer	Pr	2	2				
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum							
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>					
Vorlesung	28 Stunden	32 Stunden	Schriftliche Leistungs-kontrolle 90 min / m.E.					
Praktikum	28 Stunden	32 Stunden						
<b>Summe</b>	<b>56 Stunden</b>	<b>64 Stunden</b>	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>					
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>								
<b>Empfohlene Eingangsvo-raussetzungen</b>								
<b>Lernziel</b>	<p>Die Studierenden können verfahrenstechnische Prozesse mithilfe von P&amp;IDs beschreiben und aus P&amp;IDs in Kombination mit weiteren Dokumenten qualitative Aussagen treffen zur Dynamik des zugrundeliegenden Prozesses. Weiterhin können die Studierenden das statische und das dynamische Prozessverhalten mathematisch beschreiben und analysieren. Sie kennen im Weiteren die gängigen Messgrößen verfahrens-technischer Prozesse und wie sie messtechnisch erfasst, gewandelt und verarbeitet werden.</p> <p>Die Studierenden lernen gängige Regelkreise und Heuristiken zu ihrer Auslegung kennen und können für eine Anwendung geeignete Reglerstrukturen auswählen. Abschließend lernen sie moderne Prozesssteuerungen kennen und gängige Architekturen derartiger Systeme.</p>							
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung verfahrenstechnischer Prozesse</li> <li>- Statisches und dynamisches Prozessverhalten</li> <li>- Erfassung und Verarbeitung von Messgrößen</li> <li>- Einfache Regelungen und ihre Anwendungen</li> <li>- Prozesssteuerung und Systemarchitektur</li> </ul>							
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Love; Process Automation Handbook, Springer</li> <li>- Svrcek et al.; A real-time approach to process control, Wiley</li> </ul>							
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:Christoph.bayer@th-nuernberg.de">Christoph.bayer@th-nuernberg.de</a>							
<b>Datum der letzten Änderung</b>	27.9.2021							

## 2 Wahlpflichtmodule

### 2.1 Wahlpflichtmodule 1 - Wintersemester (BW18)

#### 2.1.1 Anorganische Biochemie (BW18)

Modultitel	Anorganische Biochemie	Modul-Nr.	BW18				
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. D. Troegel						
Dozent*in	Dipl.-Ing.(FH) Klos (Lehrbeauftragte)						
Nummer im Studienplan	BW18	<b>Pflichtmodul</b>					
Regelsemester	5 ( WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>					
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)	Aufteilung		
Anorganische Biochemie	Dipl.-Ing(FH) Klos	SU	4	4			
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20						
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle				
Vorlesung	52	68	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts				
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>						
	WS: 13 Wochen Lehre; SS: 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde						
Eingangsvoraussetzungen	Keine.						
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Der vorherige Besuch und erfolgreiche Abschluss der Module B2, B9 und B14 wird ausdrücklich empfohlen. Der parallele Besuch des Moduls B24CH „Anorganische Chemie für Fortgeschrittene“ wird empfohlen, ist aber nicht zwingend erforderlich.						
Lernziel	Aufbauend auf den im 1.+ 2. Semester vermittelten Inhalten der Vorlesungen „Allgemeine Chemie“, „Anorganische Stoffchemie“ sowie den „Grundlagen der Biochemie und Biologie“ sollen die Studierenden vertieft in die Bioanorganische Chemie eingeführt werden.  Die Studierenden sind nach Abschluss dieses Moduls in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bedeutung von Metallionen in biologischen Prozessen einzuschätzen und zu beschreiben</li> <li>- anhand der Eigenschaften von Metallionen wie Ionenladung, Ionenradius, Redoxpotential und Elektronenkonfiguration Zusammenhänge mit biologischen Funktionen zu entwickeln</li> <li>- die Bedeutung bestimmter Metallionen für spezielle Funktionen in aktiven Zentren von Metalloenzymen im Zusammenspiel mit der Proteinumgebung zu verstehen und zu beschreiben</li> <li>- wichtige biokatalytische Prozesse zu kennen und zu beschreiben</li> </ul>						

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die biologische Wirkung bestimmter Metall- und Nichtmetallelemente zu kennen und zu beschreiben, toxische Gefahren abzuschätzen und ggf. geeignete Gegenmaßnahmen abzuleiten</li> <li>- Anwendungsfelder biologisch aktiver anorganischer Elemente und ihrer Verbindungen, vor allen in den Bereichen der Medizin und Diagnostik, zu benennen und zu beschreiben sowie geeignete (bio)chemische Umgebungen der aktiven Zentren vorzuschlagen</li> </ul>
<b>Inhalt Vorlesung</b>	Funktion essentieller Metalle in Organismen (Haupt- und Nebengruppenelemente), Einführung in die Komplexchemie, biologisch bedeutsame Liganden, Eisenstoffwechsel in Organismen, Transport und Speicherung von Sauerstoff, Biomineralisation, Biochemie toxischer Metalle und Nichtmetalle, Chemotherapie am Beispiel von Pt-Komplexen, Metallbasierte Pharmazeutika, Biochemie des oxidativen Stress, Quellen für reaktive Sauerstoffspezies, Abbau von reaktiven Sauerstoffspezies
<b>Besonderheiten</b>	<p>Vorlesungsunterlagen und digitale Zusatzmaterialien werden im eLearning-Portal der TH zur Verfügung gestellt (eLearning/Moodle-Kurs „Bioanorganische Chemie“).</p> <p>Zusätzlich werden begleitende, freiwillige Übungsaufgaben zur Arbeit mit wissenschaftlicher Literatur zu den in der Vorlesung behandelten Themen angeboten. Durch deren Bearbeitung können im laufenden Semester Bonuspunkte gesammelt werden, welche auf die Punkte in der Abschlussklausur angerechnet werden.</p>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- W. Kaim, B. Schwederski; Bioanorganische Chemie – zur Funktion chemischer Elemente in Lebensprozessen; 4. Aufl.; B. G. Teubner; Wiesbaden; 2005</li> <li>- R. M. Roat-Malone; Bioinorganic Chemistry: A short Course; 2. Aufl.; Wiley; New Jersey; 2007</li> <li>- S. Lippard, J. Berg, Bioanorganische Chemie; Spektrum Akademischer Verlag; Heidelberg/Berlin/Oxford; 1995</li> <li>- H.B Kraatz, N. Metzler-Nolte, Concepts and Models in Bioinorganic Chemistry; 1. Aufl.; Wiley-VCH; Weinheim; 2006</li> <li>- W. Ternes: Biochemie der Elemente, 1. Auflage, Springer Spektrum, Berlin/Heidelberg (2013)</li> <li>- U. Schatzschneider: "Bioanorganische Chemie", in: J. E. Huheey, E. A. Keiter, R. L. Keiter; Anorganische Chemie (Hrsg. R. Steudel); 5. Aufl.; de Gruyter, Berlin/Boston; 2014; S.1151–1234</li> <li>- B. Weber; Koordinationschemie; 1. Auflage; Springer Spektrum; Berlin/Heidelberg; 2014</li> </ul>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:katharina.klos@th-nuernberg.de">katharina.klos@th-nuernberg.de</a> <a href="mailto:dennis.troegel@th-nuernberg.de">dennis.troegel@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	04.02.2025

### **2.1.2 Numerische Strömungsmechanik (Fakultät VT) (BW18)**

Die Modulbeschreibung finden Sie im Modulhandbuch der Fakultät Verfahrenstechnik (VT):

[https://www.th-nuernberg.de/fileadmin/global/Public\\_Docs/VT/VT\\_1286\\_VO\\_Modulhandbuch\\_B\\_VT\\_EPT\\_SPO\\_2011\\_public.pdf](https://www.th-nuernberg.de/fileadmin/global/Public_Docs/VT/VT_1286_VO_Modulhandbuch_B_VT_EPT_SPO_2011_public.pdf)

### 2.1.3 Thermische Analyse und Rheologie (BW18)

Modultitel	Thermische Analyse und Rheologie	Modul-Nr.	BW18	
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. D. Sachsenheimer			
Dozent*in	Dr. Füglein Dipl. Ing. (FH) Gross	Fa. Netzsch TH Nürnberg	(LB) (LB)	
Nummer im Studienplan	BW18	<b>Pflichtmodul</b>		
Regelsemester	5 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>		
Lehrform		Art	SWS	
Vorlesung	Dr. Füglein Hr. Gross,	SU	2	
Praktikum / Seminar	Dr. Füglein Hr. Gross	Pr / Sem	2	
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum			
Arbeitsaufwand	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>	
Vorlesung	26 Stunden	34 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min / Note	
Seminar	26 Stunden	34 Stunden		
Summe	<b>52 Stunden</b>	<b>68 Stunden</b>		
	<b>Gesamt: 122 Stunden</b>			
<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde				
Eingangsvoraussetzungen	Pr: siehe SPO,			
Empfohlene Eingangsvo- raussetzungen				
Lernziel	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über Möglichkeiten und Grenzen verschiedener thermoanalytischer (DSC, TG, DMA, TMA ...) und rheologischer Methoden (Rotation, Oszillation) zur Charakterisierung von Materialien. Sie erlangen die Fähigkeit zu entscheiden, wann welche Methode angewandt werden kann. Durch praktische Übungen erwerben Sie die Kompetenz, eigenständig thermoanalytische und rheologische Methoden bei der Lösung „analytischer“ Fragestellungen anzuwenden.			
Inhalt	<b>Rheologie</b>			
Vorlesung	<b>1) Grundlagen:</b> Intermolekulare Wechselwirkungen als Ursache mikro- und makrorheologische Phänomene der Volumenrheologie,. Abweichungen von newtonischem Verhalten bei Emulsionen, Dispersionen, Polymerlösungen und Polymerschmelzen. Aufbau moderner Rheometer. <b>2) Viskosimetrie und Rotationsrheometrie:</b> Berechnungsgrundlagen, Fließ- und Viskositätskurve, Hysteresekurve, Kriechtest mit Übergang zur Fließgrenze, Fließgrenzenbestimmung. Datenfluss im Rheometer, Methodenprofile, Messwertbildung, Fehlervermeidung. <b>3) Oszillationsrheometrie:</b> Komplexer Schubmodul und vektorielle Aufspaltung in Schub- und Verlustmodul. Messmethoden (SAOS, LAOS).			

	<p>Amplitudensweep, Frequenztest, Zyklentest, Sprungversuche, Temperaturrampen). Relaxationszeiten und Masterkurve bei Polymeren, Time-Temperature-Shift. Methodengestaltung, Messwertbildung. CSR/CSD vs CSS. Vor und Nachteile versch. Lager und Motorbauarten.</p> <p><b>4) Einfache Messmethoden und kinematische Viskosität.</b> Anforderungen an F&amp;E, Rohstoffprüfung und Inprocess-Kontrolle. Grenzflächenrheologie, Kapillarrheometrie und DMA. Torsions und Zugversuche, uni- und biaxiale Dehnung. Normalkraft und Normalspannungsdifferenzen.</p> <p><b>5) Messfehlerquellen der Rheologie:</b> Ursachen und Vermeidung. Strömungsstörungen, Weissenberg Effekt, Sekundärfluss. Kalibrationsstrategien für Lager und Messsysteme, Trägheitseinflüsse in Oszillationsmessungen. Neueste Produkte versch. Hersteller auf dem Gerätemarkt.</p> <p><b>6) Verfahrenssimulation auf einem Rheometer:</b> Strategien zum Übertrag realer Probleme auf eine geeignete Methodik.</p> <p><b>Thermoanalytik</b></p> <p>1) Vorstellung sämtlicher Methoden, die der Begriff „Thermische Analyse“ zusammenfasst. Vorstellung von wissenschaftlichen Gesellschaften, Veranstaltungen, Zeitschriften und Lehrbüchern.</p> <p>2) Abgrenzung der Methoden der Thermischen Analyse zu anderen Methoden der Festkörperanalytik wie z. B. Röntgenpulverbeugung und den Methoden der thermophysikalischen Analyse.</p> <p>3) Grundlagen: beschreibende Analytik, Messprinzipien der drei grundlegenden Verfahren kalorische Änderungen, gravimetrische Änderungen und Dimensionsänderungen mit der Zeit und/oder Temperatur, Kombinationsmöglichkeiten mit identifizierender Analytik (z.B. Infrarotspektroskopie (FT-IR) oder Massenspektrometrie (MS),</p> <p>5) Definition von Wiederholbarkeit, Reproduzierbarkeit, Richtigkeit, Genauigkeit vor dem Hintergrund der Notwendigkeit von Kalibrierungen und Blindwerterfassung (Leermessung), Position und Alterung von Thermoelementen bzw. Sensoren, Abgrenzung von Streuung, Geräteeinflüssen und systematischen Fehlern</p> <p>6) Einfluss der Probenvorbereitung und -präparation, Pulverproben, solide Proben, Anzahl der Probenstücke, Kontaktwiderstände (Probe-Tiegel und Tiegel-Sensor), Pasten und flüssige Proben, Kriterien zur Auswahl von geeigneten Tiegelsystemen und -materialien</p> <p>7) Thermogravimetrie (TG): Messprinzipien, Gerätetypen, Bauweise von Thermowaagen, Anwendungsbereiche, Belastbarkeit und Relevanz der Ergebnisse, Einfluss der Messbedingungen, Applikationsbeispiele und Lösungen analytischer Fragestellungen</p> <p>8) Differential Scanning Calorimetrie (DSC): Messprinzipien, Gerätetypen, Bauweise von dynamischen Kalorimetern, Anwendungsbereiche, Belastbarkeit und Relevanz der Ergebnisse, Einfluss der Messbedingungen, Applikationsbeispiele und Lösungen analytischer Fragestellungen</p> <p>9) Dilatometrie: Messprinzipien, Gerätetypen, Bauweise von Dilatometern, Anwendungsbereiche, Belastbarkeit und Relevanz der Ergebnisse, Einfluss der Messbedingungen, Applikationsbeispiele und Lösungen analytischer Fragestellungen</p>
--	--

<b>Literatur</b>	<p><b>Rheologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metzger; <i>Das Rheologie Handbuch</i>;</li> <li>- Barnes; <i>An Introduction to Rheology</i>, Elsevier Science</li> <li>- Thadros, <i>Rheology of Dispersions</i>, Wiley VCH</li> <li>- Brummer, <i>Rheology Essentials of Cosmetic and Food Emulsions</i>, Springer Laboratory</li> </ul> <p><b>Thermoanalyse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- W.F. Hemminger, H.K. Cammenga, <i>Methoden der Thermischen Analyse</i>, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1989.</li> <li>- G.W. Höhne, W.F. Hemminger, H.-J. Flammersheim, <i>Differential Scanning Calorimetry</i>, Second Edition Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2003.</li> <li>- W.F. Hemminger, G.W. Höhne, <i>Calorimetry</i>, Verlag Chemie Weinheim, 1984.</li> <li>- G.W. Ehrenstein, G. Riedel, P. Trawiel, <i>Praxis der Thermischen Analyse von Kunststoffen</i>, Hanser Verlag, München 1989.</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	Folien zur Vorlesung stehen in Form von PDF-Files im Intranet der Hochschule zur Verfügung.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:dirk.sachsenheimer@th-nuernberg.de">dirk.sachsenheimer@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	24.06.2019

## 2.1.4 Chemie mit Python (BW18)

<b>Modultitel</b>	<b>Chemie mit Python</b>			<b>Modul-Nr.</b>	<b>BW18</b>		
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. Corinna Busse</b>						
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. C. Busse						
<b>Nummer im Studienplan</b>	<b>BW18</b>	<b>Pflichtmodul</b>					
<b>Regelsemester</b>	(WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>			<b>X</b>		
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>		
	Prof. Dr. C Busse	SU/Ü	4	4	---		
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Pr:</b> Praktikum / <b>Ex:</b> Exkursion; Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 10; <b>Pr/Ex</b> 10						
<b>Arbeitsaufwand</b>  Vorlesung / Übung	<b>Präsenz</b> 52 Stunden	<b>Eigenstudium</b> 68 Stunden	<b>Leistungskontrolle</b> Portfolioprüfung Details siehe Besonderheiten				
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>						
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde						
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	keine						
<b>Empfohlene Eingangsvo- raussetzungen</b>	Computeranwendungen in der Chemie Grundoperationen der Chemischen Technik						
<b>Lernziel</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Programmierkonzepte in Python sicher anzuwenden (Variablen, Funktionen, Schleifen, Pakete)</li> <li>• chemische Fragestellungen mit digitalen Methoden zu bearbeiten</li> <li>• Daten aus Experimenten oder Datenbanken zu analysieren, visualisieren und interpretieren</li> <li>• mit gängigen wissenschaftlichen Python-Bibliotheken (z. B. pandas, matplotlib, rdkit, thermo) sicher umzugehen</li> <li>• einfache automatisierte Workflows (z. B. Datenverarbeitung) zu entwickeln</li> <li>• kleine Projekte aus dem Bereich Chemie eigenständig umzusetzen und zu präsentieren</li> <li>• agiles Projektmanagement bei der Planung und Umsetzung kleiner Programmierprojekte einsetzen.</li> </ul>						

<b>Inhalt Vorlesung</b>	<p>Einführung in Python ohne Vorkenntnisse: Syntax, Datentypen, Kontrollstrukturen</p> <p>Datenanalyse mit z.B. pandas: Tabellen lesen, filtern, berechnen, speichern</p> <p>Visualisierung (chemischer) Daten mit matplotlib etc.</p> <p>Chemisches Rechnen und Simulationen mit rdkit, thermo, etc.</p> <p>Regressionsanalyse: z. B. Zusammenhang zwischen Struktur und physiko-chemischen Eigenschaften</p> <p>Automatisierung einfacher Aufgaben (Datenvorverarbeitung, Konsolidierung von Datensätzen, etc.)</p> <p>Erarbeitung und Vorstellung eines individuellen Mini-Projekts mit chemischem Bezug</p>
<b>Literatur</b>	<p>O. Natt: <i>Physik mit Python: Simulationen, Visualisierungen und Animationen von Anfang an</i>, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg <b>2022</b>.</p> <p>J. J. Heys: <i>Chemical and biomedical engineering calculations using Python</i>, Wiley, Hoboken, NJ, USA <b>2017</b>.</p>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Die Portfolioprüfung umfasst mehrere Teilleistungen, deren jeweiliger prozentualer Anteil in die Gesamtnote einfließt. Folgende Leistungen sind zu erbringen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Moodle-Quiz / Online-Belege innerhalb des Blockkurses (33 %)</li> <li>2. Mini-Projekt in Python &amp; Präsentation (5 min): Bewertung: Dokumentation und Vortrag zusammen 33 %</li> <li>3. Mündliche Prüfung (pro Person ca. 10 min ggf. in Gruppen, unmittelbar im Anschluss an Punkt 2) 33 %</li> </ol> <p>Jede Teilleistung muss mit mindestens der Note 4,0 bzw. als mit Erfolg bewertet werden, damit die Gesamtpreuung als bestanden gilt und mit mindestens 4,0 bewertet wird.</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:corinna.busse@th-nuernberg.de">corinna.busse@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	06.08.2025

## 2.1.5 Pharmaanalytik (BW18)

Modultitel	Pharmaanalytik	Modul-Nr.	BW18	
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. B. Götzinger</b>			
Dozent*in	Prof. Dr. B. Götzinger			
Nummer im Studienplan	BW18	Pflichtmodul		
Regelsemester	5 (WS)	Wahlpflichtmodul	X	
Lehrform		Art	SWS	
Vorlesung		SU	2	
Seminar/Praktikum		S/Pr	2	
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20			
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle	
Vorlesung	26 Stunden	34 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min / Note	
Seminar/Praktikum	26 Stunden	34 Stunden	Mitarbeit Seminar, Protokoll zum Praktikum / mE	
<b>Summe</b>	<b>52 Stunden</b>	<b>68 Stunden</b>		
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>			
<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde				
Eingangsvoraussetzungen	Pr: Sicherheitsunterweisung			
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Vorlesungen Grundlagen der Instrumentelle Analytik, Grundlagen der Biochemie und Biologie			
Lernziel	<p>Erlangen von pharmazeutischen und pharmakologischen Grundkenntnissen sowie Kenntnis von regulatorischen Strategien und Regeln in der Pharmaindustrie.</p> <p>Vertiefung von instrumentell-analytischen Methoden und Vorgehensweisen, sowie Anwendung regulatorischer Vorgaben in der Pharmaanalytik.</p> <p>Die Studierenden entwickeln die Fähigkeit, instrumentell-analytische Verfahren auf pharmazeutische und pharmakologische Fragestellungen anzuwenden, indem Sie Vor- und Nachteile sowie Möglichkeiten und Limitationen der Verfahren kennen und mit den pharmazeutischen und pharmakologischen Anforderungen abwägen.</p> <p>Die Studierenden entwickeln außerdem ihre Kompetenz im Übertragen von publizierten und validierten analytischen Methoden (Pharmakopöe-Methoden) und wenden diese Methoden auf qualitative und quantitative Fragestellungen aus der pharmazeutischen Industrie an.</p> <p>Außerdem erlernen die Studierenden verschiedene statistische Methoden</p>			

	und Tests inkl. deren Anwendung in geeigneten Software-Paketen und wenden diese auf analytische und pharmazeutische Fragestellungen an.
<b>Inhalt Vorlesung</b>	<p>Pharmazeutische und pharmakologische Grundlagen: Aufnahme und Metabolismus von Arzneimitteln (Pharmakokinetik), Dosierung und Darreichungsformen, Wirkmechanismen (Pharmakodynamik), Pharmakologie ausgewählter Arzneimittelklassen</p> <p>Pharmazeutische Analytik: Anforderungen und Besonderheiten, Wirkstoffe und Arzneistoffe – Probenvorbereitung und analytische Methoden, Analytik pharmakologischer Prozesse, regulatorische Strategien und deren Anwendung auf die Analytik</p> <p>Instrumentelle Analytik: Methoden der Feststoffanalytik (Content Uniformity, Morphologie); Vertiefung chromatographischer und spektroskopischer Methoden, Detektoren, Strategien zur Methodenentwicklung und – optimierung</p> <p>Grundlagen der Statistik und Methodenvalidierung von analytischen Methoden und statistische Methoden in der Pharmazie.</p>
<b>Inhalt Seminar/Praktikum</b>	<p>Selbständige Planung der verschiedenen Laborversuche, Durchführung pharmazeutischer Analysen für die qualitative und quantitative Analyse von Wirkstoffen und Arzneistoffen gemäß Arzneibuch (Ph. Eur.)</p> <p>Methodenvalidierung und statistische Datenauswertung mit Hilfe von Statistikprogrammen</p> <p>Präsentation der Planung sowie der erzielten Ergebnisse</p>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– D.C. Harris – Lehrbuch der Quantitativen Analyse, Springer Spektrum, 8. Auflage (2014)</li> <li>– G. Rücker, M. Neugebauer, G.G. Willems - Instrumentelle pharmazeutische Analytik, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 4. Auflage (2007)</li> <li>– D. Fischer, J. Breitenbach – Die Pharmaindustrie, Spektrum Akademischer Verlag, 3. Auflage (2010)</li> <li>– D.A. Skoog, F.J. Holler, S.R. Crouch – Instrumentelle Analytik, Springer-Verlag, 6. Auflage (2013)</li> <li>– Mutschler/ Geisslinger/Kroemer/Ruth/Schäfer-Korting – Mutschler Arzneimittelwirkungen, Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 9. Auflage (2008)</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	Vorlesungsskript, digitale Lernelemente sowie Praktikumsunterlagen werden in Moodle zur Verfügung gestellt
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:birgit.goetzinger@th-nuernberg.de">birgit.goetzinger@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	19.07.2021

## **2.1.6 Energieeffizienz (Fakultät VT) (BW18)**

Die Modulbeschreibung finden Sie im Modulhandbuch der Fakultät Verfahrenstechnik (VT):

[https://www.th-nuernberg.de/fileadmin/global/Public\\_Docs/VT/VT\\_1286\\_VO\\_Modulhandbuch\\_B\\_VT\\_EPT\\_SPO\\_2011\\_public.pdf](https://www.th-nuernberg.de/fileadmin/global/Public_Docs/VT/VT_1286_VO_Modulhandbuch_B_VT_EPT_SPO_2011_public.pdf)

## 2.1.7 Chemische Prozess-Simulation mit ASPEN PLUS (Fakultät VT) (BW18)

<b>Modultitel</b>	Chemische Prozesssimulation mit ASPEN Plus			<b>Modul-Nr.</b>	<b>BW18</b>				
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. Christoph Bayer (Fakultät VT)</b>								
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. Christoph Bayer (Fakultät VT)								
<b>Nummer im Studienplan</b>	BW18	<b>Pflichtmodul</b>							
<b>Regelsemester</b>	5 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>			<b>X</b>				
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>				
Vorlesung / Übung		SU / Ü	4	4					
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20								
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>		<b>Leistungskontrolle</b>					
Vorlesung / Übung	52 Stunden	68 Stunden		90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts und der Übungen.					
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>								
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde								
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>									
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Bestehen der Prüfungen - Thermische Trennverfahren und Simulation - Grundlagen der Physikalischen Chemie - Thermodynamik reiner Stoffe und Mischungen - Kinetik - Grundoperationen der Chemischen Technik - Prozess- und Wärmelehre								
<b>Lernziel</b>	- Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes kommerzieller Prozess-Simulatoren sowie der wichtigsten Voraussetzungen zur effizienten Nutzung - Fähigkeit zur Bedienung des Simulationsprogrammes ASPEN PLUS - Fähigkeit zur Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse von Simulationsrechnungen								
<b>Inhalt Vorlesung</b>	- Einordnung und Bewertung des Einsatzes kommerzieller Prozess-Simulatoren, Voraussetzungen zur effizienten Nutzung für die Planung, den Betrieb und die Fortentwicklung chemischer Anlagen								

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rechnergestützte Entwicklung chemischer Fabrikationsverfahren und Lösung der stationären Energie- und Materialbilanzen</li><li>- Dokumentation von Simulationsergebnissen und Anlagenfließbildern</li></ul>
<b>Inhalt Übung</b>	Einsatz des Simulationsprogrammes Aspen Plus anhand von ausgewählten Fallbeispielen. Für die Übungen besteht Anwesenheitspflicht
<b>Literatur</b>	
<b>Besonderheiten</b>	Skript zum Unterricht wird gestellt. Die Lehrveranstaltung wird u.U. nur in Englisch abgehalten.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:christoph.bayer@th-nuernberg.de">christoph.bayer@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	25.07.2022

## 2.1.8 Einführung in Molecular Modelling für Anwender (BW18)

<b>Modultitel</b>	Einführung in Molecular Modelling für Anwender			<b>Modul-Nr.</b>	<b>BW18</b>		
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. Markus Hummert</b>						
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. Markus Hummert						
<b>Nummer im Studienplan</b>	BW18	<b>Pflichtmodul</b>					
<b>Regelsemester</b>	5 (WS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>			<b>X</b>		
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>		
Vorlesung / Übung		SU / Ü	4	4	1 / 3		
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen SU / Ü: 18						
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>				
Vorlesung / Übung	13 / 39 Stunden	68 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung				
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>						
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde						
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Keine						
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Kenntnis grundlegender physikalischer Konzepte der Chemie (Reaktionsenergetik, Molekülorbital-Theorie, Organische Chemie und Reaktionsmechanismen, Spektroskopische Methoden zur Strukturaufklärung).						
<b>Lernziel</b>	<p>Digitale Methoden wie das Molecular Modelling haben sich als zentrale Schlüsseltechnologie in der chemischen Forschung und Entwicklung etabliert. Dank der rasanten Fortschritte computergestützter Werkzeuge lassen sich heute molekulare Strukturen, Eigenschaften, Wechselwirkungen und Dynamiken effizient und systematisch modellieren – von einzelnen Molekülen bis hin zu komplexen Systemen wie Kristallen oder Oberflächen. Diese „<i>in silico</i>“-Experimente ermöglichen virtuelle Strukturveränderungen und die Analyse ihrer Auswirkungen, wodurch Entwicklungsprozesse in der Material- und Wirkstoffforschung erheblich beschleunigt und gezielter gestaltet werden können. In der industriellen Praxis sind solche digitalen Techniken mittlerweile unverzichtbar. Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Bedeutung und den Anwendungsbereich computergestützter Modellierung in Forschung und Entwicklung (z. B. Wirkstoff- und Materialentwicklung).</li> <li>• Die Studierenden können Struktur, Eigenschaften, Wechselwirkungen und Dynamik chemischer Systeme mit geeigneten Modellierungswerkzeugen analysieren.</li> </ul>						

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, molekulare Strukturen systematisch zu verändern und die Auswirkungen mithilfe von „in silico“-Experimenten zu untersuchen.</li> <li>• Die Studierenden führen Modellierungen eigenständig durch und erkennen typische Fehlerquellen und Fehlinterpretationen.</li> <li>• Die Studierenden können grundlegende Konzepte und Methoden des Machine Learning beschreiben, einfache Regressions- und Klassifikationsmodelle zur Analyse chemischer Datensätze anwenden und deren Aussagekraft kritisch beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden wenden Prinzipien der Nachhaltigkeit und des Systemdenkens auf chemische Fragestellungen an.</li> <li>• Die Studierenden entwickeln antizipatorische und strategische Kompetenzen zur Bewertung komplexer chemischer Szenarien.</li> <li>• Die Studierenden lösen chemische Probleme integrativ unter Einbeziehung digitaler Werkzeuge und theoretischer Modelle.</li> </ul>
<b>Inhalt Vorlesung</b>	<p>Die gesamte Lehrveranstaltung ist so konzipiert, dass nur relevante theoretische Grundlagen zur computergestützten Chemie vermittelt werden. Im Vordergrund stehen Anwendungsaspekte von Modellierungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung von „in silico“-Experimenten in F&amp;E-Prozessen.</li> <li>• Grundlegende Modelle zur Beschreibung molekularer Systeme (klassische Mechanik vs. Quantenmechanik, Methodenübersicht).</li> <li>• Theorie und Methoden der Datenanalyse (Erzeugen und Nutzen von Daten, Multiple lineare Regression, Machine Learning).</li> <li>• Zusammenhänge zwischen Energie und Struktur (Stationäre Punkte der Energiehyperfläche).</li> <li>• Kraftfeldmethoden (Unterschiede, Vorteile, Beschränkungen).</li> <li>• Semi-empirische Methoden (Parametrisierung, Vorteile und Grenzen).</li> <li>• Strukturoptimierung (Verfahren, globale Minima, Übergangsstrukturen).</li> <li>• Wellenbasierte Verfahren (Hartree-Fock-Ansatz, Born-Oppenheimer-Näherungen, Variationsverfahren, Elektronenkorrelationsmethoden).</li> <li>• Basissätze (Klassifizierung, rechnerische Probleme, Fehler).</li> <li>• Dichtefunktionalmethode (Konzept der DFT, Potenzial &amp; Probleme).</li> <li>• Modellierung molekularer Eigenschaften (lokalisierte Orbitale, Elektronendichte, UV/VIS-Spektren, IR-Schwingungsanalyse, NMR-Spektren).</li> <li>• Modellierung und Analyse von Proteinen (Visualisierung, intermolekulare Wechselwirkungen, Docking, Konformationsänderungen, Dynamik).</li> <li>• Spezielle Techniken (freie Energie, Solvatationsmodelle, Moleküldynamik, Monte-Carlo-Methoden).</li> <li>• Validierung theoretischer Methoden und Modelle.</li> <li>• Grundlagen der Cyclovoltammetrie in nichtwässrigen Systemen zur Methodenvalidierung.</li> </ul>
<b>Inhalt Übung</b>	Von den Studierenden werden Modellierungen am PC durchgeführt, um Molekülstruktur, Eigenschaften und chemische Reaktionen zu untersuchen. Dabei werden die wichtigsten Konzepte der Computerchemie und

	<p>das breite Anwendungsspektrum praxisbezogen kennengelernt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung des Programms TURBOMOLE in typischen Abläufen (Moleküle konstruieren &amp; verändern, Start der Modellierungen, Auswertungsoptionen).</li> <li>• Finden der optimalen Geometrie von Molekülen und Übergangszuständen sowie Visualisierung von Reaktionsmechanismen.</li> <li>• Modellierung von Eigenschaften und Simulation optischer Spektren.</li> <li>• Analysen von Elektronendichtekarten und Vorhersage der Regioselektivität chemischer Reaktionen.</li> <li>• Berechnung der Thermodynamik und Kinetik chemischer Reaktionen.</li> <li>• Eigenschaften kristalliner Festkörper berechnen und interpretieren.</li> <li>• Visualisierung dreidimensionaler Strukturen von einfachen organischen Molekülen bis hin zu komplexen makromolekularen und biologischen Systemen (z. B. Proteine).</li> <li>• Datenorganisation und -Interpretation, Korrelation der Berechnungsergebnisse mit gemessenen Parametern (Benchmark-Studie).</li> <li>• Auswahl verschiedener Berechnungsmodelle und Beurteilung bezüglich ihrer relativen Fehler, sowie der Rechenkosten.</li> <li>• Bestimmung von Redoxpotentialen durch elektrochemische Methoden (CV).</li> <li>• Praktische Umsetzung von Machine Learning (ML)-Datenanalyse, Visualisierung und Erstellung eines Vorhersagemodells (Regression, Streudiagramm, Korrelationen).</li> <li>• Anwendung des Programms CHEMIERA in typischen Abläufen zur Darstellung und Analyse von Biomolekülen (Proteinen, DNA, Bindung von Liganden an Zielproteine).</li> <li>• Simulation und Visualisierung der Moleküldynamik von Proteinen.</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>J. H. Jensen: Molecular modeling basics; CRC Press (2010).  R. W. Kunz: Molecular Modelling für Anwender; Vieweg / Teubner Verlag (1991).  D. W. H. Rankin, N. Mitzel, C. A. Morrison: Structural Methods in Molecular Inorganic Chemistry, Wiley (2013).  F. Jensen: Introduction to computational chemistry, 3. edition; John Wiley &amp; Sons (2017).  C. J. Cramer: Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models, Wiley, 2. Aufl. (2004). Verschiedene Zeitschriftenbeiträge.</p>
<b>Besonderheiten</b>	Für die Übungen werden professionelle Programme eingesetzt: Modellierungssoftware „TURBOMOLE“, ORANGE Datamining 3, CHEMIERA 1.17.3. Die Programme können auch asynchron am heimischen PC (jedes Betriebssystem) betrieben werden. Die Lehrveranstaltung wird am Ende des Semesters als Blockveranstaltung im KI-Gebäude angeboten.
<b>Kontakt</b>	markus.hummert@th-nuernberg.de
<b>Letzte Änderung</b>	23.7.2025

## 2.1.9 Grundlagen der Produktformulierung (BW18)

Modultitel	Grundlagen der Produktformulierung	Modul-Nr.	BW18	
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. Dirk Sachsenheimer			
Dozent*in	Prof. Dr. Dirk Sachsenheimer, Prof. Dr. Birgit Götzinger			
Nummer im Studienplan	BW18	Pflichtmodul		
Regelsemester	5 (WS)	Wahlpflichtmodul	X	
Lehrform		Art	SWS	
Vorlesung		SU	2	
Praktikum		Pr	2	
	SU: Seminaristischer Unterricht; Ü: Übung; S: Seminar; Pr: Praktikum			
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle	
Vorlesung	26 Stunden	34 Stunden	Portfolioprüfung Details siehe Besonderheiten	
Praktikum	26 Stunden	34 Stunden		
Summe	<b>52 Stunden</b>	<b>68 Stunden</b>		
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>			
	WS: 13 Wochen Lehre; SS: 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde			
Eingangsvoraussetzungen	Haftpflichtversicherung, Sicherheitsbelehrung (erfolgt zu Beginn des Praktikums)			
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Grundkenntnisse in chemischer Thermodynamik Grundkenntnisse in allgemeiner und anorganischer Chemie Grundkenntnisse in organischer Chemie Grundkenntnisse in MS-Office			
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Probleme der Produktformulierung zu analysieren und geeignete Lösungsstrategien zu entwickeln. Hierzu nutzen sie grundlegende Prinzipien und Konzepte der konzeptionellen Produktformulierung, der systematischen Problemlösung und der statistischen Versuchsplanung. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Sinne und der Wahrnehmung sowie deren Einfluss auf die Produktentwicklung. Somit sind sie in der Lage, Formulierungsprozesse von Produkten zu verstehen und aktiv zu gestalten.			
Inhalt Vorlesung	Sinne und Wahrnehmung Grundlagen Produktformulierung Problemlösung Statistische Versuchsplanung Kommunikation Strukturanalyse und Rheologie			

	Grenzflächen, Benetzung, Tenside Feste Formulierungen Fluide Formulierungen
<b>Inhalt Praktikum</b>	Formulierung eines Produktes aus den Bereichen Kosmetik, Lebensmittel, Farben, technische Produkte unter Parametervariation
<b>Literatur</b>	wird im seminaristischen Unterricht bekanntgegeben
<b>Besonderheiten</b>	<p>Die Portfolioprüfung umfasst mehrere Teilleistungen, deren jeweiliger prozentualer Anteil in die Gesamtnote einfließt. Folgende Leistungen sind zu erbringen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Produktspezifischer Vortrag (ca. 10–15 Minuten) Bewertung: Dokument 20 %, Vortrag mE</li> <li>2. Statistikprojekt Bewertung: Projektarbeit 20 %</li> <li>3. Präsentation der Produktformulierung aus dem Praktikum (pro Person ca. 10 bis15 Minuten in Gruppen) Bewertung: Dokumentation und Vortrag zusammen 30 %</li> <li>4. Mündliche Prüfung (pro Person ca. 10 bis15 Minuten in Gruppen, unmittelbar im Anschluss an Punkt 3) Bewertung: 20 %</li> <li>5. Schriftliche persönliche Reflexion des eigenen Lernerfolgs Umfang: <math>2\ 750 \pm 250</math> Zeichen inkl. Leerzeichen Bewertung: 10 %</li> </ol> <p>Jede Teilleistung muss mit mindestens der Note 4,0 bzw. als mit Erfolg bewertet werden, damit die Gesamtprüfung als bestanden gilt und mit mindestens 4,0 bewertet wird.</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:dirk.sachsenheimer@th-nuernberg.de">dirk.sachsenheimer@th-nuernberg.de</a> <a href="mailto:birgit.goetzinger@th-nuernberg.de">birgit.goetzinger@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	24.07.2025

### 2.1.10 Immunchemie (BW18)

Modultitel	Immunchemie	Modul-Nr.	BW18					
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. R. Lösel							
Nummer im Studienplan	BW18	Pflichtmodul						
Regelsemester	5 (WS)	Wahlpflichtmodul	X					
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)	Aufteilung			
Vorlesung		SU	2	2				
Praktikum		Pr	2	2				
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20							
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle					
Vorlesung	28 Stunden	32 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums					
Praktikum	28 Stunden	32 Stunden	Praktikumsprotokolle, Kolloquien					
<b>Summe</b>	<b>56 Stunden</b>	<b>64 Stunden</b>						
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>							
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
Eingangsvoraussetzungen	Pr: siehe SPO, Sicherheitsunterweisung							
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Vertiefte Kenntnisse der Biochemie und der organischen Chemie, Verständnis von Bindungsgleichgewichten							
Lernziel	Die Teilnehmer sind in der Lage, der Fragestellung angemessene immunchemische Methoden auszuwählen und ggf. für die Diagnostik einzusetzen. Geeignete Strategien zur Gewinnung von Antikörpern können entwickelt werden.  Studierende können komplexe Literaturvorschriften in praktische Abläufe umsetzen. Sie beherrschen den Umgang mit Antikörpern und häufigen ELISA-Verfahren.							
Inhalt Vorlesung	Funktion des Immunsystems, Immunisierung, Eigenschaften und Reinigung von Antikörpern, Herstellung rekombinanter Antikörper, Immunpräzipitation/ Heidelberger-Kurve, Immundiffusion, Western Blot, ELISA, Immunchromatographie, Kreuzreakтивität; Bewertung immunchemischer Verfahren anhand von Kenngrößen, ROC-Kurve; Allergien und immunchemische Nachweise  Optimierung eines Tests bis zum verkaufsfähigen Produkt (Fallstudie)							
Inhalt Praktikum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung eines Hapten-Enzym-Konjugats</li> <li>• Optimierung eines kompetitiven ELISA,</li> </ul>							

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bestimmung der Kreuzreaktivität,</li><li>• radiale Immundiffusion (Mancini/ Ouchterlony Verfahren), Anwendung zur Quantifizierung,</li><li>• Störungen bei EIA (High-Dose Hook Effekt);</li><li>• Herstellung eines immunchemischen Schnelltests</li></ul>
<b>Literatur</b>	A. Aigner, S. Neumann: Immunchemie, Gustav Fischer Verlag H. Strobach: Kochbuch immunologischer Methoden, Thieme Verlag D. Wild: The Immunoassay Handbook, Elsevier Verlag
<b>Besonderheiten</b>	Maximale Teilnehmerzahl: 12 Studierende Foliensammlung und Versuchsvorschriften, z.T in englischer Sprache, werden zur Verfügung gestellt
<b>Kontakt</b>	ralf.loesel@th-nuernberg.de
<b>Datum der letzten Änderung</b>	22.08.2025

## 2.2 Wahlpflichtmodule 2 - Sommersemester (BW19)

### 2.2.1 Aspekte des Scale-up von Batch-Prozessen (BW19)

Modultitel	Aspekte des Scale-up von batch-Prozessen			Modul-Nr.	BW19			
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. S. Heuser							
Dozent*in	Dr. P. Bissinger							
Nummer im Studienplan	BW19	Pflichtmodul						
Regensemester	6 (SS)	Wahlpflichtmodul			X			
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)	Aufteilung			
Vorlesung / Exkursion	Dr. Bissinger	SU / Exkursion	4	4				
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20							
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle					
Vorlesung / Exkursion	56 Stunden	64 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte des seminaristischen Unterrichts. Erfolgreiche Teilnahme an der Exkursion.					
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>							
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	keine							
<b>Empfohlene Eingangsvo-raussetzungen</b>	keine							
<b>Lernziel</b>	Die Studierenden lernen in dieser Lehrveranstaltung, dass sich im Labor erarbeitete Synthesen nicht durch einfache Ansatzvergrößerung in ein Produktionsverfahren übersetzen lassen. Sie erlernen, welche besonderen Anforderungen eine industrielle Synthese als Batch-Prozess an die Reaktionsplanung und –führung stellt. Die Studierenden werden außerdem befähigt, bei der Planung einer großvolumigen Batch-Synthese Aspekte wie Sicherheit, Rohstoffauswahl, Lagerung und Analytik zu berücksichtigen. Darüber hinaus erlernen sie wichtige Strategien zur Abfallminimierung bzw. zum Recycling von verwendeten Rohstoffen.							
<b>Inhalt Vorlesung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich Labor - technische Anlagen</li> <li>• Sicherheitsbetrachtung - Gefahren</li> <li>• Ablauf der Verfahrensübertragung</li> <li>• Rohstoffbeschaffung und Auswahl</li> <li>• Entscheidung: "kaufen - sourcen - selber machen"</li> <li>• Stabilität und Lagerung</li> <li>• Analytik - In-Prozess-Kontrolle - Qualifizierung des Produktes</li> </ul>							

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Validierung - Schulung - Kontrolle</li><li>• Umweltaspekte, Recycling</li></ul>
<b>Inhalt Exkursion</b>	Die Studierenden werden im Anschluss an die Vorlesung das Erlernte im Rahmen einer Exkursion zur 3M Espe vertiefen.
<b>Literatur</b>	keine
<b>Besonderheiten</b>	Die Teilnehmerzahl ist auf 20 Studenten beschränkt
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:Stefan.heuser@th-nuernberg.de">Stefan.heuser@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	23.07.2025

## 2.2.2 Ausgewählte Kapitel der Biotechnologie (BW19)

Modultitel	Ausgewählte Kapitel der Biotechnologie	Modul-Nr.	BW19					
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. I. Horst							
Nummer im Studienplan	BW19	<b>Pflichtmodul</b>						
Regelsemester	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>						
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)	Aufteilung			
Vorlesung/Übung/Exkursion		SU/Ü	4	4				
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum							
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle					
Vorlesung/Übung/Exkursion	52 Stunden	68 Stunden	90-minütige schriftliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung, Übungen und Exkursion/Note					
<b>Summe</b>	<b>52 Stunden</b>	<b>68 Stunden</b>	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>					
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	Keine							
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Inhalte des Moduls „Grundlagen der Biochemie und Biologie“							
<b>Lernziel</b>	<p>Die Studierenden bekommen vertiefte Einblicke in verschiedene biotechnologische Teilgebiete: das Wissen um gentechnisch veränderte Organismen, nachhaltige chemische Prozesse, medizinische und ethische Aspekte der Biotechnologie werden vermittelt und in anschaulichen, aktuellen Fallbeispielen beleuchtet. Anhand von Übungen werden die Lehrinhalte veranschaulicht und vertieft.</p> <p>Aktuelle Themen, wie z.B. Gentherapie und künstliche Embryonen, können von den Studierenden kritisch bewertet werden. Die Studierenden erkennen, welchen Beitrag die Biotechnologie zur Nachhaltigkeit in der Chemie leisten kann und inwiefern die Biotechnologie eingesetzt wird, um Umweltverschmutzungen zu beseitigen. Die Studierenden lernen neueste Entwicklungen in der Biotechnologie zu bewerten und zu hinterfragen.</p>							
<b>Inhalt</b> <b>Vorlesung/Übung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition Biotechnologie und deren Bedeutung für die Nachhaltigkeit in der Industrie</li> <li>- Alternative Energie und die Bedeutung für die nachhaltige (chemische) Industrie</li> <li>- Aquatische Biotechnologie: Nahrungsmittelversorgung, medizinische und nichtmedizinische Produkte, Umweltanwendungen; Einsatz von Mikroorganismen bei der Beseitigung von Umweltverschmutzungen</li> </ul>							

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biologische Umweltsanierung mit Fallstudien; Chancen und Nutzung der Biotechnologie bei der Beseitigung von Umweltproblemen</li> <li>- Biowaffen: wissenschaftliche Aspekte, Gefahren, Probleme</li> <li>- Pflanzliche Biotechnologie: Lebensmitteltechnologie, „Novel Food“, „Functional Food“; gentechnisch modifizierte Pflanzen, deren Chancen, Risiken und die wirtschaftliche und ökologische Bedeutung</li> <li>- Biotechnologie der Tiere: Klone, transgene Tiere als Bioreaktoren, Xenotransplantation; künstliche Embryonen</li> <li>- Medizinische Biotechnologie: neueste Entwicklungen der Zell- und Gentherapie, Regenerative Medizin; Pharmaproteine; CRISPR-Cas9; Stammzellen; Chancen und Risiken der Medizinischen Biotechnologie</li> <li>- Mikrobielle Biotechnologie und Synthetische Biologie: therapeutische Proteine, künstliche Aminosäuren, künstliche Proteine, künstliche Organismen; Chancen und Risiken der Synthetischen Biologie; Aspekte der Nachhaltigkeit und Chancen für eine nachhaltige Chemie</li> </ul> <p>Übungsaufgaben zu den einzelnen Kapiteln zur Vertiefung der Lehrinhalte.</p>
<b>Inhalt Exkursion</b>	Eine Exkursion zur Vertiefung der Lehrinhalte wird angeboten (z.B. Humangenetiklabor, Geneart).
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thieman, W.J.: <i>Biotechnologie</i>; Pearson</li> <li>- Sahm, H. et. al: <i>Industrielle Mikrobiologie</i>; Springer</li> <li>- Wink, M.: <i>Molekulare Biotechnologie</i>, Wiley-VCH</li> <li>- Brock <i>Mikrobiologie</i>; Pearson</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<p>Vorlesungsunterlagen werden als PDF-Datei über Moodle zur Verfügung gestellt. Zusätzlich werden die Unterlagen über HAnS zur Verfügung gestellt.</p> <p>Eine Exkursion wird angeboten.</p>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:irmtraud.horst@th-nuernberg.de">irmtraud.horst@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	15.08.2025

## 2.2.3 Metallorganische Chemie: Synthese, Katalyse und Materialanwendungen (BW19)

<b>Modultitel</b>	<b>Metallorganische Chemie: Synthese, Katalyse und Materialanwendungen</b>			<b>Modul-Nr.</b>	<b>BW19</b>				
<b>Modulverantwortliche Person</b>	<b>Prof. Dr. M. Hummert</b>								
<b>Dozent*in</b>	Prof. Dr. M. Hummert								
<b>Nummer im Studienplan</b>	<b>BW19</b>	<b>Pflichtmodul</b>							
<b>Regelsemester</b>	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>			<b>X</b>				
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>				
Vorlesung	Prof. Dr. M. Hummert	SU	3	4					
Seminar / Übungen		Ü	1						
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum								
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Eigenstudium</b>	<b>Leistungskontrolle</b>						
Vorlesung	42 Stunden	48 Stunden	<b>Schriftliche Prüfung</b> 90 min / Note						
Seminar / Übungen	14 Stunden	16 Stunden							
<b>Summe</b>	<b>56 Stunden</b>	<b>64 Stunden</b>	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>						
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde								
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	keine								
<b>Empfohlene Eingangsvoraussetzungen</b>	Anorganische Chemie für Fortgeschrittene, Grundlagen der Organischen Chemie, Synthese für Chemiker, Strukturaufklärung in der Org. Chemie								
<b>Lernziel</b>	<p>Das Modul vermittelt Studierenden folgende Kompetenzen. Er / Sie ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kann die Stabilität und Reaktivität metallorganischer Verbindungen einschätzen und kennt sichere Handhabungs- und Lagerbedingungen.</li> <li>- vermag metallorganische Verbindungen mit Hinblick auf Selektivität und Ausbeute zielgerichtet in der organischen Synthese einzusetzen.</li> <li>- kann mit Hinblick auf die Stabilität (bzw. Reaktivität) ihre Anwendung in industriellen Prozessen und Materialwissenschaften begründen.</li> <li>- ist in der Lage, geeignete Synthese-Methoden vorzuschlagen.</li> <li>- kann, über grundlegende Methoden hinaus, Analyseverfahren für molekulare Verbindungen vorschlagen und die Ergebnisse einschätzen.</li> <li>- kann digitale Werkzeuge einsetzen, um Struktur-Wirkungsbeziehungen zu erkennen und zu visualisieren.</li> </ul>								
<b>Inhalt</b>	Das Modul ist interdisziplinär mit hohem Bezug zur organischen Chemie und Materialwissenschaften gestaltet. Die Inhalte vermitteln grundlegende								

<b>Vorlesung</b>	<p>Kenntnisse zur Herstellung und Eigenschaften metallorganischer Verbindungen ausgewählter Haupt- und Übergangsmetalle. Anwendungsseitig liegt ein Schwerpunkt auf der metallassistierten organischen Synthese molekularer und polymerer Produkte. Die Entwicklung der letzten Jahre und aktuelle Trends in diesem Bereich werden berücksichtigt.</p> <p>In den aufgegriffenen industriellen Prozessen können die Produkteigenschaften durch die eingesetzten Metallorganyle eingestellt und kontrolliert werden. Als high-tech-Beispiele werden beispielhaft anorganische und organische Halbleiter herangezogen, in denen universell anwendbare Struktur-Wirkungsbeziehungen die Funktion bestimmen.</p> <p>Es werden verschiedene analytische Methoden demonstriert, die über bisher kennengelernte Methoden hinausgehen. Dabei werden digitale Hilfsmittel und Datenbanken zur Visualisierung eingebunden. Ergänzend wird in das „Molecular Modelling“ (Modellierung von Molekülen am Computer) eingeführt. Mithilfe dieser modernen digitalen Technik können die Eigenschaften molekularer Materie berechnet und vorausgesagt werden.</p> <p><b>Inhalt:</b></p> <p>Grundkonzepte: Natur der M-C-Bindungen, sicherer Umgang mit Metallorganika, Praxis synthetischer Arbeitsmethoden, allgem. Herstellungsmethoden, Metallaktivierung, Reaktivität bzw. Stabilisierung, Abbaureaktionen.</p> <p>Organyle ausgewählter Elemente (Li, Cu, Mg, Zn, B, Al, Ti, Si, Sn): spezifische Synthesen, Strukturen &amp; Stabilisierung, Anwendung in der Synthese-Chemie (z.B. Base, Alkylierungs- &amp; Austauschreagenz).</p> <p>Moderne Strukturaufklärung: Heterokern-NMR, MS-Spektrometrie, Überblick zum Thema „molecular modelling“, Vor- / Nachteile der Methoden.</p> <p>Grundlagen der Katalyse: Elementarreaktionen, Kupplungsreaktionen, Metathese, Oligo- und Polymerisation von Olefinen.</p> <p>Metallorganyle in der Materialchemie: lumineszente Komplexe in OLED, MOCVD-Prozess zur Beschichtung und in der Halbleiterindustrie.</p>
<b>Inhalt Seminar und Praktikum</b>	Es werden gemeinsam prüfungsrelevante Übungsaufgaben besprochen und Lösungswege erarbeitet. Von den Studierenden werden Modellierungen von Molekülen am PC durchgeführt.
<b>Literatur</b>	Elschenbroich: <i>Organometallchemie</i> , Vieweg+Teubner Verlag, 6. Aufl. (2008); Riedel (Hsg.), Meyer, Janiak, Gudat, Kurz: <i>Moderne Anorganische Chemie</i> , de Gruyter, 6. Auflage (2023); Steinborn: <i>Grundlagen der metallorganischen Komplexkatalyse</i> , Springer Spektrum, 3. Aufl. (2019); verschiedene Zeitschriftenbeiträge, z.T. in englischer Sprache
<b>Besonderheiten</b>	Zur Modellierung chemischer Strukturen wird das Softwarepaket „TURBOMOLE“ eingesetzt. Die Simulationen finden im Computerraum statt.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:markus.hummert@th-nuernberg.de">markus.hummert@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	23.7.2025

## 2.2.4 Grundlagen der Prozessentwicklung und -bewertung (BW19)

Modultitel	Grundlagen der Prozessentwicklung und -bewertung	Modul-Nr.	BW19	
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. P. Brüggemann</b>			
Dozent*in	Prof. Dr. P. Brüggemann			
Nummer im Studienplan	<b>BW19</b>	Pflichtmodul		
Regelsemester	6 (SS)	Wahlpflichtmodul	X	
Lehrform		Art	SWS	
Vorlesung	Prof. Dr. P. Brüggemann	SU	4	
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum			
Arbeitsaufwand	<b>Präsenz</b>	Eigenstudium	Leistungskontrolle	
Vorlesung	56 Stunden	64 Stunden	Schriftliche Prüfung 90 min / Note	
Summe	<b>56 Stunden</b>	<b>64 Stunden</b>		
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>			
<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde				
Eingangsvoraussetzungen				
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Grundlagen chemischer und technischer Thermodynamik, z.B. aus LV Grundlagen der Physikalischen Chemie sowie LV Prozess- und Wärmelehre			
Lernziel	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die wesentlichen Schritte der Entwicklung chemischer Produktionsprozesse und sind mit der Dokumentation vertraut</li> <li>• können die für das Prozessdesign chemischer Produktionsverfahren wesentlichen Informationen systematisch mit Hilfe von Diagrammen zusammenstellen (BFD, PFD, P&amp;ID)</li> <li>• können Arten variabler und fixer Herstellkosten chemischer Produkte unterscheiden und aus dem Prozessdesign abschätzen.</li> <li>• können Prozessoptionen hinsichtlich wirtschaftlicher Attraktivität bewerten und anhand gängiger Kennzahlen vergleichen</li> </ul>			
Inhalt	1. Schritte der Entwicklung chemischer Produktionsprozesse			
Vorlesung	<p>2. Designinformationen chemischer Prozesse in graphischer Zusammenstellung</p> <p>2.1. Blockdiagramm (BFD)</p> <p>2.2. Verfahrensfließbild (PFD)</p> <p>2.3. Rohrleitungs- und Instrumentenfließbild (P&amp;ID)</p>			

	3. Kapitalkostenschätzung 4. Herstellkostenrechnung 4.1. Variable Kosten 4.1.1. Rohstoffkosten 4.1.2. Energie, Utilities, Abfallentsorgung 4.2. Fixkosten 4.2.1. Personalkosten 4.2.2. Kapitalkosten 5. Projektrechnung 5.1. Cash-Flow-Analyse 5.2. Profitabilitätskennzahlen 6. Gesamtverfahrensoptimierung 6.1. Auswahl von Prozessbedingungen 6.2. Berechnungsmethoden und Heuristiken 7. Marktentwicklung ausgewählter petrochemischer Rohstoffe und Zwischenprodukte
<b>Inhalt Seminar und Praktikum</b>	Wirtschaftliche Bewertung einer Verfahrensvariante
<b>Literatur</b>	Richard Turton; Richard C. Bailie; Wallace B. Whiting; Joseph A. Shaeiwitz; Debangsu Bhattacharyya:  Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, Fourth Edition, Prentice Hall  Gavin Towler, R K Sinnott: Chemical Engineering Design, Second Edition: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design; 2nd Edition  Max S. Peters ; Klaus D. Timmerhaus ; Ronald E. West:  Plant design and economics for chemical engineers  Harry Silla: Chemical Process Engineering: Design And Economics
<b>Besonderheiten</b>	Lehrunterlagen (Folien, Literatur) liegen ausschließlich in englischer Sprache vor
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:philipp.brueggemann@th-nuernberg.de">philipp.brueggemann@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	8.7.2022

## 2.2.5 Stoffdatenmodellierung mit Aspen Plus (BW19)

Modultitel	Stoffdatenmodellierung mit Aspen Plus	Modul-Nr.	BW19	
Modulverantwortliche Person	Prof. Dr. C. Bayer (Fakultät Verfahrenstechnik)			
Dozent*in	Prof. Dr. C. Bayer (Fakultät Verfahrenstechnik)			
Nummer im Studienplan	BW19	Pflichtmodul		
Regelsemester	6 (SS)	Wahlpflichtmodul	X	
Lehrform		Art	SWS	
Vorlesung	Prof. C. Bayer	SU	4	
		LP (ECTS)	4	
		Aufteilung	---	
		SU: Seminaristischer Unterricht; Ü: Übung; S: Seminar; Pr: Praktikum		
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle	
Seminaristischer Unterricht	56 Stunden	64 Stunden	StA + Vortrag	
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>			
	WS: 13 Wochen Lehre; SS: 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde			
Eingangsvoraussetzungen				
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Grundlagen der Thermodynamik			
Lernziel	Die Studierenden sind mit den Stoffdatenmodellen in dem Prozesssimulator Aspen Plus vertraut, mit ihren Stärken und ihren Schwächen. Außerdem wissen sie wie die Grundlagen der Gemischthermodynamik (Fundamentalgleichungen, etc.) in Form von strukturierten Berechnungsvorschriften/-wegen in Aspen Plus umgesetzt sind. Dieses Wissen wenden die Studierenden an, um Stoffdatenmodelle in Aspen Plus gezielt auszuwählen und Berechnungswege zu modifizieren. Überdies sind die Studierenden in der Lage, Modelle anhand von Messdaten zu validieren und die Modellparameter mithilfe von Messdaten per Regression zu bestimmen.			
Inhalt Vorlesung	<p>Theorie: Vertiefung der Kenntnisse der Thermodynamik von Mehrstoffsystemen, insb. zu Fundamentalgleichungen und ihrer Anwendung, zu thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen sowie GE-Modellen.</p> <p>Aspen Plus: Spezifikation von Komponenten und systematische Auswahl von Stoffdatenmodellen; Auswahl von Datenbanken für Modellparameter; Analyse und Modifikation von Property Methods und Property Routes; Validierung und Regression von Modellen bzw. Modellparametern.</p>			
Literatur	Skript, online-Hilfe Pfennig, A. (2004): Thermodynamik der Gemische			

	Poling, B.E, et al. (2001): Properties of Gases and Liquids (5th)
<b>Besonderheiten</b>	
<b>Kontakt</b>	christoph.bayer@th-nuernberg.de
<b>Datum der letzten Änderung</b>	09.07.2019

## 2.2.6 CO<sub>2</sub>-Fußabdruck: Analyse, Bewertung und Reduktion (BW19)

Modultitel	CO <sub>2</sub> -Fußabdruck	Modul-Nr.	BW19				
Modulverantwortliche Person	<b>Prof. Dr. C. Busse</b>						
Dozent*in	Prof. Dr. C. Busse						
Nummer im Studienplan	BW19	Pflichtmodul					
Regelsemester	6 (SS)	Wahlpflichtmodul	X				
Lehrform		Art	SWS	LP (ECTS)	Aufteilung		
Vorlesung	Prof. Dr. C. Busse	SU	2	2			
Seminar/Übung	Prof. Dr. C. Busse	Ü	2	2			
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 80; <b>Ü:</b> 25; <b>S:</b> 60; <b>Pr:</b> 20						
Arbeitsaufwand	Präsenz	Eigenstudium	Leistungskontrolle				
Vorlesung	28	32	schriftliche Prüfung 90-minütige / Note				
Seminar/Übung	28	32	Vortrag / m.E.				
	<b>Gesamt: 120 Stunden</b>						
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde						
Eingangsvoraussetzungen	Keine.						
Empfohlene Eingangsvoraussetzungen	Chemische (z.B. LV Anorganische Stoffchemie o.ä.), mathematische (z.B. LV Mathematik) und ingenieurwissenschaftliche Grundkenntnisse (z.B. Grundoperationen der Chemischen Technik)						
Lernziel	Die Studierenden sollen <ol style="list-style-type: none"> <li>ein grundlegendes Verständnis für den Begriff des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks entwickeln und dessen Bedeutung für die chemische Industrie verstehen.</li> <li>verschiedene Methoden zur Messung und Analyse des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks kennenlernen und in der Lage sein, diese anzuwenden.</li> <li>in der Lage sein, CO<sub>2</sub>-Hotspots in verschiedenen chemischen Sektoren zu identifizieren und Strategien zur Emissionsreduktion zu entwickeln.</li> <li>mit den wichtigsten ISO-Normen im Zusammenhang mit CO<sub>2</sub>-Bilanzierung vertraut sein und in der Lage sein, diese in der Praxis anzuwenden.</li> <li>die Rolle von Innovationen, Forschung und Entwicklung bei der Reduktion des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks in der chemischen Industrie verstehen und bewerten können.</li> <li>in der Lage sein, CO<sub>2</sub>-Berichte zu erstellen und zu präsentieren, die auf den Ergebnissen ihrer Analyse und Bewertung basieren, und geeignete Maßnahmen zur Emissionsreduktion zu empfehlen.</li> </ol>						

<b>Inhalt Vorlesung</b>	Die Vorlesung vermittelt ein grundlegendes Verständnis für die Bedeutung und Methoden der CO <sub>2</sub> -Bilanzierung. Die Studierenden lernen, den CO <sub>2</sub> -Fußabdruck von chemischen Produkten zu messen, zu analysieren und zu reduzieren. Durch die Anwendung von Lebenszyklusanalyse-Prinzipien identifizieren sie CO <sub>2</sub> -Hotspots und entwickeln Strategien zur Emissionsminderung. Die Integration von Carbon Capture, Storage und Utilization (CCSU) wird untersucht, ebenso wie die Rolle von Innovationen und Prozessoptimierung bei der Reduktion von CO <sub>2</sub> -Emissionen.
<b>Inhalt Übung</b>	In den Übungen werden die Studierenden praktische Fähigkeiten zur Anwendung des in der Vorlesung erworbenen theoretischen Wissens entwickeln. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanzierung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen und Modellierung verschiedener Zukunftsszenarien</li> <li>• Quantifizierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks chemischer Produkte</li> <li>• Erstellung von CO<sub>2</sub>-Berichten und Präsentation der Ergebnisse vor der Gruppe, um die Kommunikationsfähigkeiten zu verbessern und die Ergebnisse zu diskutieren.</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	Vorlesungsunterlagen und digitale Zusatzmaterialien werden zur Verfügung gestellt.  Die Übung wird durch eine Präsentation erfolgreich abgeschlossen.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Klöpffer, B. Grahl: Ökobilanz (LCA): ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf, 1. Nachdr, WILEY-VCH-Verl, Weinheim 2011.</li> <li>• DIN EN ISO 14067:2019-02, Treibhausgase – Carbon Footprint von Produkten – Anforderungen an und Leitlinien für Quantifizierung (ISO_14067:2018); Deutsche und Englische Fassung EN_ISO_14067:2018, 2018.</li> </ul>
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:corinna.busse@th-nuernberg.de">corinna.busse@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	19.02.2025

## 2.2.7 Naturstoffe – Isolierung, Strukturaufklärung, Synthese (BW19)

<b>Modultitel</b>	<b>Naturstoffe – Isolierung, Strukturaufklärung, Synthese</b>			<b>Modul-Nr.</b>	<b>B19WPM</b>			
<b>Modulverantwortliche Person</b>	Prof. Dr. J. Pesch							
<b>Dozierende Personen</b>	Prof. Dr. J. Pesch, Dr. Karin Röfling							
<b>Nummer im Studienplan</b>	B19WPM	<b>Pflichtmodul</b>						
<b>Regelsemester</b>	6 (SS)	<b>Wahlpflichtmodul</b>			<b>X</b>			
<b>Lehrform</b>		<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>LP (ECTS)</b>	<b>Aufteilung</b>			
	Prof. Dr. Jens Pesch Dr. Karin Röfling	SU Pr	2 2	2 2	---			
	<b>SU:</b> Seminaristischer Unterricht; <b>Ü:</b> Übung; <b>S:</b> Seminar; <b>Pr:</b> Praktikum Max. Gruppengrößen: <b>SU</b> 16; <b>Ü/Pr</b> 12							
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Vorlesung</b>  <b>Praktikum</b>  <b>Summe</b>	<b>Präsenz</b> 26 Stunden	<b>Eigenstudium</b> 42 Stunden	<b>Leistungskontrolle</b> schr. Studienarbeit / Note				
		24 Stunden	28 Stunden	Protokolle / mE				
		<b>50 Stunden</b>	<b>70 Stunden</b>					
		<b>Gesamt: 120 Stunden</b>						
	<b>WS:</b> 13 Wochen Lehre; <b>SS:</b> 14 Wochen Lehre; Umrechnung: Präsenz 1 SWS = 1 Stunde							
<b>Eingangsvoraussetzungen</b>	<b>Pr:</b> allgemeine und laborspezifische Sicherheitsunterweisung, gültige Haftpflichtversicherung für Laborpraktika, bestandene Vortestate/ selbst verfasste und attestierte Betriebsanweisung							
<b>Empfohlene Eingangsvo-raussetzungen</b>	Theoretische und praktische Grundlagen der organischen Chemie, Grundkenntnisse in MS, UV/Vis-, IR- und NMR-Spektroskopie							
<b>Lernziel</b>	Die Studierenden kennen die wichtigsten in der Natur vorkommenden pflanzlichen und tierischen Sekundärmetabolite. Sie können Ihre organisch-chemischen Kenntnisse auf den Bereich der Sekundärmetabolite anwenden und sind vertraut mit deren physikalischen und chemischen Eigenschaften, sowie deren Vorkommen in der Natur. Den Studierenden sind verschiedene (industrielle) Isolierungs- und Synthesemethoden bekannt. Sie können Naturstoffe mittels spektroskopischer Methoden charakterisieren.							
<b>Inhalt</b> <b>Vorlesung</b>	Folgende Themenbereiche werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturstoffklassen wie Terpene, Alkaloide, Steroide, Pheromone, Vitamine, etc. und deren Vorkommen</li> <li>• (industrielle) Isolierungsmethoden</li> </ul>							

	<ul style="list-style-type: none"> <li>ausgewählte industrielle Synthesen einiger Naturstoffe aus den Bereichen Farbstoffe, Riech- und Aromastoffe, Wirkstoffe, Vitamine und Hormone</li> <li>Grundlagen der IR- und NMR-Spektroskopie. Interpretation von IR- und NMR-Spektren zur Charakterisierung von Naturstoffen.</li> </ul>
<b>Inhalt Praktikum</b>	Isolierung und spektroskopische Charakterisierung einiger ausgewählter Naturstoffe. Ggf. eine einfache Synthese eines Naturstoffes.
<b>Literatur</b>	<p><b>Basisliteratur:</b></p> <p>B. Schäfer; <i>Naturstoffe der chemischen Industrie</i>; 1. Aufl. <b>2007</b> Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag.</p> <p>S. Berger, D. Sicker; <i>Classics in Spectroscopy – Isolation and Structure Elucidation of Natural Products</i>; 1. Aufl. <b>2009</b>, Wiley-VCH</p> <p>G. Habermehl, P. E. Hammann, H. C. Krebs, W. Ternes; <i>Naturstoffchemie – Eine Einführung</i>; 3. Aufl. <b>2008</b>, Springer-Verlag Berlin Heidelberg</p> <p>J. Clayden, N. Greeves, S. Warren; <i>Organic Chemistry</i>; 2. Aufl. <b>2012</b> Oxford University Press / <i>Organische Chemie</i>; <b>2013</b> Spektrum Verlag</p> <p>Hesse, Meier, Zeeh; <i>Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie</i>; 8. Aufl. <b>2012</b> Georg Thieme Verlag Stuttgart</p>
<b>Besonderheiten</b>	Die Teilnehmeranzahl ist auf insgesamt 12 Studierende beschränkt, das Modul inkl. aller schriftlicher Unterlagen wird über einen Moodle-Kurs organisiert; die Detailinhalte der Vorlesung werden zu Beginn der Veranstaltung gemeinsam mit den Studierenden ausgewählt und festgelegt. Die benotete Prüfung ist eine schriftliche Studienarbeit nach vorgegebenen Kriterien zu einem vorgegebenen Naturstoff. Die dafür notwendige Literatur muss eigenständig recherchiert werden.
<b>Kontakt</b>	<a href="mailto:Jens.Pesch@th-nuernberg.de">Jens.Pesch@th-nuernberg.de</a> ; <a href="mailto:Karin.Roelfing@th-nuernberg.de">Karin.Roelfing@th-nuernberg.de</a>
<b>Datum der letzten Änderung</b>	09.09.2025