

**Fachprüfungsordnung  
für das Unterrichtsfach Chemie  
im Master-Studiengang für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen  
an der Universität Duisburg-Essen**

**Vom 09. Dezember 2011**

(Verköndungsblatt Jg. 9, 2011 S. 917 / Nr. 126)

Aufgrund des § 2 Abs. 4 und des § 64 Abs. 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz - HG) vom 31.10.2006 (GV. NRW. S. 474), zuletzt geändert durch Gesetz vom 08.10.2009 (GV. NRW. S. 516), sowie § 1 Abs. 1 der Gemeinsamen Prüfungsordnung für den Masterstudiengang für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen vom 06.12.2011 (Verköndungsblatt Jg. 9, 2011, S. 853 / Nr. 118) hat die Universität Duisburg-Essen folgende Fachprüfungsordnung erlassen:

**Inhaltsübersicht:**

- § 1 Geltungsbereich
- § 2 Ziele des Studiums, Inhalte und Qualifikationsziele der Module
- § 3 Studienverlauf, Lehrveranstaltungsarten
- § 4 Lehr und Prüfungssprache
- § 5 Prüfungsausschuss
- § 6 Master-Arbeit
- § 7 Wiederholung von Prüfungsleistungen
- § 8 Mündliche Ergänzungsprüfung
- § 9 In-Kraft-Treten

Anlage 1: Studienplan

Anlage 2: Inhalte und Kompetenzziele der Module

**§ 1  
Geltungsbereich**

Diese Fachprüfungsordnung enthält die fachspezifischen Regelungen zum Studienverlauf und zu den Prüfungen im Unterrichtsfach Chemie im Master-Studiengang für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen an der Universität Duisburg-Essen.

**§ 2  
Ziele des Studiums,  
Inhalte und Qualifikationsziele der Module**

(1) Ziel des Studiums ist der Aufbau erweiterter Kompetenzen hinsichtlich der Wissenschaft Chemie, ihrer Erkenntnis- und Arbeitsmethoden sowie der chemiedidaktischen Anforderungen. Damit verfügen die Studienabsolventinnen und -absolventen über anschlussfähiges fachwissenschaftliches und fachdidaktisches Wissen in Chemie, das es ihnen ermöglicht, Lernprozesse im Fach Chemie lernergerecht zu gestalten und neue fachliche, fachdidaktische und fächerverbindende Entwicklungen selbständig in den Unterricht an Gymnasien und Gesamtschulen sowie in die Schulentwicklung einzubringen und damit sowohl für schulische wie außerschulische bildungs- und vermittlungsnahen Berufsfelder zu befähigen.

(2) Die wesentlichen Inhalte und Kompetenzziele der Module sind in Anlage 2 aufgeführt.

**§ 3  
Studienverlauf, Lehrveranstaltungsarten**

(1) Im Unterrichtsfach Chemie im Master-Studiengang für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen gibt es folgende Lehrveranstaltungsarten bzw. Lehr- und Lernformen:

1. Vorlesung
2. Übung
3. Seminar
4. Kolloquium

- 5. Praktikum
- 6. Projekt
- 7. Exkursion

Vorlesungen bieten in der Art eines Vortrages eine zusammenhängende Darstellung von Grund- und Spezialwissen sowie von methodischen Kenntnissen.

Übungen dienen der praktischen Anwendung und Einübung wissenschaftlicher Methoden und Verfahren in eng umgrenzten Themenbereichen.

Seminare bieten die Möglichkeit einer aktiven Beschäftigung mit einem wissenschaftlichen Problem. Die Beteiligung besteht in der Präsentation eines eigenen Beitrages zu einzelnen Sachfragen, in kontroverser Diskussion oder in aneignender Interpretation.

Kolloquien dienen dem offenen, auch interdisziplinären wissenschaftlichen Diskurs. Sie beabsichtigen einen offenen Gedankenaustausch.

Praktika eignen sich dazu, die Inhalte und Methoden eines Faches anhand von Experimenten exemplarisch darzustellen und die Studierenden mit den experimentellen Methoden eines Faches vertraut zu machen. Hierbei sollen auch die Planung von Versuchen und die sinnvolle Auswertung der Versuchsergebnisse eingeübt und die Experimente selbstständig durchgeführt, protokolliert und ausgewertet werden.

Projekte dienen zur praktischen Durchführung empirischer und theoretischer Arbeiten. Sie umfassen die geplante und organisierte, eigenständige Bearbeitung von Themenstellungen in einer Arbeitsgruppe (Projektteam). Das Projektteam organisiert die interne Arbeitsteilung selbst. Die Projektarbeit schließt die Projektplanung, Projektorganisation und Reflexion von Projektfortschritten in einem Plenum sowie die Präsentation und Diskussion von Projektergebnissen in einem Workshop ein. Problemstellungen werden im Team bearbeitet, dokumentiert und präsentiert.

Exkursionen veranschaulichen an geeigneten Orten Aspekte des Studiums. Exkursionen ermöglichen im direkten Kontakt mit Objekten oder Personen die Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Fragestellungen. Die Erkenntnisse werden dokumentiert und ausgewertet.

(2) Die Lehr-/Lernformen „Seminar“ und „Praktikum“ erfordern zum Erwerb der Lernziele die regelmäßige Anwesenheit und aktive Beteiligung der Studierenden. Zur entsprechenden Modulprüfung kann nur zugelassen werden, wer an den Lehr-/Lernformen „Seminar“ und „Praktikum“ regelmäßig teilgenommen hat.

#### **§ 4 Lehr- und Prüfungssprache**

Die Lehr- und Prüfungssprache ist Deutsch. Ausnahmen regeln die Modulbeschreibungen.

#### **§ 5 Prüfungsausschuss**

Dem Prüfungsausschuss für das Unterrichtsfach Chemie im Master-Studiengang für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen gehören an:

- 3 Mitglieder aus der Gruppe der Hochschullehrerinnen oder Hochschullehrer,
- 1 Mitglied aus der Gruppe der akademischen Mitarbeiterinnen oder Mitarbeiter,
- 1 Mitglied aus der Gruppe der Studierenden.

#### **§ 6 Master-Arbeit**

Die Master-Arbeit ist in deutscher oder englischer Sprache zu verfassen und soll 80 Seiten nicht überschreiten.

#### **§ 7 Wiederholung von Prüfungsleistungen**

Sofern auch eine zweite Wiederholung einer Prüfung nicht bestanden wird, findet zu der betreffenden Prüfung eine mündliche Ergänzungsprüfung gemäß § 8 statt. Diese mündliche Ergänzungsprüfung kann nur einmal während des Studiums in Anspruch genommen werden.

#### **§ 8 Mündliche Ergänzungsprüfung**

Besteht eine studienbegleitende Prüfung aus einer Klausurarbeit, kann sich die oder der Studierende nach der letzten der Prüfung vor einer Festsetzung der Note „nicht ausreichend“ (5,0) im selben Prüfungszeitraum einer mündlichen Ergänzungsprüfung unterziehen. Für die Abnahme und Bewertung der mündlichen Ergänzungsprüfung gilt § 17 Abs. 1 bis 5 der gemeinsamen Prüfungsordnung entsprechend. Aufgrund der mündlichen Ergänzungsprüfung wird die Note „ausreichend“ (4,0) oder die Note „nicht ausreichend“ (5,0) festgesetzt.

#### **§ 9 In-Kraft-Treten**

Diese Prüfungsordnung tritt mit Wirkung zum 01.10.2014 in Kraft. Sie wird in den Amtlichen Mitteilungen der Universität Duisburg-Essen bekannt gegeben.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrates der Fakultät für Chemie vom 29.11.2010.

Duisburg und Essen, den 09. Dezember 2011

Für den Rektor  
der Universität Duisburg-Essen  
Der Kanzler  
In Vertretung  
Eva Lindenberg-Wendler

Anlage 1: Studienplan für das Unterrichtsfach Chemie im Zwei-Fach Master-Studiengang Lehramt Gymnasien und Gesamtschulen

Modul	Credits pro Modul	Fach- semester	Lehrveranstaltungen (LV)	Cre- dits pro LV	Pflicht (P)	Wahl- pflicht (WP) *1)	Veran- stal- tungs- art	Semester- wochen- stunden (SWS)	Zulas- sungs- voraus- setzungen	Prüfung	Anzahl der Prü- fungen je Modul
Fachdidaktik III	8	1	Vorbereitung Praxissemester	3	x		S	2	keine	Präsentation der Projektar- beit	1
		1	Statistische Grundlagen unter- richts- und forschungsbezogener Leistungsdiagnostik	3	x		V	2	keine		
		3	Forschung	2	x		Projekt	2	keine		
Anorganische Chemie	8	1	Anorganische Chemie II	5	x		V/Ü	2+1	keine	Abschluss- kolloquium	1
		2	Fortgeschrittenenpraktikum	3	x		P/S	3+1	keine		
Praxissemester	25, davon Chemie: 4	2	Begleitung Fachdidaktik Praxis- semester	(4)	x		S	2			
Biomaterialien und Bio- mineralisation*1)	10	2	Biomaterialien und Biomineralisa- tion	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur oder Kolloquium	1 + 1
Materialwissenschaften*1)		2	Materialwissenschaften	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur	
Medizinische Chemie*1)		3	Medizinische Chemie	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur	
Physikalisch-Organische Chemie*1)		3	Physikalisch-Organische Chemie	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur	
Supramolekulare Chemie*1)		3	Supramolekulare Chemie	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur	
Environmental Chemistry: Soil/Waste*1)		3	Environmental Chemistry Soil/Waste	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur	
Environmental Chemistry: Pollutants*1)		3	Environmental Chemistry: Pollutants	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur	
Organische Chemie III*1)*2)		3	Organische Chemie III	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur	
Methoden der Strukturauf- klärung*1)*2)		2	Spektroskopische Methoden in der Organischen Chemie	5		x	V/Ü	1+2	keine	Klausur	
Analytische Chemie*1)*2)		3	Analytische Chemie	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur	
Statistik*1)*2)		3	Statistik	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur	
Technische Chemie I*1)*2)		2	Technische Chemie I	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur	
Theoretische Chemie I*1)*2)		2	Theoretische Chemie I	5		x	V/Ü	2+1	keine	Klausur	
Professionelles Handeln wissenschaftsbasiert weiter- entwickeln	9, davon Chemie: 3	4	Wissenschaftliches Arbeiten	3	x		S	2			
Abschlussarbeit	20	4			x						
<b>Summe Prüfungen</b>											4
<b>Summe Credits</b>	<b>53</b>		<b>ohne Praxissem. und Master-Arbeit</b>					<b>29</b>			

\*1) Es sind zwei Module (5 CR./3 SWS) zu wählen.

\*2) wählbar, wenn es im Bachelor oder einem anderen Studienfach nicht bereits absolviert wurde.

Anlage 2: Inhalte und Kompetenzziele der Module

Modul	Inhalte	Kompetenzziele Die Studierenden können...
<b>Fachdidaktik III</b>	Einführung in die grundlegenden Konzepte quantitativer Messverfahren im Zusammenhang mit Fachunterricht und empirischer chemiedidaktischer Forschung; Wissenschaftliche Verfahren der Datenerhebung; Grundlagen des Messens; Deskriptive Statistik; Inferentielle Statistik; Testung von Unterschiedshypothesen und Zusammenhangshypothesen; Klassische versus probabilistische Testtheorie; Testen und Leistungen messen in der Schule; Wissenschaftliche Literaturrecherche; Anlage wissenschaftlicher Untersuchungen/ Untersuchungsmethoden; Auswertungsmethoden; Präsentation von Ergebnissen; Konsequenzen und Perspektiven; Planung von Unterrichtsreihen, Analyse von Unterricht, Strukturierung von Unterricht, Zielorientierte Auswahl von Inhalten, Medien im Unterricht, Differenzierung von Unterricht unter Berücksichtigung sozialer und kultureller, Lernvoraussetzungen	weiterführende Kenntnisse in der Planung, Durchführung, und Reflexion von Chemieunterricht anwenden.  eine lehr-lernbezogene Forschungsfrage entwickeln und mit Hilfe empirischer Daten evaluieren.
<b>Anorganische Chemie</b>	Die Chemie der Nebengruppenelemente (d- u. f-Elemente), insbesondere: Prinzipien der Metallgewinnung; der metallische Zustand; Grundtypen von Legierungen; binäre Metallverbindungen; Schwerpunkt Halogenide und Oxide; MX <sub>n</sub> -Verbindungen in niedrigen u. hohen Oxidationsstufen; Grundlagen der Koordinationschemie: Terminologie, Nomenklatur, Typen von Liganden, Stabilität von Komplexen, LF-Theorie und MO-Theorie, die Farbigkeit von Komplexverbindungen, Reaktivität bei Komplexen: Ligandenaustausch, Reaktionen am Liganden, Redoxreaktionen des Metallzentrums	die Eigenschaften und Reaktionen der Übergangsmetalle erklären sowie in Theorie und Praxis anwenden.
<b>Praxissemester</b>	Schulformspezifischer Chemieunterricht, insbesondere: Analyse von Kerncurricula; Organisation von Unterricht; Strukturierung von Unterricht; Zielorientierte Auswahl von Inhalten; Methodik des Unterrichtens; Medien im Unterricht; Analyse von Unterricht	Lehr-Lernprozesse unter Berücksichtigung individueller, institutioneller und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen gestalten, evaluieren und reflektieren sowie den Erziehungsauftrag von Schule wahrnehmen.
<b>Biomaterialien und Biomineralisation</b>	Vertiefte Kenntnisse zur biomimetischen Materialforschung mit den Schwerpunkten "Biomaterialien" (medizinische Anwendungen) und "Biomineralisation" (biologische Strukturen), insbesondere: Stoffklassen (Metalle, Polymere, Keramiken, Verbundwerkstoffe); Synthese, Eigenschaften (chemisch, biologisch, mechanisch); Anwendungen, demonstriert an Fallbeispielen (z.B. Gelenk-, Knochen-, Haut- und Zahnersatz); Biomineralisation: Wichtige Biomaterialien: Calciumcarbonat, Calciumphosphat, Siliciumdioxid, Eisenoxide; Grundlegende Mechanismen der biologischen Kristallisation; Keimbildungseffekte; Matrixeffekte bei der Biomineralisation. Wechselwirkung des anorganischen Minerals mit der organischen Matrix; Pathologische Mineralisation; Fallbeispiele (z.B. Mollusken, Knochen, Zähne, Arteriosklerose, Verkalkung von Implantaten)	chemisch-stoffliche Sachverhalte mit den daraus resultierenden biologischen und z.T. auch mechanischen Effekten analysieren und korrelieren.
<b>Materialwissenschaften</b>	Grundlagen der Materialwissenschaften, insbesondere: Zustände, Struktur und Morphologie fester Körper; Oberflächen und Grenzflächen; Materialeigenschaften (mechanische Eigenschaften, elektrische Eigenschaften, Wärmeleitfähigkeit, magnetische Eigenschaften, optische Eigenschaften, thermische Ausdehnung, Korrosion); Verfahren zur Materialprüfung; Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren; Exemplarische technische Werkstoffe (Beziehungen zwischen Struktur, Herstellung/Verarbeitung und Funktion) mit Schwerpunkt Polymere	systematische Kenntnisse zu Struktur- / Funktionsbeziehungen bei festen Materialien (Metalle, Keramiken, Polymere, Verbundwerkstoffe) erklären und anwenden.
<b>Medizinische Chemie</b>	Medizinische Chemie insbesondere: Wie wirkt ein Arzneimittel; Wirkstoffentwicklung, Leitstruktur; Metabolisierung von Wirkstoffen, Prodrugs; Analgetika (Opiode, Aspirin & Co); ACE-Hemmer, Entwicklung von Enzyminhibitoren; Parkinson, Alzheimer; Antibakterielle und antivirale Wirkstoffe; Wirkstoffe gegen Tropenkrankheiten (z.B. Malaria); Rational Drug Design: z.B. das Antihistaminikum Cimetidin; Behandlung von Krebs, Tumorstoffe	wissenschaftlich fundierte grundlagen- und methodenorientierte Kenntnisse zur medizinischen Chemie anwenden.

<b>Physikalisch-Organische Chemie</b>	Physikalisch-Organische Chemie, insbesondere: Was ist ein Reaktionsmechanismus; Grundlagen der Reaktionsanalyse; Kinetische Untersuchungen, Isotopeneffekte, Solvenseffekte, direkte Beobachtung von Intermediaten, NMR-Methoden zur Reaktionsaufklärung	wissenschaftlich fundierte grundlagen- und methodenorientierte Kenntnisse zur physikalisch-organischen Chemie mit Schwerpunkt auf der Aufklärung von Reaktionsmechanismen erklären und anwenden.
<b>Supramolekulare Chemie</b>	Supramolekulare Chemie insbesondere: Grundlagen der supramolekularen Komplexbildung; Stabilität von Komplexen, Präorganisation und Komplementarität; experimentelle Methoden zur Untersuchung von Komplexen; Arten nicht-kovalenter Wechselwirkungen (z.B. Ionenpaare, Ionen-Dipol, Dipol-Dipol, Wasserstoffbrücken, aromatische Stapelwechselwirkungen, hydrophobe Kontakte); das Zusammenspiel verschiedener Wechselwirkungen (sekundäre Wechselwirkungen, Kooperativität); Einfluss der Umgebung (Solvens, Temperatur); Energetik der Komplexbildung, Enthalpie-Entropie-Kompensation; Anwendungsbeispiele (z.B. molekulare Erkennung von Kationen und Anionen oder von Biomolekülen, molekulare Erkennung in der Natur, Selbstassoziation, supramolekulare Polymere, Nanomaterialien durch Selbstaggregation)	wissenschaftlich fundierte grundlagen- und methodenorientierte Kenntnisse zur supramolekularen Chemie erklären und anwenden.
<b>Environmental Chemistry: Soil/Waste</b>	Umweltchemie Boden/Abfall Übersicht zur Schadstoffbelastung umweltrelevanter Festkörper. Erklärung von Prozessen zu Stoffumwandlung und -transport, die zu Schadstoffmobilität und toxikologisch relevanten Wirkungen führen - Böden und Sedimente (Genese, Bestandteile, Tonminerale, Huminstoffe, Wechselwirkungen, Schadstoffchronologie) - Schadstoffmobilität (Sequenzielle Extraktionen, Elutionstests, Stoffspezifizierung, Lösungsvermittler) - Altlasten und Abfall (geochemische Hintergrundsbelastung, Stabilisierung und Lagerung, Erfassung und Bewertung) - Staub (Außen- und Innenraumbereich, Dieselruß, Toxikologie von Feinstaub)	die Umweltchemie von Festphasensystemen, relevante Umweltszenarien geogener und anthropogener Prägung und Konzepte zu deren toxikologischen Bewertung erklären und anwenden.
<b>Environmental Chemistry: Pollutants</b>	Einführung in Umweltmedizin und Humantoxikologie: Asbest, umweltrelevante Stäube und Feinstäube, Dieselruß, Schwermetalle (Einführung, Speziation), Quecksilber, Blei, Cadmium, Arsen, Zink, Selen, Antimon, Zinn, Thallium, Beryllium, Organische Stoffe (Einführung), PAK, Bioakkumulation, DDT, PCB, Dioxine, Biozide (Abbaubarkeit, Metabolite), radioaktive Stoffe (Differenzierung geo- und anthropogen, Belastungsszenarien, Tschernobyl, Bodenradon), Schadstoff-Fingerprinting	die Schadstoffbelastung der Umwelt und der damit verknüpften Prozesse erklären sowie die Gefährdungsbewertung relevanter Szenarios interpretieren.
<b>Organische Chemie III</b>	Organisch-chemische Synthese: Bedeutung, Methoden und Planung von Synthesen: retrosynthetische Analyse (Zielmoleküle, Erkennung und Klassifizierung von funktionellen Gruppen, Spaltung und Umwandlung der Zielmoleküle in einfachere Moleküle, Edukte, mit Hilfe von bekannten und neu zu erlernenden Reaktionen), konvergente und lineare Synthesen. Als Ausgangsbasis dienen die im Modul OC1 besprochenen Reaktionen. Kontrolle von Diastereoselektivität und Enantioselektivität. Katalysen (chemische Katalysatoren und Enzyme). Biogenese und Synthese ausgewählter Naturstoffe: z.B. Steroide, Carotinoide, Vitamine, Hormone, Aminosäuren, Peptide, Proteine und Nucleinsäuren.	die Synthese komplexer organischer Moleküle planen, erklären und auf Anwendungsbeispiele anwenden.
<b>Methoden der Strukturaufklärung</b>	Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie: Praxisbezogene Einführung in die UV-Vis-, FT-IR-, NMR- (1D und 2D, 1H und 13C-NMR) und Massenspektroskopie (EI, ESI und MALDI) als Methoden zur Strukturaufklärung von organisch-chemischen Verbindungen. Diskussion der einzelnen spektroskopischen Methoden mit Anwendungsbeispielen. Strukturanalyse mit Hilfe der Kombination aller spektroskopischen Methoden. Übungen zur Strukturaufklärung am Beispiel vorgegebener UV-Vis-, IR-, NMR- und Massenspektren in Form von Seminarvorträgen, bei denen die Studierende neben dem Fachwissen auch die Fähigkeit erwerben sollen, dieses in übersichtlicher Form vorzutragen.	strukturelle Charakterisierung von organisch-chemischen Verbindungen mit Hilfe von spektroskopischen Methoden an konkreten Beispielen anwenden.
<b>Analytische Chemie</b>	Grundlagen der analytischen Chemie, insbesondere: Qualitative und quantitative Analytik unter dem Aspekt der Qualitätssicherung. Themenkreise: Analytische Fragestellungen, Analysenschemata, nasschemische und instrumentelle Methoden; Physikalische Grundlagen zur Instrumentellen Analytik; Differenzierung zwischen Analyt und Probenmatrix (Matrixeffekte); Qualitative und quantitative Bestimmung von Haupt-, Neben- und Spurenelementen; Makro- und Mikroanalytik; Fehlerquellen, analytisches Qualitätsmanagement (Chemometrie, Ringanalysen); Relativ- und Absolutbestimmungen, vergleichende Analytik	Grundkenntnisse der analytischen Chemie für Analysen- und Qualitätssicherungsvorgänge zur Bewertung analytischer Daten anwenden.

<b>Statistik</b>	Grundlagen der Statistik, insbesondere: Einführung in die Natur von Daten; Nutzen und Missbrauch von Statistik; Planung von Experimenten; Beschreiben, Explorieren und Vergleichen von Daten; Histogramme, Boxplots; Lagemaße, Mittelwert, Median, Quantile; Streuungsmaße (Variabilität); Elementare Wahrscheinlichkeitsrechnung; Verteilungen; Zufallsvariablen (nominale, ordinale, kontinuierliche); Diskrete und kontinuierliche Verteilungen, insbesondere Normalverteilung und t-Verteilung, Zentraler Grenzwertsatz; Vertrauensbereich und statistische Tests (parametrische und nicht-parametrische, darunter t-, Wilcoxon-, $\chi^2$ -, Fisher's exact-Test); Regression und Vorhersage; Lineare Modelle (Korrelation, lineare und multiple lineare Regression, ANOVA), Verfahrensstandardabweichung, Nachweis- und Bestimmungsgrenze	grundlegende Konzepte und Methoden der Statistik zur empirischen Forschung erklären und anwenden.
<b>Technische Chemie I</b>	Grundlagen der Technischen Chemie, insbesondere: Chemische Prozesstechnologien, Chemische Reaktionskinetik; Einführung in chemische Prozesstechnologien. Stoffliche Verflechtung der industriellen Chemie: Rohstoffe, Grundchemikalien, Zwischenprodukte, Endprodukte; Chemische Verfahrensentwicklung: Randbedingungen der chemischen Industrie; Wirtschaftliche Aspekte; Strategien zur Auswahl von Rohstoffen und Reaktionswegen; Scaleup, Scaledown; Fließbilder. Chemische Reaktionstechnik I. Stöchiometrie, Zusammensetzung der Reaktionsmasse, Umsatz, Ausbeute, Selektivität bei einfachen und komplexen Reaktionen; Durchsatz, Leistung, Raum-Zeit-Ausbeute; Reaktionslaufzahlen und stöchiometrische Bilanzen; Umsatz und chemische Zusammensetzung; Mikrokinetik: Geschwindigkeitsgleichungen (Formalkinetik); Berechnung isothermer Idealreaktoren; Differentielle Stoffmengenbilanzen; Grundtypen von Idealreaktoren: Charakterisierung und Vergleich von BR, PFTR, CSTR, Kaskade von CSTRs, SBR. Verweilzeitverteilung in idealen und realen kontinuierlichen Reaktoren: Verweilzeitspektrum, Verweilzeit-Summenkurve, Verweilzeitmodelle für CSTR, PFTR, Kaskade von CSTRs. Dispersions-, Zellenmodell und mehrparametrische Modelle, einfache Kompartimentmodelle. Einfluss auf den Umsatz bzw. die Leistung in realen Reaktoren, Makro- und Mikrovermischung, Segregation.	chemische Einzelreaktionen und Mechanismen in der Praxis am Beispiel ausgewählter technischer Prozesse identifizieren und anwenden.
<b>Theoretische Chemie I</b>	Grundlagen der Theoretischen Chemie, insbesondere: 1. Versagen der klassischen Physik, Strahlungsgesetze, photoelektrischer Effekt, Compton- Effekt, de-Broglie-Beziehung, Heisenberg'sche Unschärferelation. 2. Schrödinger-Gleichung und Anwendung auf einfache Systeme; Eigenfunktionen und Eigenwerte, Operatoren, Erwartungswerte, Postulate der Quantenmechanik, freies Teilchen, Teilchen im Kasten (1D, 3D). 3. Harmonischer Oszillator: Eigenfunktionen; Nullpunktsenergie, Tunneleffekt, Eigen- und Erwartungswerte; Variationsprinzip. 4. Teilchen auf dem Ring und auf der Kugel, Kugelflächenfunktionen komplex und reell, starrer Rotator. 5. Wasserstoffatom; radiale Dichteverteilung; Virialtheorem; Verknüpfung mit Bohr'schem Modell. 6. Vielelektronen-Atome; Elektronenspin; Spin-Bahn-Kopplung, Pauli- Prinzip; Hund'sche Regeln; Periodensystem, Termsymbolik. 7. Chemische Bindung: Born-Oppenheimer-Näherung, lineares Variationsverfahren, LCAONäherung; MO-Diagramme 2- und mehratomiger Moleküle. 8. Hückeltheorie: Hückel-Determinante und -orbitale von Ethen, Butadien, Allyl, Benzol; Hückelregel.	quantenmechanische Grundlagen des Aufbaus von Molekülen systematisch erklären und diese eigenständig anwenden.
<b>PHW (Professionelles Handeln wissenschaftsbasiert weiterentwickeln)</b>	Das Modul befasst sich mit Forschungsfragen zur gewählten Disziplin: Wissenschaftliche Literaturrecherche; Anlage wissenschaftlicher Untersuchungen; Untersuchungsmethoden; Auswertungsmethoden; Präsentation von Ergebnissen; Konsequenzen und Perspektiven	bildungswissenschaftliche, fachliche, fachdidaktische und methodische Kompetenzen im Hinblick auf konkrete Theorie-Praxis-Fragen integrieren und anwenden.