

gültig bei Einschreibung ab Wintersemester 2016/2017

**Fachprüfungsordnung  
für das Unterrichtsfach Chemie  
im Masterstudiengang  
für das Lehramt an Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen  
an der Universität Duisburg-Essen**

**Vom 09. Dezember 2011<sup>i</sup>**

(Verkündungsblatt Jg. 9, 2011 S. 911 / Nr. 125)

zuletzt geändert durch fünfte Änderungsordnung vom 23. Juni 2020 (VBI Jg. 18, 2020 S. 371 / Nr. 61)

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 Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen vom 06.12.2011 (Verkündungsblatt Jg. 9, 2011, S. 839 / Nr. 117) 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 Masterarbeit
- § 7 Wiederholung von Prüfungsleistungen
- § 7a Freiversuch<sup>ii</sup>
- § 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 Masterstudiengang für das Lehramt an Haupt-, Real-, Sekundar- 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 Haupt-, Real-, Sekundar- 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 Masterstudiengang für das Lehramt an Haupt-, Real-, Sekundar- 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 selbständig 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 Masterstudiengang für das Lehramt an Haupt-, Real-, Sekundar- 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

##### Masterarbeit

Die Masterarbeit 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.

#### § 7a<sup>iii</sup>

##### Freiversuch

(1) Hat die oder der Studierende eine Modulabschlussprüfung zu dem ersten in der Prüfungsordnung vorgesehenen Prüfungstermin erstmals abgelegt, gilt die Prüfung im Falle des Nichtbestehens als nicht unternommen (Freiversuch). Für die Frist gilt § 64 Abs. 3a HG entsprechend. Satz 1 findet keine Anwendung auf eine Prüfung, die wegen eines Täuschungsversuchs oder Ordnungsverstoßes als nicht bestanden gilt.

(2) Eine nach Abs. 1 bestandene Modulprüfung kann auf Antrag der oder des Studierenden einmal zur Notenverbesserung wiederholt werden. Dabei zählt für die Gesamtnote das jeweils bessere Ergebnis. Die Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung muss zum jeweils nächstmöglichen Prüfungstermin wahrgenommen 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 Masterstudiengang Lehramt Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen <sup>iv</sup>

Modul	Credits pro Modul	Fachsemester	Lehrveranstaltungen (LV)	Credits pro LV	davon CP Inklusion	Pflicht (P)	Wahlpflicht (WP) *1)	Veranstaltungsart	Semesterwochenstunden (SWS)	Zulassungsvoraussetzungen	Prüfung	Anzahl der Prüfungen je Modul
Fachdidaktik III <sup>vi</sup>	7	1	Vorbereitung Praxissemester	3	1	x		S	2	keine	Schriftliche Ausarbeitung zur Projektarbeit	1
		1	Statistische Grundlagen unterrichts- und forschungsbezogener Leistungsdiagnostik	3		x		V	2	keine		
		3	Reflexion und Vertiefung ausgewählter chemiedidaktischer Fragestellungen	1	1	x		Projekt	2	keine		
Kontextorientierte Chemie	5	1	Seminar Kontextorientierte Chemie	2		x		S	2	keine	Moderation einer Seminarsitzung mit experimentellem Anteil inkl. Schriftlicher Ausarbeitung	1
		3	Praktikum Kontextorientierte Chemie	3		x		P/S	2+1	keine		
Praxissemester <sup>vii</sup>	25, davon Chemie: 5 bzw. 2	2	Begleitung Fachdidaktik Praxissemester (mit Studienprojekt)	5	viii		X	S	2			
			Begleitung Fachdidaktik Praxissemester (ohne Studienprojekt)	2								
Hygiene in Schule und Beruf*1), *1a)	5	2 oder 3	Hygiene in Schule und Beruf	5			X	S/Ü	2+1	Grundlagen der Biologie	Klausur	1
Biomaterialien und Biomineralisation*1), *1a)	5	2	Biomaterialien und Biomineralisation	5			X	V/Ü	2+1	keine	Klausur oder Kolloquium	1
		2	Materialwissenschaften	5			X	V/Ü	2+1	keine		

Nanopartikel und Kolloide*1)	3	Nanopartikel und Kolloide	5	X	V/P	2+1	keine	Klausur	
------------------------------	---	---------------------------	---	---	-----	-----	-------	---------	--

Nano-Biophotonik*1)	3	Nano-Biophotonik-Vorlesung und Nano-Biophotonik-Blockpraktikum und Methodenkurs	5	X	V/P	2+1	keine	Klausur
Lasermaterialbearbeitung*1)	3	Lasermaterialbearbeitung: Makro-, Mikro- und Nanostrukturierung	5	X	V/Ü	3	keine	Kolloquium
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
Umweltchemie *1) *1a <sup>x</sup>	2 oder 3	Umweltchemie	5	x	V/S	2/1	keine	Abschluss-kolloquium
*Environmental Chemistry: Pollutants *1)	3	Environmental Chemistry: Pollutants	5	X	V/Ü	2+1	keine	Klausur
Organische Chemie 3 *1)*2)	3	Organische Chemie III	5	X	V/Ü	2+1	keine	Klausur
Methoden der Strukturaufklärung *1)*2)	2	Spektroskopische Methoden in der Organischen Chemie	5	X	V/Ü	1+2	keine	Klausur
Analytische Chemie 1 *1)*2)	3	Analytische Chemie I	5	X	V/Ü	2+1	keine	Klausur
Statistik*1)*2)	3	Statistik	5	X	V/Ü	2+1	keine	Klausur
Technische Chemie 1 *1), *1a), *2)	2	Technische Chemie I	5	X	V/Ü	2+1	keine	Klausur
Theoretische Chemie 1 *1), *1a), *2)	2	Theoretische Chemie I	5	X	V/Ü	2+1	keine	Klausur

Professionelles Handeln wissenschaftsbasiert weiterentwickeln	9, davon Chemie: 3	4	Wissenschaftliches Arbeiten	3	x	S	2	xi	
Abschlussarbeit	20	4			x				
<b>Summe Inklusion</b>				2					
<b>Summe Prüfungen</b>									3
<b>Summe Credits</b>	<b>45 bzw. 42<sup>xii</sup></b>				<b>ohne Praxissem. und Masterarbeit</b>		<b>20</b>		

\*1) Es ist ein Modul (5 CR./3 SWS) zu wählen.

\*1a) Diese Module werden außerhalb des Modells angeboten, die Studierbarkeit wird (vor allem parallel zum Praxissemester) ggf. erschwert.

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

Anlage 2: Inhalte und Kompetenzziele der Module <sup>xiiiiv</sup>

Modul	Inhalte	Kompetenzziele Die Studierenden können...
<b>Fachdidaktik III<sup>xv</sup></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 auch unter Inklusionsaspekten, Differenzierung von Unterricht unter Berücksichtigung individueller Lernvoraussetzungen	weiterführende Kenntnisse in der Planung, Durchführung, und Reflexion von Chemieunterricht anwenden, auch unter Berücksichtigung von Aspekten der Inklusion und der Bildung in einer digitalen Welt. eine lehr-lernbezogene Forschungsfrage entwickeln und mit Hilfe empirischer Daten evaluieren.
<b>Kontextorientierte Chemie</b>	<b>Unterrichtsmethoden &amp; Medien</b> verschiedene Organisationsformen; Methoden; Moderationsmethode; Nutzung und Entwicklung von Medien; Lernsoftware und Simulationen zum Alltag <b>Chemie &amp; Alltag</b> Chik, Salter's; Problematik der Komplexität der alltäglichen Stoffe, Phänomene und Prozesse; Alltagsvorstellungen; Inhalte versus Kontext, Nanochemie im Alltag <b>Beispiele für Inhalte</b> Haus und Garten, Sport und Freizeit, Gesundheit und Medizin, Luft und Atmosphärenphänomene, Abfall und Recycling, Spektakuläre Phänomene und „Wunder“, Essen und Trinken, Alkohol und Drogen, Aromastoffe und Parfum, Farben und Schönheit, Kunststoffe und Neue Materialien, Technik und praktischer Nutzen	nationale und internationale kontextorientierte Unterrichtsansätze reflektieren. Schulversuche durchführen, analysieren, optimieren und diese in Vorträge einbinden.
<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, Umsetzung von Maßnahmen zur Inklusion	Lehr-Lernprozesse unter Berücksichtigung individueller, institutioneller und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen gestalten evaluieren und reflektieren sowie den Erziehungsauftrag von Schule wahrnehmen.
<b>Hygiene in Schule und Beruf</b>	Schadstoffe am Arbeitsplatz, Reinigung und Lüftung von Arbeitsplätzen, Trinkwasserverordnung, Innenraumhygiene, Händehygiene, Desinfektion, persönliche Schutzausrüstung, Übertragung von Infektionskrankheiten, Impfungen, Geschichte der Hygiene, RISU	technische Maßnahmen zur Reduzierung ebendieser beurteilen; die Wirksamkeit von Hygienemaßnahmen beurteilen; Desinfektionsmaßnahmen korrekt anwenden; Übertragungswege beispielhaft Infektionserkrankungen zuordnen; Experimente zur Hygiene unter Sicherheitsaspekten beurteilen
<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 Biomineralien: 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.
-------------------------------	--	--

<p><b>Nanopartikel und Kolloide</b></p>	<p>Grundlagen der Kolloidchemie; Spezielle Eigenschaften von Nanopartikeln; Synthese von Nanopartikeln; Anwendung von Nanopartikeln und -materialien; Charakterisierung von Nanopartikeln</p>	<p>die Grundlagen der Kolloidchemie beschreiben und verschiedene Eigenschaft von Nanopartikeln erklären. Die Studierenden beherrschen einfache Verfahren zur Nanopartikelsynthese in Top-Down und Bottom-up Verfahrensweisen und können Anwendungsfelder benennen. Grundlegende Charakterisierungsmethoden von Nanomaterialien sind den Studierenden bekannt.</p>
<p><b>Nano-Biophotonik</b></p>	<p>Einführung in die NanoBioPhotonik, Nanobiomaterialien, Charakterisierung, Funktionalisierung, Biophotonische Methoden, Lösungsstrategien und Fallbeispiele, Diagnose-Methoden der NanoBiophotonik, Therapieansätze der NanoBiophotonik</p> <p>Praktikum:</p> <p>NANO: Synthese, (Bio)Funktionalisierung, Charakterisierung, Stabilisierung</p> <p>BIO: Imaging, Biomoleküle, Nanobiomaterialien, Assays</p> <p>PHOTO: Spektroskopie, Laser/Optik, Plasmonik</p>	<p>Grundkenntnisse an den Schnittstellen der Themenfelder der Nanomaterialien, Biologie und Photonik erlangen.</p> <p>Sie kennen die modernen Methoden der Nanobiophotonik, indem sie erlernen wie biologische und optische Funktionen gezielt mittels Nanomaterialien eingestellt werden, um diese mit photonischen Werkzeugen nutzbringend in der Biologie sowie medizinischen Diagnose und Therapie einsetzen zu können.</p> <p>Fallbeispiele sollen die Teilnehmer des Kurses in die Lage versetzen, ein geeignetes Nanomaterial auszuwählen, um eine biologische bzw. biomedizinische Aufgabenstellung mit dem „Werkzeug Licht“ zu lösen.</p> <p>Die Teilnehmer sind in der Lage, für konkrete Problemstellungen Syntheserouten, Biofunktionalisierungen und passende Charakterisierungsmethoden auszuwählen, anzuwenden und zu bewerten.</p> <p>Im zugehörigen Blockpraktikum (praktische Methodenkurse in Kleingruppen zu den drei Bereichen „Nano“, „Bio“, „Photonik“) wird das theoretische Wissen experimentell erprobt, anschaulich begriffen und vertieft.</p>
<p><b>Lasermaterialbearbeitung</b></p>	<p>Eine Einführung in Laseranwendungen zur Materialbearbeitung in Ingenieurs- und Naturwissenschaften in der Serienfertigung wird gegeben. Die Strahl-Stoff-Wechselwirkung wird diskutiert. Verschiedene Strahlquellen und Betriebsarten des Lasers zur Lasermaterialbearbeitung werden vorgestellt. Im Anschluss wird die Makro-, Mikro und Nanostrukturierung mit Lasern an verschiedenen Beispielen eingehend dargestellt: Schneiden, Schweißen, Bohren und Markieren, Laserauftragschweißen und –sintern, Oberflächenstrukturierung und Nanostrukturierung, Lasergenerierung von Nanopartikeln, Funktionale Nanopartikel und –materialien. Zum Abschluss werden ökonomisch-technische Aspekte behandelt sowie die Charakterisierung und Qualitätssicherung in der Laserfertigung besprochen.</p>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, geeignete Lasermethoden zur Lösung einer Problemstellung der Makro-, Mikro- und Nanostrukturierung auszuwählen und anzuwenden.</p>
<p><b>Medizinische Chemie</b></p>	<p>Medizinische Chemie insbesondere: Wie wirkt ein Arzneimittel; Wirkstoffentwicklung, Leitstruktur; Metabolisierung von Wirkstoffen, Prodrugs; Analgetika (Opioide, Aspirin &amp; 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, Tumorwirkstoffe</p>	<p>wissenschaftlich fundierte grundlagen- und methodenorientierte Kenntnisse zur medizinischen Chemie anwenden.</p>

<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>Umweltchemie<sup>xvi</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erde (Grundlegender Aufbau, Chemismus, die Erde als mobiles System)</li> <li>- Gesteine (Gesteine und ihre Bildung, der Chemismus als Funktion der Herkunft, Mineralische Komponenten in Abhängigkeit vom Chemismus)</li> <li>- Böden (Böden als Ergebnis der Wechselwirkung von Gesteinen und Umwelteinflüssen; spezifische Eigenschaften bestimmter Böden; Störfaktoren und Bodenkontaminationen; der Einfluss der Böden auf andere Umweltkompartimente)</li> <li>- Bodenschutz als zentrales Ziel im Bereich des Umweltschutzes</li> </ul>	die grundlegenden Kenntnisse bezüglich des Erdaufbaus. Sie können die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Umweltkompartimenten beschreiben.
<b><sup>xvii</sup>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 Enantioselectivität. 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 Struktur- aufklärung</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 Studierenden 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 I</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.

<p><b>Statistik</b></p>	<p>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 nichtparametrische, darunter t-, Wilcoxon-, <math>\chi^2</math>-, Fisher's exact-Test); Regression und Vorhersage; Lineare Modelle (Korrelation, lineare und multiple lineare Regression, ANOVA), Verfahrensstandardabweichung, Nachweis- und Bestimmungsgrenze</p>	<p>grundlegende Konzepte und Methoden der Statistik zur empirischen Forschung erklären und anwenden.</p>
<p><b>Technische Chemie I</b></p>	<p>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;</p> <p>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.</p>	<p>chemische Einzelreaktionen und Mechanismen in der Praxis am Beispiel ausgewählter technischer Prozesse identifizieren und anwenden.</p>
<p><b>Theoretische Chemie I</b></p>	<p>Grundlagen der Theoretischen Chemie, insbesondere:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Versagen der klassischen Physik, Strahlungsgesetze, photoelektrischer Effekt, Compton- Effekt, de-Broglie-Beziehung, Heisenberg'sche Unschärferelation.</li> <li>2. Schrödinger-Gleichung und Anwendung auf einfache Systeme; Eigenfunktionen und Eigenwerte, Operatoren, Erwartungswerte, Postulate der Quantenmechanik, freies Teilchen, Teilchen im Kasten (1D, 3D).</li> <li>3. Harmonischer Oszillator: Eigenfunktionen; Nullpunktsenergie, Tunneleffekt, Eigen- und Erwartungswerte; Variationsprinzip.</li> <li>4. Teilchen auf dem Ring und auf der Kugel, Kugelflächenfunktionen komplex und reell, starrer Rotator.</li> <li>5. Wasserstoffatom; radiale Dichteverteilung; Virialtheorem; Verknüpfung mit Bohr'schem Modell.</li> <li>6. Vielelektronen-Atome; Elektronenspin; Spin-Bahn-Kopplung, Pauli- Prinzip; Hund'sche Regeln; Periodensystem, Termsymbolik.</li> <li>7. Chemische Bindung: Born-Oppenheimer-Näherung, lineares Variationsverfahren, LCAONäherung; MO-Diagramme 2- und mehratomiger Moleküle.</li> <li>8. Hückeltheorie: Hückel-Determinante und -orbitale von Ethen, Butadien, Allyl, Benzol; Hückelregel.</li> </ol>	<p>quantenmechanische Grundlagen des Aufbaus von Molekülen systematisch erklären und diese eigenständig anwenden.</p>
<p><b>PHW (Professionelles Handeln wissenschaftsbasiert weiterentwickeln)</b></p>	<p>Das Modul befasst sich mit Forschungsfragen zur gewählten Disziplin: Wissenschaftliche Literaturrecherche; Anlage wissenschaftlicher Untersuchungen; Untersuchungsmethoden; Auswertungsmethoden; Präsentation von Ergebnissen; Konsequenzen und Perspektiven</p>	<p>bildungswissenschaftliche, fachliche, fachdidaktische und methodische Kompetenzen im Hinblick auf konkrete Theorie-Praxis-Fragen integrieren und anwenden.</p>

(Fußnoten siehe nächste Seite)

<sup>i</sup> Wortlaut „Haupt-, Real- und Gesamtschulen“ durchgängig ersetzt durch Wortlaut „Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen“ durch zweite Änderungsordnung vom 28.10.2016 (VBl Jg. 14, 2016 S. 783 / Nr. 126), in Kraft getreten am 03.11.2016

- 
- ii Inhaltsübersicht § 7a neu eingefügt durch vierte Änderungsordnung vom 28.06.2019 (VBl Jg. 17, 2019 S. 281 / Nr. 57), in Kraft getreten am 02.07.2019
  - iii § 7a neu eingefügt durch vierte Änderungsordnung vom 28.06.2019 (VBl Jg. 17, 2019 S. 281 / Nr. 57), in Kraft getreten am 02.07.2019
  - iv Anlage 1 zuletzt neu gefasst durch zweite Änderungsordnung vom 28.10.2016 (VBl Jg. 14, 2016 S. 783 / Nr. 126), in Kraft getreten am 03.11.2016
  - v Anlage 1, Modul Hygiene in Schule und Beruf ergänzt durch fünfte Änderungsordnung vom 23.06.2020 (VBl Jg. 18, 2020 S. 371 / Nr. 61), in Kraft getreten am 24.06.2020
  - vi Anlage 1, Modul Fachdidaktik III geändert durch vierte Änderungsordnung vom 28.06.2019 (VBl Jg. 17, 2019 S. 281 / Nr. 57), in Kraft getreten am 02.07.2019
  - vii Anlage 1, Zeile Modul Praxissemester neu gefasst durch Art. I der dritten Änderungsordnung vom 31.07.2018 (VBl Jg. 16, 2018 S. 477 / Nr. 99), in Kraft getreten am 07.08.2018
  - viii Anlage 1, Modul Praxissemester, Ziffer gestrichen durch vierte Änderungsordnung vom 28.06.2019 (VBl Jg. 17, 2019 S. 281 / Nr. 57), in Kraft getreten am 02.07.2019
  - ix Anlage 1, Modul Umweltchemie neu eingefügt durch vierte Änderungsordnung vom 28.06.2019 (VBl Jg. 17, 2019 S. 281 / Nr. 57), in Kraft getreten am 02.07.2019
  - x Anlage 1, Modul Environmental Chemistry Solit/Waste gestrichen durch vierte Änderungsordnung vom 28.06.2019 (VBl Jg. 17, 2019 S. 281 / Nr. 57), in Kraft getreten am 02.07.2019
  - xi Anlage 1, Zeile Professionelles Handeln wissenschaftsbasiert weiterentwickeln das Wort „Vortrag“ gestrichen durch Art. I der dritten Änderungsordnung vom 31.07.2018 (VBl Jg. 16, 2018 S. 477 / Nr. 99), in Kraft getreten am 07.08.2018
  - xii Anlage 1, Zeile Summe Credits die Ziffer „44“ durch die Ziffernfolge „45 bzw. 42“ ersetzt durch Art. I der dritten Änderungsordnung vom 31.07.2018 (VBl Jg. 16, 2018 S. 477 / Nr. 99), in Kraft getreten am 07.08.2018
  - xiii Anlage 2 zuletzt neu gefasst durch zweite Änderungsordnung vom 28.10.2016 (VBl Jg. 14, 2016 S. 783 / Nr. 126), in Kraft getreten am 03.11.2016
  - xiv Anlage 2, Modul Hygiene in Schule und Beruf ergänzt durch fünfte Änderungsordnung vom 23.06.2020 (VBl Jg. 18, 2020 S. 371 / Nr. 61), in Kraft getreten am 24.06.2020
  - xv Anlage 2, Modul Fachdidaktik III Wörter angefügt durch vierte Änderungsordnung vom 28.06.2019 (VBl Jg. 17, 2019 S. 281 / Nr. 57), in Kraft getreten am 02.07.2019
  - xvi Anlage 2, Modul Umweltchemie neu eingefügt durch vierte Änderungsordnung vom 28.06.2019 (VBl Jg. 17, 2019 S. 281 / Nr. 57), in Kraft getreten am 02.07.2019
  - xvii Anlage 2, Modul Environmental Chemistry: Solid/Waste gestrichen durch vierte Änderungsordnung vom 28.06.2019 (VBl Jg. 17, 2019 S. 281 / Nr. 57), in Kraft getreten am 02.07.2019