

---

# Verkündungsblatt

der Universität Duisburg-Essen - Amtliche Mitteilungen

---

Jahrgang 14    Duisburg/Essen, den 02. November 2016    Seite 791    Nr. 127

---

**Zweite Ordnung zur Änderung der  
Fachprüfungsordnung für das Studienfach Chemie  
im Bachelorstudiengang  
mit der Lehramtsoption Gymnasien und Gesamtschulen  
an der Universität Duisburg-Essen  
Vom 28. Oktober 2016**

Aufgrund des § 2 Abs. 4 und des § 64 Abs. 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz - HG) vom 16.09.2014 (GV. NRW. S. 547), zuletzt geändert durch Gesetz vom 14.06.2016 (GV. NRW. S. 310) sowie § 1 Abs. 1 der Gemeinsamen Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang mit der Lehramtsoption Gymnasien und Gesamtschulen vom 26.08.2011 (VBl. Jg. 9, 2011, S. 571 / Nr. 80), zuletzt geändert durch Änderungsordnung vom 30.09.2016 (VBl. Jg. 14, 2016 S. 683 / Nr. 103), hat die Universität Duisburg-Essen folgende Ordnung erlassen:

**Artikel I**

Die Fachprüfungsordnung für das Studienfach Chemie im Bachelorstudiengang mit der Lehramtsoption Gymnasien und Gesamtschulen an der Universität Duisburg-Essen vom 30.08.2011 (VBl. Jg. 9, 2011 S. 631 / Nr. 87), zuletzt geändert durch die erste Änderungsordnung vom 15.11.2012 (VBl. Jg. 10, 2012 S. 843 / Nr. 121), wird wie folgt geändert:

1. Der Wortlaut „Gymnasien/Gesamtschulen“ wird durchgängig ersetzt durch den Wortlaut „Gymnasien und Gesamtschulen“.
2. Die Anlage 1 wird durch die als Anlage zu dieser Ordnung beigefügte neue Fassung ersetzt.
3. Die Anlage 2 wird durch die als Anlage zu dieser Ordnung beigefügte neue Fassung ersetzt.

**Artikel II**

Diese Ordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung im Verkündungsblatt der Universität Duisburg-Essen - Amtliche Mitteilungen in Kraft.

Ausgefertigt aufgrund der Beschlüsse des Fakultätsrates der Fakultät für Chemie vom 23.04.2015, 24.05.2016 und 19.07.2016.

Duisburg und Essen, den 28. Oktober 2016

Für den Rektor

der Universität Duisburg-Essen

Der Kanzler

Dr. Rainer Ambrosy

**Anlage 1: Studienplan für das Studienfach Chemie im Zwei-Fach Bachelor-Studiengang Lehramt Gymnasien und Gesamtschulen**

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
Allgemeine Chemie	11	1	Allgemeine Chemie	6		x		V/Ü	6	keine	Klausur	1
		1	Praktikum Allgemeine Chemie	5		x		S/P	7	keine		
Anorganische Chemie	5	2	Anorganische Chemie I	5		x		V/Ü	3	keine	Klausur	1
Fachdidaktik I	8	2	Fachdidaktik I	4	1	x		V/Ü	4	keine	Klausur oder Kolloquium (Modulteilprüfung)	1
		2	Schulversuche	2		x		P	2	keine		
		3	Gefahrstoffe	2		x		V	2	keine	Klausur oder mündliche Prüfung (Modulteilprüfung)	
Physikalische Chemie	7	2	Physikalische Chemie	2		x		V	2	keine	keine	1
		3	Praktikum Physikalische Chemie	5		x		P/Ü	6	Klausur zur VO/ÜB (Studienleistung)	Protokolle zu Praktikumsversuchen	
Organische Chemie I	6	3	Organische Chemie I	6		x		V/Ü	5	keine	Klausur	1
Organische Chemie II	6	4	Praktikum Organische Chemie	6		x		S/P	9	AllgC, OC 1	Klausur oder Kolloquium	1
Makromolekulare Chemie*1a)	5	4	Makromolekulare Chemie	5			x	V/Ü	3	keine	Klausur	1
Wasserchemie*1a)		4	Wasserchemie	5			x	V/Ü	3	keine		
Fachdidaktik II	7	5	Fachdidaktik II	7	2	x		V/S/P	6	Modul Allgemeine Chemie Fachdid. 1	Hausarbeit	1
Analytische Chemie*1b)	5	5	Analytische Chemie	5			x	V/Ü	3	keine	Klausur	1
Organische Chemie III*1b)		5	Organische Chemie III	5			x	V/Ü	3	keine		
Statistik*1b)		5	Statistik	5			x	V/Ü	3	keine		

Wahlpflichtmodul Anwendungen*1c)	8	6	Biochemie	3		x		V	2	keine	Klausur	2
		6	Organische Chemie IV	5			x	V/Ü	3	keine	Klausur	
		6	Technische Chemie I	5			x	V/Ü	3	keine		
		6	Theoretische Chemie I	5			x	V/Ü	3	keine		
Berufsfeld- praktikum*3) (in Chemie)	6	5	Planung und Methodik	3		x		S	3	keine		
			Praxisphase	3		x		P		keine		
Abschlussarbeit	8	6				x						
<b>Summe Inklusion</b>					3							
<b>Summe Prüfungen</b>												11
<b>Summe Credits</b>	<b>82</b>							<b>ohne BFP und Bachelor-Arbeit</b>	<b>68</b>			

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

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

\*1c) Es ist eine Lehrveranstaltung (5 CR./3 SWS) zu wählen.

\*2) durchschnittliche Teilnehmerzahl (entsprechend der Angaben im Modulhandbuch)

\*3) Das Berufsfeldpraktikum kann in einem der beiden Studienfächer absolviert werden.

**Anlage 2: Inhalte und Kompetenzziele der Module**

Modul	Inhalte	Kompetenzziele  Die Studierenden können...
<b>Allgemeine Chemie</b>	Grundlagen der allgemeinen Chemie, insbesondere: Atombau, Periodensystem, Bindungen, chemische Kinetik und Energetik, chemisches Gleichgewicht, Säuren und Basen, Redoxreaktionen, Elektrochemie, Komplexbildung, Löslichkeitsprodukt, Molekülstruktur	grundlegende Konzepte und Methoden der Fachwissenschaft Chemie erklären sowie theoretisch und praktisch und anwenden.
<b>Anorganische Chemie</b>	Grundlagen der Chemie der Hauptgruppenelemente, insbesondere: Wasserstoff-, Halogen-, Sauerstoff-, Stickstoff- und Schwefelverbindungen, Synthese, Reaktivität und Struktur von Molekülverbindungen und ionischen Feststoffen, Industrielle anorganische Basischemikalien, deren Rohstoffe und wichtige Stoffflüsse, Ökologische Aspekte bei Anorganika	die Eigenschaften und Reaktionen der Hauptgruppenelemente sowie ihrer Verbindungen erklären und anwenden.
<b>Fachdidaktik I</b>	Grundlagen der Chemiedidaktik, insbesondere: Lehr- und Lernprozesse in Chemie, Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen, Schülervorstellungen, individuelle Förderung und Inklusion, Experimente, Schulversuche, Modelle, NOS, Interesse, Aufgaben/Hausaufgaben, Bildungsstandards, Large Scale Assessments, Unterrichtsqualität und –Evaluation, Gefahrstoffe in der Schule, RISU, Toxikologie, Gefährdungsanalysen	grundlegende Kenntnisse zu fachdidaktischen Basisthemen in Chemie erklären und anwenden.  zentrale Schulversuche durchführen und reflektieren.  Gefahrstoffe für den Einsatz in der Schule beurteilen.
<b>Physikalische Chemie</b>	Grundlagen der physikalischen Chemie, insbesondere: Gasgesetze, Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht, Elektrochemie, Reaktionskinetik, Ionenbeweglichkeit, Polytropenkonstante, Dampfdruck, Schwache Elektrolyte, Puffersysteme, Neutralisationsenthalpie, Esterverseifung, Hydrolysekonstante, Anfangsreaktionsgeschwindigkeit, Gasphasendiffusion, Avogadrokonstante. Mathematik für Chemiker	grundlegende Konzepte und Methoden der physikalischen Chemie erklären sowie theoretisch und praktisch und anwenden.  mathematische Grundlagen für physikalisch-chemische Fragestellungen anwenden.
<b>Organische Chemie I</b>	Grundlagen der organischen Chemie, insbesondere: Aufbau und Struktur organischer Verbindungen, Grundlegendes zu organisch-chemischen Reaktionen, die wichtigsten Typen organisch-chemischer Reaktionen, die wichtigsten funktionellen Gruppen und Stoffklassen, Einführung in die Chemie der wichtigsten Naturstoffklassen	wissenschaftlich fundierte grundlagen- und methodenorientierte Kenntnisse auf Probleme der organischen Chemie theoretisch anwenden.
<b>Organische Chemie II</b>	Synthese verschiedener Präparate auf Grundlage der zuvor in der Vorlesung behandelten Themen (z.B. Substitutionsreaktionen, Eliminierungsreaktionen, Addition an C=C-Doppelbindungen, Reaktionen von Carbonylverbindungen, Reaktionen polarer C=C-Doppelbindungen, Oxidations-Reduktions-Reaktionen bzw. Substitutionen an Aromaten und Heterocyclen), grundlegende präparative Labortechniken, Analytik chemischer Substanzen und Reinheitsüberprüfung (z.B. mittels NMR- und IR-Spektroskopie, Gas- und Dünnschichtchromatographie)	organische Präparate synthetisieren und die Syntheseprozesse auf Grundlage ihrer Kenntnisse analysieren.
<b>Makromolekulare Chemie</b>	Grundlagen der makromolekularen Chemie, insbesondere: Struktur der Makromoleküle; Synthese von Makromolekülen, Polyreaktionen, Kettenwachstumsreaktionen, Stufenwachstumsreaktionen, Makromoleküle in Lösung, Thermodynamik von Polymerlösungen, Charakterisierung von Makromolekülen, Polymere Schmelzen und Festkörper, Wichtige Klassen von Polymeren (z.B. Cellulosederivate, Polyacrylate, Polyamide)	aufbauend auf ihrem Wissen der organischen und physikalischen Chemie Grundkenntnisse der Chemie und Physik von Makromolekülen erklären.

<p><b>Wasserchemie</b></p>	<p>Grundlagen der Wasserchemie, insbesondere: Wassereigenschaften, Wasserressourcen/Hydrologischer Kreislauf, Wassermarkt, Nomenklatur, Definitionen, Maßeinheiten, Wichtige Klassen an Umweltchemikalien, Chemisches Gleichgewicht/Verteilung in wässrigen Systemen, lineare freie Energiebeziehungen, Säure-Base-Chemie in wässrigen Systemen, Hammett-Beziehungen, Luft-Wasser-Verteilung/Henry-Konstante, Kalk-Kohlensäure-System, Auflösung und Fällung, Komplexierung, Sorption, Redoxchemie</p>	<p>grundlegende Konzepte und Methoden der Wasserchemie erklären und anwenden.</p>
<p><b>Fachdidaktik II</b></p>	<p>Weiterführende Inhalte der Fachdidaktik, insbesondere: Schülervorstellungen, Wissensstrukturen, Vernetzung und kumulatives Lernen, Kontextorientierte Ansätze, Professionswissen von Lehrern, Chemedidaktische Forschung, Forschungsmethodik und Testentwicklung, Umweltbildung: Theorie und Beispiele für die Praxis, Gesundheitsförderung: Gesundheitspsychologie, Forschung; Risiken: Sonnenschutz, Ernährung, Drogen, Anfangsunterricht Chemie: Teilchenmodell, Chemische Reaktion, Chemielernen mit Multimedia, Conceptual Change, Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen, Schulversuche auch in Bezug auf ihre Eignung in Inklusionsklassen, Erstellung einer Unterrichtseinheit unter Berücksichtigung von Inklusionsaspekten</p>	<p>ihre vertieften Kenntnisse zum schulischen Lehren und Lernen von Chemie für die Planung und Reflektion von Unterricht an Gymnasien und Gesamtschulen anwenden.</p>
<p><b>Analytische Chemie</b></p>	<p>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 (Chemetrie, Ringanalysen); Relativ- und Absolutbestimmungen, vergleichende Analytik</p>	<p>Grundkenntnisse der analytischen Chemie für Analysen- und Qualitätssicherungsvorgänge zur Bewertung analytischer Daten anwenden.</p>
<p><b>Organische Chemie III</b></p>	<p>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.</p>	<p>die Synthese komplexer organischer Moleküle planen, erklären und auf Anwendungsbeispiele anwenden.</p>
<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>Wahlpflichtmodul Anwendungen</b></p>	<p>Grundlagen der <b>Biochemie</b>, insbesondere: Entstehung der zellulären Bausteine; Chemie und Aufbau von Kohlenhydraten, Lipiden, Aminosäuren, Kernbasen; Polymere der Kohlenhydrate, Proteine und Nucleinsäuren; Vorkommen und Funktion der Biomoleküle in Zelle und Gewebe. Vitamine und Coenzyme, Biotransformation, Biologische Information und Proteinbiosynthese.</p> <p><b>Organische Chemie IV:</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 anhand von Anwendungsbeispielen. Strukturanalyse mit Hilfe der Kombination</p>	<p>Funktion, Aufbau und Interaktion von Biomolekülen in Zellen erklären und die Rolle der wichtigsten Biomoleküle in zellulären Organismus reflektieren und diskutieren. (<i>Vorlesung: Biochemie</i>)</p> <p>strukturelle Charakterisierung von organisch-chemischen Verbindungen mit Hilfe von spektroskopischen Methoden an konkreten Beispielen anwenden. (<i>Vorlesung/Übung : Organische Chemie IV</i>)</p>

	<p>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.</p> <p>Grundlagen der <b>Technischen Chemie</b>, 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>Grundlagen der <b>Theoretischen Chemie</b>, 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, LCAO Näherung; MO-Diagramme 2- und mehratomiger Moleküle. 8. Hückeltheorie: Hückel-Determinante und –orbitale von Ethen, Butadien, Allyl, Benzol; Hückelregel.</p>	<p>chemische Einzelreaktionen und Mechanismen in der Praxis am Beispiel ausgewählter technischer Prozesse identifizieren und anwenden. (<i>Vorlesung/Übung: Technische Chemie I</i>)</p> <p>quantenmechanische Grundlagen des Aufbaus von Molekülen systematisch erklären und diese eigenständig anwenden. (<i>Vorlesung/Übung: Theoretische Chemie I</i>)</p>
<p><b>Berufsfeldpraktikum</b></p>	<p>Außerschulisch: Erarbeitung möglicher Arbeitsbereiche mit pädagogischem oder fachlichem Bezug zum Unterrichtsfach, Erstellung eines Kompetenzprofils für den Arbeitsbereich, Reflexion über die eigene Entwicklung und das angestrebte Berufsziel, Grundkompetenzen zur Berufsorientierung</p> <p>Schulisch: Planung von Unterrichtsreihen; Analyse von Unterricht; Strukturierung von Unterricht; Zielorientierte Auswahl von Inhalten; Methodik des Chemieunterrichts; Medien im Unterricht; Differenzierung von Unterricht, Grundkompetenzen zur Berufsorientierung</p>	<p>fachliche und pädagogische Arbeitsfelder benennen, explorieren und Anforderungen reflektieren</p> <p>Unterrichtsstunden unter Berücksichtigung einer konzept- und prozessbezogenen Kompetenzentwicklung planen, durchführen und reflektieren.</p>