



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

**Empfehlungen
der
Studienreformkommission
zum Studium Lehramt Chemie
an Gymnasien und
vergleichbaren Schulformen**

Dezember 2001

Vorwort

Die mathematische und naturwissenschaftliche Bildung erhält vor den Herausforderungen des dritten Jahrtausends eine besondere Bedeutung. Die Gesellschaft Deutscher Chemiker hat sich in der Vergangenheit bereits des Öfteren für die stärkere Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts, insbesondere des Chemieunterrichts an allgemeinbildenden Schulen, ausgesprochen und darauf hingewiesen, dass Kenntnisse und Fertigkeiten in Mathematik und Naturwissenschaften Bestandteil der Allgemeinbildung sein müssen. Die internationalen Schülerleistungsvergleichsstudien TIMS und PISA haben den Handlungsbedarf für unser Land noch einmal deutlich unterstrichen.

Mathematisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse und Fähigkeiten sind unabdingbar für die Wahl eines Ausbildungsberufes oder Studienfaches. Dieses gilt natürlich verstärkt für chemiebezogene Bildungsgänge und Tätigkeiten. Moderner Chemieunterricht muss die Schülerinnen und Schüler nicht nur auf ein mögliches Chemiestudium vorbereiten und sie dafür interessieren. Der Unterricht soll vielmehr die Grundkenntnisse vermitteln, die für den kritischen und sachlichen Umgang mit chemischen Prozessen in Natur, Umwelt und Technik unabdingbar sind und z.B. auch den zukünftigen Medizинern, Juristen, Wirtschafts- und Verwaltungsfachleuten das Werkzeug für verantwortungsvolle Entscheidungen in naturwissenschaftlich-technischen Fragen an die Hand geben. Der Chemieunterricht muss somit eine Basis für die gesellschaftlich bedeutende Akzeptanz „der Chemie“ schaffen.

Die Gesellschaft Deutscher Chemiker sieht in der Reform der Lehrerbildung einen wichtigen Ansatz für die künftige Unterrichtsentwicklung. Der Vorstand der GDCh hat 1999 eine Studienreformkommission für das Lehramt Chemie berufen, um die innerhalb ihrer Fachgruppe Chemieunterricht seit langem geführten Diskussionen zu bündeln mit dem Ziel, zunächst eine Empfehlung für das Studium des Lehramtes der Sekundarstufe II zu erarbeiten. Die Kommission war sich der besonderen Situation bewusst, die einen (bislang generell) durch ein Staatsexamen abzuschließenden Studiengang durch die individuellen Zuständigkeiten von 16 Bundesländern prägen. Ihre Empfehlungen können daher nur einen Rahmen abstecken.

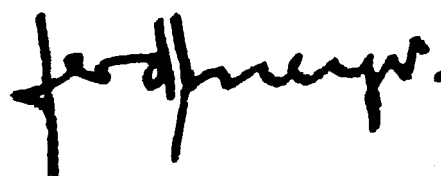
Anknüpfend an die Empfehlungen der GDCh zur Reform der Chemie-Diplomstudiengänge nach dem Würzburger Modell und der Empfehlung zur Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen prüfte die Studienreformkommission die Voraussetzungen für moderne gestufte Lehramtsstudiengänge und verglich Vor- und Nachteile gegenüber der traditionellen Lehrerausbildung.

In der vorliegenden Empfehlung werden zwei Alternativen für die künftige Lehrerausbildung für die Sekundarstufe II aufgezeigt: In der traditionellen Variante des Studiengangs wird ein Zweifachstudium mit Grund- und Hauptstudium, universitärer Zwischenprüfung und 1. Staatsexamen empfohlen. In der konsekutiven Variante, die dem Studierenden einen größeren Entscheidungsspielraum bezüglich seiner beruflichen Orientierung lässt, wird ein gestufter Studiengang mit einer 6+4-Semester-Aufteilung und universitären Bachelor- und Master-Abschlüssen für das Lehramtstudium vorgestellt. Die Kommission hat entsprechende Empfehlungen für die inhaltliche Gestaltung beider Varianten erarbeitet.

Frankfurt am Main, im Dezember 2001



Prof. Dr. G. Erker
Präsident der Gesellschaft
Deutscher Chemiker (GDCh)



Prof. Dr. G. Meyer
Vorsitzender der Fachgruppe
Chemieunterricht der GDCh

Veränderung von Schule, schulischen Unterrichts und der Lehrerbildung

Zeitgemäße Anforderungen an Schule und Unterricht

Schule und schulischer Unterricht müssen sich der Intensität von Wissenswachstum und -wandel, den Entwicklungen im Bereich neuer Medien und Informationstechnologien, den Anforderungen durch gesellschaftlichen Wandel und Veränderungen der individuellen Sozialisationsprozesse sowie den vielfältigen Bildungserwartungen gesellschaftlicher Gruppen stellen. Das zeitgemäße Bildungsverständnis zielt auf den Erwerb von Fähigkeiten und Schlüsselqualifikationen zur Bewältigung des Lebens in einer sich verändernden Arbeitswelt sowie in privaten und öffentlichen Lebensbereichen. Bildung bezeichnet den Prozess, in dem sich Lernende als Gestalter einer deutungs- und erklärungsintensiven Welt verstehen und verständigen lernen. Er fordert und fördert Autonomie- und Dialog-Kompetenz.

Die zukünftigen Anforderungen an Wissen, Fertigkeiten und Orientierungen lassen sich in einer modernen Welt mit hohen Änderungsraten nicht sicher vorhersagen. Jedoch können Kompetenzen benannt werden, von denen jede für die Lebensbewältigung besonders bedeutsam ist:

- Effektivität und Kreativität
- Systemisches Denken und Vernetzung
- Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit
- Eigeninitiative und selbständiges Arbeiten
- Wissensmanagement und Umgang mit neuen Informationstechnologien

Dazu finden an den Schulen intensive und vielfältige fachliche und fachübergreifende Lernprozesse statt, die eingebettet sind in ein lebendiges Schulleben mit Öffnung zum gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Umfeld. Rahmen und konkrete Charakteristika dieser Bildungs- und Erziehungsarbeit in der Schule sind orientiert an Richtlinien und Lehrplänen und weisen dennoch zugleich darüber hinaus. Daher sind Schulen im Rahmen ihrer Gestaltungsmöglichkeiten gefordert, ihre pädagogischen Ziele, die Wege, die dorthin führen, und die Verfahren, die das Erreichen der Ziele überprüfen und bewerten, in ein Schulprogramm zu

fassen. Dies ist erforderlich als zentrales Instrument innerschulischer Verständigung und Zusammenarbeit sowie der Darstellung schulischer Arbeit nach außen.

Herausforderungen an den Chemieunterricht

Ein Chemieunterricht, der diesem Bildungsauftrag der Schule angemessen ist, kann sich nicht auf die Weitergabe disziplinären Fachwissens beschränken, sondern muss auch auf das Verstehen komplexer Zusammenhänge gerichtet sein, wie sie in Bereichen der Lebenswelt durch industriell-technische Anwendungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und durch ihre Auswirkungen auf die Gesellschaft sichtbar werden. Schulischer Unterricht hat eine Balance zwischen systematischem Lernen in definierten Wissensdomänen und situationsbezogenem Lernen im praktischen Umgang mit lebensweltlichen Problemen zu finden.

Die für den Fachunterricht Chemie gewählten Themen sollen das Erkennen von grundsätzlichen Problemen und Fragestellungen ermöglichen und Lösungen oder Erklärungen mit Hilfe chemischer Kenntnisse und Denkweisen finden lassen. Die grundlegenden Begriffe, Gesetze und Theorien der Chemie erhalten besondere unterrichtliche Relevanz im Zusammenhang mit Fragestellungen und Untersuchungen, die von Lernenden angestoßen, entwickelt und verfolgt werden können. Bei fachübergreifender und fächerverbindender Bearbeitung geeigneter Themen können die Lernenden erfahren, dass Erklärungsmodelle der Chemie zum Verständnis der Problemstellungen wesentlich beitragen, aber auch, dass dadurch nur fachlich begrenzte Aspekte der Sachverhalte erfasst werden. Entscheidende Voraussetzung, um das Gelernte auch anwenden und in andere Bereiche übertragen zu können, ist die selbstbestimmte und handelnde Auseinandersetzung mit Lerngegenständen in konkreten anwendungsbezogenen Zusammenhängen.

Im Chemieunterricht wird über grundlegende Einsichten und Qualifikationen eine erweiterte Fachkompetenz aufgebaut, um als Bürger verantwortungsbewusst und kritisch an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen mitwirken zu können. Dabei werden Schlüsselqualifikationen im methodischen, sozialen und kommunikativen Bereich erworben.

Die Entwicklung moderner Informations- und Kommunikations-Techniken und der Einsatz des Computers in der Schule öffnen den Zugang zu weltweit verfügbaren Informationen. Damit bieten sich auch neue Möglichkeiten für die Informationsbeschaffung und -verarbeitung im Chemieunterricht. Neben den Chancen der Nutzung *virtueller* Welten bleibt jedoch das zentrale Anliegen des Chemieunterrichts, jungen Menschen in besonderem Maße die *reale* stoffliche Umgebung und ihre Veränderbarkeit erfahrbar zu machen. Ausgangspunkt für die Lerninhalte sind dabei immer die realen Gegebenheiten, z.B. stoff- und reaktionsbezogene Experimente. Computer-Visualisierungen und -Simulationen eignen sich besonders, um diese Gegebenheiten beispielsweise auf submikroskopischer Ebene zu erklären und besser zu verstehen.

Konsequenzen für die Lehrerbildung

Aus schulpraktischer Sicht muss sich die Lehramtsausbildung an der Hochschule den vorgenannten Anforderungen und Herausforderungen stellen.

Problem- und schülerorientierte, offene und fachübergreifende Konzeptionen sollen in der Lehrerbildung und Lehrerfortbildung entwickelt und für den Unterricht eingeübt werden. Im Rahmen der fachlichen Ausbildung der zukünftigen Lehrerinnen und Lehrer ist in erster Linie die zentrale Vermittlung einer ausreichend fundierten Wissensbasis und darüber hinaus der Erwerb fach-methodischer Kompetenzen sowie auch Möglichkeiten der selbständigen Strukturierung des Fachwissens mit Einsatz neuer Medien und der Reflektion der eigenen Lernprozesse frühzeitig zu nutzen. Die für den Chemieunterricht genannten Konzeptionen erfordern zusätzlich zu einer flexibel nutzbaren Fachkompetenz die Fähigkeit, themen- und problemorientierte Verständigungsprozesse auf verschiedenen Ebenen und über unterschiedliche Vermittlungsformen anzuleiten. Die erste Phase der Lehramtsausbildung hat in konkreten Studiensituationen und in schulpraktischen Übungen auch auf diese Aufgaben vorzubereiten. Es sollen Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit eingeübt, fachübergreifende und fächerverbindende, komplexe Themen exemplarisch erarbeitet und im Hinblick auf mögliche Schülervorstellungen mit methodischer Vielfalt strukturiert werden.

Mit Blick auf die innere Schulreform sollen Lehrerinnen und Lehrer schulische Innovationen kreativ gestalten und aktiv mittragen sowie an schul-

spezifischen Profilen und neuen Lernkulturen mitarbeiten. Um an Wandlungsprozessen in der Schule kritisch und konstruktiv mitzuwirken und die Ergebnisse dieser Prozesse zu überprüfen, ist ein erweitertes Berufsverständnis erforderlich. Wesentliche Voraussetzungen bilden dabei die Fähigkeit und Bereitschaft zur Kooperation auch über das eigene Fach (Chemie) und den Fachbereich (Naturwissenschaften) hinaus. Die Vertreter des Faches Chemie sind gefordert, in professioneller Weise Inhalten, Methoden und Zielen ihres Fachunterrichts sowie ihrer fachübergreifenden und außerunterrichtlichen Aktivitäten im Schulprogramm zu einem herausragenden Stellenwert zu verhelfen.

Chemiedidaktik im Zentrum einer zukunftsorientierten Lehrerbildung

Ziele einer universitären Lehrerbildung

Schulische und universitäre Bildung stehen derzeit im Blickpunkt des öffentlichen Interesses wie seit der Bildungsexpansion und Bildungsreform in den 70er Jahren nicht mehr. Besondere Beachtung finden im aktuellen Bildungsdiskurs die Begriffe Effektivität, Zukunftsfähigkeit und Vernetzung. Darin spiegelt sich ein gesellschaftlicher Umbruch wider, aufgrund dessen auch neue Anforderungen an das Bildungssystem gestellt werden. Lernen und Lehren müssen sich heute stärker denn je am Kriterium nachhaltiger Wirkung messen lassen, und es müssen dabei neue Zusammenhänge berücksichtigt werden. Dies bedeutet unter anderem:

- Aneignung von Wissen, das basal, orientierend und anschlussfähig ist;
- Aufbau von Verständnis für die grundlegenden Denk- und Arbeitsweisen eines Faches;
- Vergewisserung über die Fortschritte des eigenen Lernens;
- verstärkte Entwicklung von fachlicher Problemlösefähigkeit.

Damit zukünftige Lehrerinnen und Lehrer die skizzierten Bildungsprozesse angemessen initiieren und begleiten können, ist eine professionelle Lehrerbildung nötig, die als zentrale Komponente die Fachdidaktik enthält.

(wörtliches Zitat aus [7], vgl. S. 4)

Ziele einer universitären Chemiedidaktik

Im Zentrum einer Fachdidaktik, die den neuen Aufgaben und Zielsetzungen gerecht zu werden versucht, sollte die Transformation von chemischen Wissensinhalten stehen, die sich nicht nur graduell, sondern prinzipiell von einem bloßen Wissenstransfer unterscheidet.

Die Transformation unterscheidet sich in zwei wesentlichen Punkten von einem Transfer:

Zum *ersten* setzt sie im Unterschied zum Transfer einen weitaus aktiveren Mittler (Transformator) voraus, dem die Aufgabe zukommt, die Inhalte des Faches Chemie unter den gegebenen Bedingungen und Zielsetzungen umzuformen, d.h. die zukünftig Lehrenden müssen an der Hochschule darin angeleitet werden, Inhalte des Faches Chemie unter Berücksichtigung der Lernvoraussetzungen didaktisch zu elementarisieren und im Hinblick auf die verfolgten Ziele didaktisch zu problematisieren.

Bei der Berücksichtigung der Voraussetzungen fließen sowohl Vorstellungen und Annahmen über die Lernenden als auch über den Lernprozess ein (*Rezipientenaspekt*). Neben anderen kommt dem Modell der didaktischen Rekonstruktion eine zentrale Bedeutung zu, da es die Korrespondenz zwischen fachlicher Klärung und Vorstellungen der Lernenden in besonderer Weise berücksichtigt.

Darüber hinaus erfolgt die Transformation im Hinblick auf ein bestimmtes Ziel, das in der Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung besteht (*Kompetenzaspekt*). Demzufolge bedarf es einer wissenschafts-theoretischen Grundlegung der Transformation, die die spezifischen Arbeits- und Denkweisen im Fach Chemie zu reflektieren erlaubt.

Zum *zweiten* bewirkt die Transformation im Unterschied zum Transfer weitaus aktivere Rezipienten, die die Inhalte des Faches Chemie nicht einfach reproduzieren, sondern vielmehr gemäß ihrer jeweils eigenen kognitiven Struktur rekonstruieren und in belangvollen Fragen und Entscheidungen kompetent anwenden.

Die Transformation von chemischen Sachverhalten trägt dazu bei, zukünftige Lehrende auf die Funktion als Transformator vorzubereiten und damit einen Beitrag zum Verstehen von und Verständigen über Chemie in schulischen Kontexten zu leisten. Denn die Effizienz von Unterricht wird maßgeblich dadurch bestimmt, inwieweit es an der Hochschule gelingt, durch Transformation Lehrende auszubilden, die ihrerseits Transformationen erbringen und damit auf lange Sicht als Multiplikatoren wirken.

Über die Lehrerausbildung hinaus gewinnt das Problem der Gestaltung von effektiven Vermittlungsprozessen nicht nur in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft an Bedeutung, sondern auch bei der Neuorientierung im Lehramts- und Diplomstudiengang Chemie an einer polyvalenten Ausbildung mit dem Ziel einer breiteren beruflichen Einsetzbarkeit von

Chemiestudentinnen und -studenten. Zur Lösung der Frage, wie sich das Kompetenzspektrum in der Chemieausbildung insgesamt erweitern lässt, kann die didaktische Transformation in erheblichem Maße beisteuern.

Eine Fachdidaktik, die sich mehr als bisher auch als eine Transformationswissenschaft versteht, sollte den vielfältigen neuen Aufgaben in der Schule und in der Gesellschaft mehr als bisher gerecht werden können.

Ziele und Aufgaben der chemiedidaktischen Ausbildung

Im Lehramtsstudium fällt der Chemiedidaktik damit konkret die Aufgabe zu, die Studierenden in der theoriegeleiteten Analyse und Reflexion sowie der Weiterentwicklung und Gestaltung von

1. fachbezogenem Unterricht unter Berücksichtigung fachaufweitender Aspekte,
2. fachbezogenen Lernvorgängen und Kommunikationsprozessen sowie
3. curricularen Elementen

kompetent zu machen und sie damit für ihre Transformatorfunktion im Lehrprozess auszubilden.

Wesentliche Inhalte der chemiedidaktischen Ausbildung wurden bereits in der „Denkschrift zur Lehrerbildung für den Chemieunterricht auf der Sekundarstufe II“ 1977 eingefordert. Inzwischen haben sich die Möglichkeiten, die Inhalte und die Zielgruppe der Transformation erweitert, die auf den Transformationsprozess einen wesentlichen Einfluss nehmen.

Ad 1: Planung von fachbezogenem Unterricht unter Berücksichtigung fachaufweitender Aspekte

Die zukünftigen Lehrenden sollen angeleitet werden, die Wissensinhalte unter Berücksichtigung didaktischer Kriterien in Lerninhalte zu transformieren. Diese Arbeit erfordert ein hinreichend breites inhaltliches Wissen, das den betrachteten Wissensinhalt (*Transformandum*) sachstrukturell zu analysieren erlaubt. Darüber hinaus bedarf es eines umfangreichen methodischen Repertoires, das die Lehrenden in die Lage versetzt, den Wissensinhalt unter Einbeziehung des bei den Lernenden bereits vorhandenen Wissens und ihrer Vorerfahrungen, der verfolgten Zielsetzung und der sozialen Determinanten des Unterrichts didaktisch aufzubereiten. Zudem müssen die zukünftigen Lehrkräfte befähigt werden,

- in die besonderen Arbeits- und Denkweisen des Faches Chemie einzuführen (Methodenkompetenz),
- Sachkompetenzerfahrung als Voraussetzung für die Entwicklung von Motivation und Interesse zu fördern,
- Modelldenken durch geeignete Medien (Sachmodelle, Computersimulationen etc.) grundzulegen und auszuscharfen,
- fachliches Lernen in sinnstiftenden Kontexten zu ermöglichen und anschlussfähig zu halten,
- sich innovative Unterrichtsmethoden (z.B. Computereinsatz, offener Unterricht) anzueignen und umzusetzen sowie
- die fachspezifischen Möglichkeiten der sozialen Einbindung und Teamfähigkeit der Lernenden zu nutzen.

Ad 2: Gestaltung fachbezogener Lernvorgänge und Kommunikationsprozesse

Die zukünftigen Chemielehrerinnen und -lehrer sollen angeleitet werden, den jeweiligen Rezipienten, d.h. den Lernenden, als die zentrale Person in die Transformation einzubeziehen (*Rezipientenaspekt*), um die Bedingungen für eine effektive Transformation im Lernenden selbst bereit zu stellen. Dazu bedarf es im Einzelnen

- der Analyse von Lernprozessen unter Einbeziehung relevanter Lern- und Erkenntnistheorien,
- der Ermittlung chemiebezogener Schülervorstellungen und Interessen als Bedingungen des Lernens und deren didaktische Rekonstruktion,
- der Berücksichtigung entwicklungspsychologischer Voraussetzungen und lernpsychologischer Erkenntnisse beim Lernen chemischer Inhalte,
- des Einsatzes binnendifferenzierender Maßnahmen u.a. im Hinblick auf die Förderung von Jungen und Mädchen und das Lernen auf unterschiedlichen Niveaus,
- des Gestaltens von Kommunikationsprozessen sowie
- der Entwicklung effizienter Methoden des Übens, Wiederholens und Prüfens.

Ad 3: Curriculare Entwicklungsarbeiten

Die theoriegeleitete Analyse und Reflexion *curricularer* Elemente (Rahmenpläne/Lehrpläne, Schulprogramme) soll die zukünftigen Lehrenden anleiten, die Wissensinhalte im Hinblick auf die angestrebten Ziele (Wissens- und Handlungskompetenz) zu transformieren (*Kompetenzaspekt*). Curriculare Entwicklungsarbeiten erfordern ihrerseits vom Lehrenden die Kompetenz,

- thematische Einheiten des Faches Chemie in fachliche und unterrichtsrelevante Zusammenhänge mit der Lebenswelt der Lernenden zu bringen (vertikale Vernetzung),
- fachübergreifendes bzw. fächerverbindendes Lernen zu organisieren (horizontale Vernetzung),
- vorhandene Unterrichtsmaterialien, Lehrpläne und Lehrbücher kritisch zu analysieren,
- die Entwicklungsdynamik des Faches Chemie (und seiner Anwendungen) zu verfolgen und im Bildungsvorgang zu ihrem Recht kommen zu lassen (wissenschaftsgerechtes Verständnis von Chemie), sowie
- fachbezogene Beiträge zur Profilierung von Schulen zu entwickeln.

Ziele und Lehrinhalte für den Studiengang Lehramt Chemie an Gymnasien und vergleichbaren Schulformen

Grundsätze

1. Chemie wird in der Schule als eigenständiges Fach bis zum Abitur angeboten.
2. Künftige Chemielehrerinnen und Chemielehrer sollten zwei Fächer studieren. Hierbei ist Kombinationsfreiheit zu gewährleisten. Dies stärkt den fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht ebenso wie die flexiblere Einsetzbarkeit in der Schule.

3. Die *traditionelle* Variante des Studienganges

- Das Zweifachstudium kann in traditioneller Weise als 4+4+1-Semester-Studiengang mit Grund- und Hauptstudium, universitärer Zwischenprüfung und Erster Staatsprüfung organisiert sein. Daran schließt sich ein zweijähriger Vorbereitungsdienst (Referendariat) an. Diese Form des Lehramtsstudiums setzt in der Regel eine Entscheidung für den Lehrberuf vor Beginn des Studiums voraus.
- Die Kombination zweier Fächer steckt auch den zeitlichen Rahmen des für die Chemie zu gestaltenden Teiles des Lehramtsstudienganges ab. Bei einer Regelstudienzeit von 9 Semestern (8 Semester plus ein Prüfungssemester) und einer Gesamtbelastung von 20 SWS pro Semester (wobei Praktika mit einem Faktor von 0,5 gerechnet werden) sollten für die Chemie wenigstens 60 SWS zur Verfügung stehen, davon 52 SWS verpflichtend und 8 SWS für einen wahlfreien Anteil. Hinzu kommen 4 SWS für schulpraktische Studien.
- Ist eine Vertiefung im Fachstudium vorgesehen, so erhöht sich der Stundenanteil für dieses Fach um 10 SWS.
- Im Lehramtsstudium sollen fachwissenschaftliche und fachdidaktische Anteile angemessen vertreten sein: Die 52 SWS sollten sich im Verhältnis von etwa 3:1 auf Fachwissenschaft (40 SWS) und Fachdidaktik (12 SWS) verteilen.
- Der verbindliche Teil der Fachwissenschaft gliedert sich in vier Teile: Allgemeine und Analytische Chemie [A], Anorganische Chemie [B], Organische Chemie [C] und Physikalische Chemie [D]. Eine Aufteilung im Verhältnis A:B:C:D = 2:3:3:3 scheint sinnvoll, allgemein fachwissen-

schaftliche und lehramtsspezifische Anteile sollten etwa im Verhältnis 3:1 vertreten sein.

- Die Fachdidaktik ist mit 12 SWS vertreten, wobei eine größtmögliche Integration mit der Fachwissenschaft anzustreben ist. Die schulpraktischen Studien werden ebenfalls von der Fachdidaktik betreut.

4. Die „konsekutive“ Variante des Studienganges

- Eine Alternative zum traditionellen Zweifachstudium besteht in einem „gestuften (konsekutiven) Studiengang“ mit einer 6+4-Semester-Aufteilung mit universitären Abschlüssen („Bachelor“, „Master“). Dieses Modell erleichtert den Übergang zwischen Fach- und Lehramtsstudium, idealerweise ohne Zeitverlust, durch einen modularen Aufbau mit studienbegleitenden Prüfungen und Leistungspunktesystem.
- Zudem ermöglicht eine solche Strukturierung auch die Reform des Vorbereitungsdienstes im Sinne einer effektiven Abstimmung der Ausbildung in der ersten und zweiten Phase der Lehrer(aus)bildung. Damit soll eine Verkürzung der Gesamtausbildungszeit erreicht werden.
- Entsprechend den Rahmenvereinbarungen der Kultusministerkonferenz (KMK) umfasst das Studienvolumen des „Bachelor“-Studienganges 120 SWS, wobei die experimentellen Übungen („Praktika“) mit dem Faktor 0,5 gerechnet werden. Insgesamt werden für den Bachelor-Studiengang 180 Leistungspunkte („Credit Points“) vergeben.
- Der Bachelor-„Abschluss“ ermöglicht den Absolventen sowohl den Eintritt in einen lehramtsspezifischen Master-Studiengang als auch die Fortführung des Studiums mit dem Ziel eines „Masters of Science“/ Diplom-Chemikers oder auch den direkten Übergang in das Berufsleben („polyvalenter Abschluss“).
- Im „Master-Studiengang gymnasiales Lehramt“ werden die erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Anteile eng aufeinander abgestimmt studiert. Hinzu kommt die fachwissenschaftliche und fachdidaktische Ausbildung im zweiten Fach, in der Regel bis zur Fakultas für die Sekundarstufe I (Realschule). Für den Fall, dass das zweite Fach aus dem Kanon der im Bachelor-Studiengang geforderten (angebotenen) Nebenfächer gewählt wird, ist auch der Erwerb der Fakultas für die Sekundarstufe II möglich.
- Der Master-Studiengang umfasst zwei Studienjahre mit insgesamt 80 SWS (120 Leistungspunkte). Von den 80 SWS entfallen 45 SWS auf fachliche und fachdidaktische Studien im zweiten Fach, 25 SWS auf den Bereich Erziehungswissenschaften und 10 SWS auf die Fachdidaktik des ersten Faches.

Fachwissenschaft – Ziele

Die Studierenden müssen sich im Verlaufe ihres Studiums die grundlegenden theoretischen Vorstellungen und Modelle sowie die Denk- und Arbeitsweisen der Chemie im Allgemeinen sowie ihrer Teildisziplinen (insbesondere der Anorganischen, Organischen und Physikalischen Chemie) erarbeiten, wobei besonderer Wert auf Erfahrungen in der praktischen Durchführung und Auswertung von Experimenten zu legen ist. Der Vertiefung in weiteren Spezial-Disziplinen (etwa der Biochemie, der Makromolekularen Chemie, der Umweltchemie etc.) sollte (je nach den örtlichen Gegebenheiten) im Hauptstudium Raum gegeben werden.

Die für den Chemieunterricht relevanten Sicherheits- und Entsorgungsaspekte müssen studienbegleitend vermittelt und vertieft werden. Kenntnisse über den Umgang mit Gefahrstoffen und ihre Wechselwirkungen mit der Umwelt müssen erlernt werden.

Die Lehrinhalte der Chemie sollen wertfrei (objektiv), exemplarisch und berufsfeldorientiert vermittelt werden.

Die Allgemeine Chemie vermittelt grundlegende Inhalte zum Aufbau der Materie sowie zu den Grundgesetzen der Chemie und gibt eine Vorstellung über die wesentlichen Typen chemischer Reaktionen. Hierbei wird die Analytische Chemie einerseits als „Medium“ zum Kennenlernen repräsentativer Stoffe und Reaktionen genutzt, andererseits soll Verständnis für die Möglichkeiten und Grenzen der instrumentellen Analytik in Bezug auf unsere „Lebenswelt“ geweckt werden.

Die Anorganische Chemie vermittelt die „Chemie der Elemente“ im Überblick an Hand des Periodensystems. Hierbei sollen die Studierenden die ihm inne wohnenden Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge erfahren und einen Einblick in typische Reaktionsweisen sowie ausgewählte Anwendungen „anorganischer“ Verbindungen (z.B. neue Materialien und Werkstoffe) erhalten.

Im Bereich der Organischen Chemie werden neben den Stoffklassen und den Eigenschaften funktioneller Gruppen Kenntnisse über Reaktionsmechanismen, reaktive Zwischenstufen und die Organische Synthese vermittelt. Dabei sind insbesondere anwendungsnahe und alltagsrelevante Beispiele aus der industriellen Chemie und Biochemie

(chemische Aspekte der Molekularbiologie und Stoffwechselprozesse) zu berücksichtigen.

Die Physikalische Chemie erklärt, ausgehend von physikalischen Prinzipien, die Eigenschaften chemischer Verbindungen und deren Wechselwirkungen untereinander und mit elektromagnetischer Strahlung. Sie führt damit zu einem vertieften Verständnis der Chemischen Bindung sowie der energetischen Bedingungen und des zeitlichen Ablaufs chemischer Reaktionen.

Fachwissenschaft – Lehrinhalte

ALLGEMEINE UND ANALYTISCHE CHEMIE

- Grundlagen der Chemie [Atome und Atomverbände; Aggregatzustände; makroskopische Zusammenhänge; Typen chemischer Reaktionen]
- Grundlagen und Methoden der Analytischen Chemie [Grundbegriffe des analytischen Gesamtprozesses; Trenn- und Anreicherungsverfahren; Bestimmungsmethoden; Spektroskopie]

ANORGANISCHE CHEMIE

- Chemie der Hauptgruppen-Elemente [Eigenschaften repräsentativer Elemente und ihrer Verbindungen; Analyse und Synthese; Chemie wässriger Lösungen]
- Molekül- und Festkörperchemie [Struktur und Bindung in Molekülen und Festkörpern; Synthese-Methoden]
- Chemie der Nebengruppen-Elemente und Koordinationschemie [Eigenschaften repräsentativer Elemente und ihrer Verbindungen; Struktur und Bindung in Komplexen; Werner-Komplexe, Metallorganische Chemie und Cluster; Bioanorganische Chemie]

ORGANISCHE CHEMIE

- Grundlagen der Organischen Chemie [Bindung und Struktur; Stereochemie; Stoffklassen, funktionelle Gruppen; Reaktionstypen]
- Reaktionsmechanismen und reaktive Zwischenstufen [physikalisch-organische Chemie; dissoziative und assoziative Mechanismen; konzertierte Reaktionen; Organometallchemie; Katalyse einschl. enzymatischer Reaktionen]

- Organische Synthese [Synthesepaltung; Natur- und Wirkstoffchemie; Bioorganische Verfahren; Heterocyclen; Polymere, Farbstoffe etc.]

PHYSIKALISCHE CHEMIE

- Makroskopische Eigenschaften der Stoffe [Gasgesetze und kinetische Gastheorie; Hauptsätze der Thermodynamik; Phasengleichgewichte und Chemisches Gleichgewicht; Elektrochemie]
- Mikroskopische Struktur der Materie [Atome; Moleküle; Molekülspektroskopie; Statistik]
- Kinetik und Dynamik chemischer Reaktionen [Reaktionsgeschwindigkeit; Reaktionsmechanismen; Transporteigenschaften]

Fachdidaktik

Die traditionelle Variante

Grundstudium

Im Grundstudium erwerben die Studierenden auf der Grundlage didaktischer Theorien Basiskompetenzen in der Grundlegung, Zielsetzung, Gestaltung, Analyse, Reflexion, Planung, Durchführung und Evaluation von Chemieunterricht sowie eine erste Einschätzung ihrer persönlichen Eignung für den angestrebten Lehrerberuf.

Hauptstudium

Im Hauptstudium sollen sich die Studierenden vertieft mit den Konstituenten des fachdidaktischen Begründungszusammenhangs befassen, die sie auf die Vermittlung eines wissenschaftsgerechten Verständnisses der Fachwissenschaft Chemie vorbereiten:

- Experimentelle und theoretische Aufarbeitung von ausgewählten, insbesondere aktuellen Themen des Unterrichts auf verschiedenen Schulstufen,
- innovative Unterrichtsmethoden, Lehr- und Organisationsformen in vergleichender Bewertung,
- Formen „effizienten“ Übens und Überprüfens,
- außerschulische Praxisfelder des fachbezogenen Lernens,
- aktuelle fachdidaktische Themen auch im internationalen Vergleich.

Fachdidaktisch begleitete schulpraktische Studien

Schulpraktische Studien sind Schnittstellen zwischen theoriegeleitetem Studium und dem späteren Handlungsfeld Chemieunterricht/Schule. Das Schulpraktikum reicht von einführenden Kontakten zur Berufsfelderkundung bis zu angeleiteten Schritten im unterrichtlichen und erzieherischen Handeln im Umgang mit Schülerinnen und Schülern. Daher ist neben der allgemein-didaktischen Unterstützung eine fundierte fachdidaktische Vorbereitung und Begleitung der schulpraktischen Studien sowohl im Grundstudium als auch im Hauptstudium erforderlich. Innovative Weiterentwicklung von Unterrichtsformen und Interaktionsmustern lassen sich nur unter fachunterrichtlicher Perspektive erreichen.

Die konsekutive Variante

Im konsekutiven Studiengang mit polyvalentem Abschluss sind die fachdidaktischen Studien im sechssemestrigen Basis-Studiengang an einem breiteren Kompetenzspektrum orientiert. Die didaktische Transformation erfolgt im Hinblick auf den Erwerb von Qualifikationen im Bereich der Wissensvermittlung in schulischen und außerschulischen Berufsfeldern und trägt insoweit der erweiterten Zielgruppe Rechnung.

Neben der Gestaltung von fachbezogenen Lern- und Kommunikationsprozessen in der Schule umfassen die fachdidaktischen Studien Probleme der Wissenstransformation in außerschulischen Berufsfeldern. Mit der Vermittlung sog. *soft skills* (u.a. Präsentationspraxis, Kommunikations- und Teamtraining) sollen Schnittstellenkompetenzen erworben werden, die allgemein für die Gestaltung von effektiven, außerschulischen Vermittlungsprozessen von grundsätzlicher Bedeutung sind.

Eine Fokussierung der Fachdidaktik auf das Berufsfeld Schule soll erst im darauf folgenden Master-Studiengang (7.–10. Semester) vorgenommen werden.

Es wird darüber hinaus vorgeschlagen, den Vorbereitungsdienst von zur Zeit zwei Jahren auf ein Jahr zu verkürzen und die dadurch freigesetzten Personalressourcen der Studienseminare für eine Phase integrierter und abgestimmter Ausbildung im Rahmen des Master-Studienganges zu nutzen. Eine Zusammenarbeit zwischen den beiden Phasen bietet sich insbesondere im Bereich der fachdidaktischen und erziehungswissenschaftlichen Ausbildung an.

Modell für einen konsekutiven Studiengang für das gymnasiale Lehramt

Sechssemestriger Basis-Studiengang („Bachelor“-Studium)

Im Zentrum des sechssemestrigen Basis-Studienganges („Bachelor“-Studium) stehen die fachwissenschaftlichen Studien im Fach Chemie. Die Veranstaltungen der ersten vier Semester sind dabei für alle Studierenden (Lehramt-Chemie und Chemie) verpflichtend und identisch. Im 5./6. Semester orientieren sich die Studierenden im Rahmen des Wahlpflichtbereiches in verschiedener Weise. Für die zukünftigen Lehrerinnen und Lehrer ist dieser Bereich in Tabelle 1 angegeben. Alle Bereiche des Studiums sind modularisiert und werden nach einem Kreditpunktesystem bewertet, das das ECTS einschließt.

Der Bereich „Wissen und Bildung“ beinhaltet vermittlungswissenschaftliche Studienanteile unter Einschluss eines berufsfeldbezogenen Praktikums.

Tabelle 1: Das sechssemestrige Basisstudium
(Abschluss z.B.: Bachelor of Science in Chemistry)

Semester	Studieninhalte	SWS	Leistungspunkte*
1.–6.	Studium des Faches Chemie	80	120
	Nebenfach (Physik, Mathematik oder/und Biologie)	15	20
	5./6. Semester (Wahlpflichtbereich): „Wissen und Bildung“: Erwerb von Qualifikationen in der Transformation und im Transfer von Wissen (incl. eines sechswöchigen Praktikums)	15	25
	Studium des Zweitfaches**	10	15
		Σ 120	180

* Die Zahlenwerte der Leistungspunkte geben zugleich die tatsächliche Stundenbelastung unter Berücksichtigung des Faktors 0,5 für experimentelle Studien an.

** Es wird empfohlen, das Zweitfach aus dem Spektrum der zu studierenden Nebenfächer zu wählen.

Viersemestriger, lehramtsspezifischer „Master“-Studiengang

Im „Master“-Studiengang (Abschluss: z.B. Master of Science, gymnasiales Lehramt) werden die erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Anteile *eng aufeinander abgestimmt* studiert. Hinzu kommt die fachwissenschaftlich/fachdidaktische Ausbildung im zweiten Fach. Dabei wird empfohlen, dass sich dieses zweite Fach aus der Fortführung eines im Basisstudiengang belegten Nebenfaches ergibt.

Eine Abschlussarbeit („Master Thesis“; bisher meist „Hausarbeit“ genannt) mit einer Bearbeitungszeit von vier Monaten kann in allen drei Bereichen (Fach, Fachdidaktik, Erziehungswissenschaften) angefertigt werden. Bei Wahl eines Faches oder der Erziehungswissenschaften sollte die Arbeit in enger Kooperation mit der Fachdidaktik durchgeführt werden.

Tabelle 2: Das viersemestrige „Master“-Studium
(Abschluss z.B.: Master of Science, gymnasiales Lehramt)

Semester	Studieninhalte	SWS	Leistungspunkte*
7.–10.	Fachwissenschaftliche und fachdidaktische Studien im zweiten Fach	40 (50)**	60
	Fachdidaktik des ersten Faches	10	20
	Erziehungswissenschaftliche Studien	20	40
	Schulpraktische Phasen		
		Σ 70	120

* Die Zahlenwerte der Leistungspunkte geben zugleich die tatsächliche Stundenbelastung unter Berücksichtigung des Faktors 0,5 für experimentelle Studien an.

** Für den Fall, dass das 2. Fach nicht aus dem Kanon der im Basisstudiengang vorgesehenen naturwissenschaftlichen Nebenfächer kommt, sind hier zusätzliche Studien im Umfang von 10 SWS erforderlich, sodass insgesamt für das zweite Fach ein Stundenvolumen von 60 SWS resultiert.

An den Master-Studiengang schließt sich ein einjähriger Vorbereitungsdienst an. In der Summe ergibt sich durch dieses Modell eine Studienzeitverkürzung von einem halben Jahr im Vergleich zur bisherigen Ausbildung.

Für den Fall, dass durch Wahl eines nicht-naturwissenschaftlichen zweiten Faches nur die Fakultas für die Sekundarstufe I (Realschule) erreicht wird, sollte der Erwerb der „vollen“ Fakultas für den gesamten gymnasialen Bereich im Anschluss an den Vorbereitungsdienst oder in den Schulferien bzw. durch Wochenendveranstaltungen, die im Rahmen von Weiterbildungsangeboten der Universitäten zur Verfügung stehen sollten, möglich sein.

Verwendete Literatur

1. Denkschrift zur Lehrerbildung für den Chemieunterricht auf der Sekundarstufe II; Hrsg.: Gesellschaft Deutscher Chemiker, Verlag Chemie, Weinheim 1977.
2. Denkschrift zur Lehrerbildung für den Chemieunterricht in den Altersstufen der Zehn- bis Fünfzehnjährigen; Gesellschaft Deutscher Chemiker, Frankfurt am Main 1983.
3. Chemielehrausbildung und Chemieunterricht: Konzepte und Konsequenzen; Gesellschaft Deutscher Chemiker, Frankfurt am Main 1992.
4. Expertise „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“; Bund-Länder-Kommission – Projektgruppe „Innovation im Bildungswesen“ im Auftrage des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Bonn 1997.
5. Zur Neugestaltung der Studienpläne für das Lehramt Chemie; Gemeinsame Empfehlung der Gesellschaft Österreichischer Chemiker (GÖCh) und des Verbandes der Chemielehrer Österreichs (VCÖ), Wien und Seeham 1998.
6. Quo vadis Chemie, Gegenwart und Zukunft des Chemiestudiums in Deutschland; „Reader“, zusammengestellt vom GDCh-Jungchemikerforum (GDCh-JCF), Regionalgruppe Bielefeld, Frankfurt am Main 1998.
7. Fachdidaktik in Forschung und Lehre; Hrsg.: Konferenz der Vorsitzenden Fachdidaktischer Fachgesellschaften (KVFF), Kiel 1998.
8. Empfehlung der Studienreformkommission zum Basisstudium Chemie 1.–6. Semester (180 SWS); Hrsg.: Gesellschaft Deutscher Chemiker, Frankfurt am Main 1998.
9. Zur Bildung der Lehrerinnen und Lehrer am Gymnasium und an vergleichbaren Schulformen; Positionen und Forderungen des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (MNU), Saarlouis 1999.
10. Rahmenkonzept für eine Neugestaltung des Lehramtsstudiums im Fach Chemie einschließlich der Fachdidaktik; Hrsg.: Verbund Norddeutscher Universitäten, Hamburg 1999.
11. Ch. Reiners, „Chemiedidaktik – Quo vadis?“ Chemkon 2000, 7, 91–92.
12. Chemieunterricht der Zukunft – Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Empfehlungen zur Gestaltung von Lehrplänen bzw. Richtlinien für den Chemieunterricht; Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (MNU), Dümmler, Köln 2000.
13. Eckwerte für die Genehmigung von Bachelor-(BA) und Masterstudiengängen (MA) an den Hochschulen Nordrhein-Westfalens (MSWF-NRW, 15.2.2001) sowie Eckpunkte zur Gestaltung von BA-/MA-Studiengängen für Lehrämter (MSWF-NRW, 9.5.2001)

Mitglieder und ständige Gäste der Studienreformkommission der GDCh für das Lehramt Chemie an Gymnasien und vergleichbaren Schulformen

Prof. Dr. Holger Butenschön

Institut für Organische Chemie, Universität Hannover
Schneiderberg 1B, 30167 Hannover
Tel.: 0511 762 4661, Fax: 0511 762 4616
E-Mail: holger.butenschoen@mbox.oci.uni-hannover.de

Prof. Dr. Reinhard Demuth

Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften
an der Universität Kiel
Olshausenstraße 62, 24098 Kiel
Tel.: 0431 880 3494, Fax: 0431 880 3100
E-Mail: demuth@ipn.uni-kiel.de

Prof. Dr. Bernhard Dick

Lehrstuhl für Physikalische Chemie, Universität Regensburg
93940 Regensburg
Tel.: 0941 943 4487, Fax: 0941 943 4488
E-Mail: bernhard.dick@chemie.uni-regensburg.de

Prof. Dr. Gerd Meyer (Vorsitzender)

Institut für Anorganische Chemie, Universität zu Köln
Greinstraße 6, 50939 Köln
Tel.: 0221 470 3262, Fax: 0221 470 5083
E-Mail: gerd.meyer@uni-koeln.de

Prof. Dr. Christiane Reiners

Institut für Chemie und ihre Didaktik, Universität zu Köln
Herbert-Lewin-Straße 2, 50931 Köln
Tel.: 0221 470 4658, Fax: 0221 470 4949
E-Mail: christiane.reiners@uni-koeln.de

StD Sabine Venke

Fachbereich Naturwissenschaften des Oberstufenzentrums
Energietechnik I
Goldbeckweg 8–14, 13599 Berlin
Tel.: 030 3549460, Fax: 030 35494614
E-Mail: S.Venke@web.de

Prof. Dr. Heinz Wambach

Bezirksregierung Köln, Schulabteilung
50606 Köln
Tel.: 0221 147 2572, Fax: 0221 147 2908
E-Mail: heinz.wambach@bez.reg-koeln.nrw.de

Prof. Dr. Hans-Josef Altenbach

Bergische Universität-GH Wuppertal, Organische Chemie
Gaußstraße 20, 42097 Wuppertal
Tel.: 0202 439 2647, Fax: 0202 439 2648
E-Mail: orgchem@uni-wuppertal.de

Prof. Dr. Bernd Ralle

Universität Dortmund, Fachbereich Chemie – Didaktik der Chemie
Postfach 500 500, 44221 Dortmund
Tel.: 0231 755 2936, Fax: 0231 755 2932
E-Mail: bralle@pop.uni-dortmund.de



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER E.V.

POSTFACH 90 04 40
D-60444 FRANKFURT AM MAIN
VARRENTRAPPSTRASSE 40-42
D-60486 FRANKFURT AM MAIN