

---

**Eine berufsorientierte Ausbildung für Lehramtsstudenten  
im Fach Anorganische Chemie**

Entwicklung und Evaluation eines neuen Praktikumkonzepts  
auf der Grundlage einer empirischen Erhebung bei Referendaren

---

**Dissertation**

zur Erlangung des Doktorgrades  
der Naturwissenschaften (Dr.rer.nat)

dem Fachbereich Biologie, Chemie und Geowissenschaften  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

**Britta Frese**

aus Fürstenu

Gießen 2001

Dekan: Prof. Dr. J. Janek

1. Gutachter: Prof. Dr. H. Gebelein

2. Gutachter: Prof. Dr. V. Wiskamp

*„Nur wer sich ändert, bleibt sich treu.“*

(WOLF BIERMANN)



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Die deutsche Lehrerbildung in der Kritik</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Schule im Wandel</b> .....	<b>4</b>
2.2.1	Schüler verändern sich.....	4
2.2.1	Anforderungen an den Lehrer von morgen.....	5
<b>2.3</b>	<b>Die Reform der Lehrerbildung</b> .....	<b>5</b>
2.3.1	Erste Phase: Das Universitätsstudium – wirklichkeitsfremde Inhalte und veraltete Methoden.....	5
	<i>2.3.1.1 Die fachwissenschaftliche Ausbildung</i> .....	8
	<i>2.3.1.2 Fachdidaktiken und Erziehungswissenschaften – oft nur ein Schattendasein</i> .....	9
2.3.2	Zweite und dritte Phase: Einführung in die Berufspraxis und lebenslanges Lernen.....	10
2.3.3	Die Theorie-Praxis-Problematik.....	11
<b>2.4</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Reformbestrebungen in der Chemielehrerausbildung</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Zur Beliebtheit des Chemieunterrichts</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Forderungen an den Chemieunterricht</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Konsequenzen für die Chemielehrerausbildung</b> .....	<b>18</b>
3.3.1	Allgemeines.....	18
3.3.2	Gestaltungsempfehlungen für das Lehramtsstudium.....	20
	<i>3.3.1.1 Grundsätzliches</i> .....	20
	<i>3.3.1.2 Die fachwissenschaftliche Ausbildung</i> .....	21
	<i>3.3.1.3 Die fachdidaktische Ausbildung</i> .....	22
<b>4</b>	<b>Die Meinung von Chemiereferendaren des Höheren Lehramts zu ihrer universitären Ausbildung – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>25</b>
<b>4.2</b>	<b>Methode</b> .....	<b>25</b>
<b>4.3</b>	<b>Darstellung der Gruppe und Verteilung der bewerteten Universitäten</b> .....	<b>26</b>
<b>4.4</b>	<b>Generelles Meinungsbild</b> .....	<b>28</b>

<b>4.5</b>	<b>Ausbildung in Allgemeiner und Anorganischer Chemie</b> .....	28
<b>4.6</b>	<b>Ausbildung in Organischer Chemie</b> .....	33
<b>4.7</b>	<b>Ausbildung in Didaktik der Chemie</b> .....	37
<b>4.8</b>	<b>Ausbildung in Physikalischer Chemie</b> .....	40
<b>4.9</b>	<b>Teilnahme an fächerübergreifenden Veranstaltungen – sonstige Themen</b> ...	40
<b>4.10</b>	<b>Angaben zum Referendariat</b> .....	42
<b>4.11</b>	<b>Abschließende Zusammenfassung und Diskussion</b> .....	44
<b>5</b>	<b>Die Neugestaltung des Praktikums in Anorganischer Chemie – auf dem Weg zu mehr Berufsorientierung</b> .....	47
<b>5.1</b>	<b>Das neue Veranstaltungskonzept</b> .....	47
<b>5.2</b>	<b>Das erste Semester: Grundlagen chemischer Reaktionen und quantitative Analysen</b> .....	48
<b>5.3</b>	<b>Das zweite Semester: Stoffchemie, moderne Analytik und Projektarbeit</b> .....	53
<b>5.4</b>	<b>Die fünf berufsorientierten Elemente des neuen Praktikumkonzepts</b> .....	56
5.4.1	Anwendungs- und Praxisbezüge.....	56
5.4.2	Experimentelle Methodenkompetenz.....	57
5.4.3	Umweltbewusstes Verhalten.....	60
5.4.4	Schulrelevante Themen.....	61
5.4.5	Didaktische Methoden.....	61
	5.4.5.1 Problemlösendes Arbeiten.....	63
	5.4.5.2 Gruppenpuzzle.....	64
	5.4.5.3 Stationenarbeit (Lernzirkel).....	65
	5.4.5.4 Projektarbeit (Projektmethode).....	67
<b>6</b>	<b>Auswertung des neuen Veranstaltungskonzepts</b> .....	71
<b>6.1</b>	<b>Einleitung</b> .....	71
<b>6.2</b>	<b>Die Evaluationsmethoden</b> .....	73
6.2.1	Teilnehmende Beobachtung.....	73
6.2.2	Fragebogen.....	73
6.2.3	Gruppendiskussion.....	75
<b>7</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b> .....	77
<b>7.1</b>	<b>Bewertung des ersten Semesters</b> .....	77
7.1.1	Die fachliche Ausbildung.....	77
7.1.2	Die experimentelle Ausbildung.....	78
7.1.3	Bewertung der einzelnen Themen.....	80

<b>7.2</b>	<b>Bewertung des zweiten Semesters</b> .....	82
7.2.1	Bewertung der einzelnen Themen.....	82
7.2.2	Die fachliche und experimentelle Ausbildung.....	86
7.2.3	Wurden die Ziele erreicht? – eine Reflexion.....	87
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	91
<b>9</b>	<b>Anhang</b> .....	95
9.1	Fragebogen für die Referendare.....	95
9.2	Praktikumsplan des ersten Semesters.....	106
9.3	Praktikumsplan des zweiten Semesters.....	113
9.4	Fragebogen nach dem ersten Semester.....	116
9.4	Fragebogen nach dem zweiten Semester.....	128
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	139
	<b>Danksagung</b> .....	146
	<b>Lebenslauf</b> .....	148

Anlage: CD mit Skript der Praktika



## 1 Vorwort

Die deutsche Lehrerausbildung steht im Mittelpunkt kritischer Diskussionen. Die große Distanz zwischen den Ausbildungsphasen und die starke Verwissenschaftlichung universitärer Studieninhalte haben zur Folge, dass Theorie und Praxis immer weniger miteinander zu tun haben. Nach Meinung der Bildungsexperten steht dies einer Professionalisierung zukünftiger Lehrer im Wege. Sie fordern daher eine Reform der Lehrerausbildung zugunsten *berufsfeldorientierter* Programme. Doch die Umsetzung tut sich angesichts traditionsreicher und damit festgefahrener Strukturen schwer.

Die vorliegende Arbeit will sich dieser Problematik stellen und Vorschläge dafür unterbreiten, wie in Zukunft Chemielehrer berufsorientierter ausgebildet werden können. Dabei hat sie es sich zur Aufgabe gemacht, eine Reformierung des fachwissenschaftlichen Studiums in den Vordergrund zu stellen, da dieser Ausbildungsabschnitt bislang kaum Bestandteil bildungspolitischer Reformanstrengungen war.

Auf der Grundlage vorhandener Literatur (Kapitel 2 und 3) und dem Meinungsbild hessischer Studienreferendare, die im Rahmen einer Umfrage ihre universitäre Ausbildung bewerteten (Kapitel 4), wurde in Gießen im Bereich der Anorganischen Chemie ein neues Veranstaltungskonzept erstellt. Bei diesem Konzept soll es in Zukunft nicht allein um die Vermittlung chemischen Fachwissens gehen, sondern auch um die Implementierung *berufsorientierter Elemente* wie schulrelevanter Themen, didaktischer Methoden sowie Anwendungs- und Praxisbezügen, um nur einige zu nennen.

In Kapitel 5 wird vorgestellt, wie das zweisemestrige Laborpraktikum auf der Grundlage des neuen Konzepts umgestaltet wurde. Das dazu erstellte Skript ist im Anhang auf einer CD zu finden.

Um das neue Praktikum zu bewerten, wurde es mit einer Studentengruppe erprobt und mit Hilfe der qualitativen Evaluationsforschung ausgewertet. Die Ergebnisse dieser Untersuchung können in Kapitel 7 nachgelesen werden.



## 2 Die deutsche Lehrerbildung in der Kritik

### 2.1 Einleitung

Seit Mitte der neunziger Jahre existieren vielfältige Bestrebungen für eine Reform der Lehrerbildung. Vorschläge, die vielfach einer politischen Grundposition der jeweils regierenden Partei unterliegen, beziehen sich hier beispielsweise auf die Einführung eines Praxissemesters mit gleichzeitiger Kürzung des Referendariats oder auf die Gründung von regionalen Lehrerbildungszentren. Nicht zuletzt die Reduzierung der Studienzeiten findet dabei unter dem Diktat gestiegener Studentenzahlen und drängender Finanzierungsprobleme öffentliche Resonanz. Diese medienwirksame Fixierung auf die Misere öffentlicher Haushalte verstellt jedoch den Blick auf das Kernproblem der Lehrerbildung: Es gibt kein verbindliches *berufsfeldorientiertes Konzept!* (CZERWENKA, NOLLE 1997, S. 10).

Auch die Ständige Konferenz der Kultusminister (KMK) konstatiert, dass die momentane Situation der Lehrerbildung nicht befriedigen kann und daher dringender Handlungsbedarf besteht (KMK 1998, S. 331).

Aktuelle Befragungen von studierten Berufsanfängern insgesamt haben ergeben, dass deutsche Hochschulen fast ausschließlich auf die Vermittlung von Wissen und wissenschaftlichen Arbeitsmethoden vorbereiten und nur ungenügend auf die berufliche Praxis. So zeigt eine Untersuchung der Universität Bochum, dass Hochschulabsolventen durchschnittlich zwei Jahre benötigen, um ihr an den Universitäten erlerntes, vorrangig formales Wissen im Berufsalltag zur Lösung betrieblicher Aufgabenstellungen einsetzen zu können (DAS UNABHÄNGIGE HOCHSCHULMAGAZIN 1997, S. 6; STAUDT et al. 1997).

Dieses insgesamt bestehende Problem macht sich auch an den Schulen bemerkbar. So passt nach Ansicht des Verbandes Bildung und Erziehung (VBE) die derzeitige Lehrerausbildung nicht mehr zu den Kindern von morgen. Theorie und Praxis klaffe zu stark auseinander. Eine Reform sei dringend erforderlich, um Wissen und Handeln, Lehren und Erziehen zu verzahnen. „*Wir brauchen Lehrer für Geschichte, keine Historiker, Lehrer für Deutsch, keine Germanisten...*“, so der VBE-Bundesvorsitzende L. ECKINGER beim Deutschen Lehrtag des VBE zum Thema „Lehrerbildungsreform – aber wie?“ (CHEMIE IN DER SCHULE 1998, S. 259).

## 2.2 Schule im Wandel

### 2.2.1 Schüler verändern sich

Die Familien, in denen Kinder heutzutage leben, haben sich in ihrer Struktur sehr gewandelt. So wachsen 80 % der Kinder allein oder mit nur einem Geschwister auf. Die Scheidungsraten steigen und aus dem Zusammenleben mit neuen Partnern ergeben sich häufig komplizierte Eltern- und Partnerkontakte. Gut 10 % aller Kinder werden heute nur noch von einem Elternteil erzogen. Des weiteren ist zu beobachten, dass zunehmend beide Elternteile erwerbstätig sind. Es ist daher nicht selbstverständlich, dass regelmäßig eine Betreuungsperson zu Hause ist (FÖLLING-ALBERS 1992, S. 136; TERHART 1992, S. 34).

Nach Meinung von Wissenschaftlern können diese Verhältnisse Folgen für jeden Einzelnen und die gesamte Gesellschaft haben. So führt HURRELMANN (1992) in seiner Untersuchung über Aggression in der Schule die soziale Verwahrlosung aufgrund gestörter Familien mit sozialer Bindungslosigkeit, die er bei einem Fünftel aller Kinder und Jugendlichen feststellte, als eine der Ursachen für zunehmende Aggressivität an den Schulen an.

Aber auch die sozialen Kontakte außerhalb der Familie verringern sich. So sei das „moderne“ Kind aufgrund fehlender Bezugspersonen insgesamt einsamer geworden und sehne sich verstärkt nach Bindung (STRUCK 1992, S. 121) – eine Tatsache, die die Gesellschaft nicht unberücksichtigt lassen darf.

Des weiteren haben Untersuchungen ergeben, dass der real vorhandene Lebensraum für Kinder aufgrund steigenden Verkehrsaufkommens und verstärkter Bautätigkeit abnimmt. Das selbsttätige Erkunden der näheren Umgebung, das eigene Erleben und praktische Handeln seien dadurch erschwert (FÖLLING-ALBERS 1992, S. 136).

Die Lücke, die durch den Mangel an eigentätigen Erfahrungen entsteht, füllen Medien, konsumorientierte Bedürfnisbefriedigung und organisierte Freizeitbeschäftigungen aus. Das selbständige Tun, das eigene Ausprobieren werden somit durch fremdgesteuerte und programmierte Aktionen ersetzt.

Ein weiterer Aspekt, der für die Schulentwicklung von großer Bedeutung ist, ist die veränderte Bildungsaspiration der Eltern. Der Wunsch nach einem gymnasialen Abschluss

wächst in zunehmendem Maße. Diese „Bildungsnorm“ lässt sich jedoch oft nicht mit dem tatsächlichen Leistungsvermögen der Kinder zur Deckung bringen.

Die soziale Verarmung, der Mangel an Eigentätigkeit und der verstärkte Leistungsdruck sind nur einige Aspekte, denen Schule in Zukunft begegnen muss. Sie hat Funktionen auszubilden, die die frühere Interaktion von Familie und sozialer Umgebung nachbildet. Nach Meinung der Wissenschaftler ist dies aber nur dann möglich, wenn Lehrer<sup>1</sup> in der Schule in stärkerem Maße auch sozialpädagogische Kompetenzen besitzen.

### 2.2.2 Anforderungen an den Lehrer von morgen

Im Strukturplan des Deutschen Bildungsrates von 1970 werden als Aufgabenfelder des Lehrers das *Lehren*, *Erziehen*, *Beurteilen*, *Beraten* und *Innovieren* aufgeführt. Dabei spielen nach Meinung von Bildungsexperten die Aufgabenfelder *Innovieren*, *Beraten* und *Erziehen* in Zukunft die wichtigste Rolle (CZERWENKA, NOLLE 1997, S. 12). JÄGER und BEHRENS (1994, S. 27) berichten in diesem Zusammenhang, dass das in früheren Jahren entworfene Leitbild des Fachmannes für Unterricht dem Anforderungsprofil des heutigen Lehrers nicht mehr gerecht wird. Eine Erweiterung des Aufgabenfeldes um sozialerzieherische Tätigkeiten ist nicht zuletzt aufgrund des bereits beschriebenen Wandels der Kindheit begründet.

Diese Aufgabenerweiterung erfordert dabei auch einen verstärkten Einsatz von handlungsorientiertem, mit Eigentätigkeit verbundenem Lernen. Dazu gehören verstärkte Angebote projektorientierter Unterrichtsverfahren und freier Arbeitsformen, die Schaffung von Lern- und Erfahrungsräumen, die Verstärkung ganzheitlichen und lebensweltbezogenen Lernens, die Einbeziehung von Freizeitaktivitäten und die Verwirklichung von Konzepten sozialen Lernens (FÖLLING-ALBERS 1992, S. 137).

---

<sup>1</sup> Wenn im weiteren Verlauf von Lehrern die Rede ist, dann sind hier natürlich auch stets Lehrerinnen gemeint. Entsprechendes gilt für Studenten, Schüler, Dozenten...

## **2.3 Die Reform der Lehrerbildung**

### **2.3.1 Erste Phase: Das Universitätsstudium – wirklichkeitsfremde Inhalte und veraltete Methoden**

Auch wenn es in den siebziger Jahren an der Universität Oldenburg einen Modellversuch zur einphasigen Lehrerausbildung gab und diese auch in der ehemaligen DDR das Mittel der Wahl war, wird in der Bundesrepublik Deutschland immer noch die Zwei- bzw. Dreiphasigkeit bevorzugt. Das bedeutet, dass zukünftige Lehrer zunächst ein Universitätsstudium und danach an einer Schule einen meistens zweijährigen Vorbereitungsdienst, das so genannte Referendariat, zu absolvieren haben. Als dritte Phase wird die Fort- und Weiterbildung des Lehrers während der Berufstätigkeit angesehen.

Auch in Zukunft soll an diesem Konzept festgehalten werden. Man ist sich allerdings darüber einig, dass die Kontinuität der Ausbildung insgesamt nur dann gewährleistet ist, wenn die einzelnen Phasen aufeinander abgestimmt sind und miteinander kooperieren.

In der Diskussion um eine Novellierung des Hochschulrahmengesetzes (HRG) wird oft der Vorschlag gemacht, die Lehrerbildung an Fachhochschulen zu verlagern, was mit einer Reduzierung des späteren Einkommens einherginge. Bildungsexperten unterschiedlichster Couleur vertreten hier jedoch die Meinung, dass die Ausbildung von Lehramtsstudierenden an Universitäten erfolgen muss, da nur so die Verbindung von Kenntniserwerb und forschendem Lernen gewährleistet ist (KMK 1998, S. 353). Dieser Ansicht ist auch die Gewerkschaft für Erziehung und Wissenschaft (GEW), die die Universität für den richtigen Ort der Professionalisierung für den Lehrerberuf hält. Eine wissenschaftliche Ausbildung würde die Fähigkeit zu rationaler, kritischer Analyse und konstruktivem Umgang mit Ideen und Theorien entwickeln, die die Voraussetzung für verantwortliches Handeln darstelle. Somit lege die Universität gleichsam die Basis für die Fähigkeit und die Bereitschaft zu lebenslangem beruflichem Weiterlernen (GEW 1998, S. 401).

Momentan jedoch werde die universitäre Lehrerausbildung den Ansprüchen nicht gerecht. Eine mangelnde Verbindung von Theorie und Praxis, die Dominanz der Fachwissenschaft, verbunden mit einer Verkennung der besonderen Bedeutung der Fachdidaktik, die Desintegration der Studienbereiche und die inhaltliche Beliebigkeit seien häufig zu Recht kritisiert (GEW 1998, S. 402).

Auch die Kultusministerkonferenz schließt sich dieser Meinung an. Die Marginalisierung der Lehrerbildung an den Universitäten müsse ein Ende haben, Lehrerbildung dürfe nicht länger eine sekundäre „Serviceleistung“ sein (TERHART 1999, S. 16).

Gemäß den Bildungsexperten bedarf die universitäre Ausbildung einer strukturellen, inhaltlichen und institutionellen Reformierung.

In diesem Zusammenhang plädieren BAYER et al. dafür, die Beziehung zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen, die die Unterrichtsfächer konstituieren, und den Erziehungs- und Gesellschaftswissenschaften neu zu bestimmen: „*Weder die fachliche noch die erziehungs- und gesellschaftswissenschaftliche allein, sondern gerade deren wechselseitige Vermittlung bildet den Kern der Professionalität*“ (BAYER 1990, S. 25).

Ob dies jedoch auch von den Verantwortlichen der Universitäten so gesehen wird, ist nicht deutlich zu erkennen. So stellt die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) zwar korrekterweise fest, dass sich Schule im Kontext des gesellschaftlichen Wandels neuen Herausforderungen stellen muss. Allerdings erfordere dies nicht curriculare Veränderungen an den Universitäten. Die GEW sieht dies als Abwehrstrategie der HRK (GEW 1998, S. 382-383). Dadurch gerieten auch die Forderungen der HRK nach einer Stärkung der Fachdidaktiken und Erziehungswissenschaften sowie einer Intensivierung der schulpraktischen Studien in ein schiefes Licht. Schließlich seien im Kontext einer Professionalisierungsstrategie auch Reformanstrengungen des Fachstudiums vonnöten.

Insgesamt wird also gefordert, sämtliche Studienelemente – Fächer, Fachdidaktiken, Erziehungswissenschaften und Praktika – stärker als bisher am späteren Berufsfeld auszurichten (TERHART 1999, S. 16).

Ein *berufsorientiertes Studium* sei allerdings ohne die Verbindung von Theorie und Praxis nicht möglich. Diese oft zitierte *Theorie-Praxis-Problematik* soll im Rahmen eines eigenen Kapitels noch genauer erläutert werden.

Universitäre Ausbildung bedeutet allerdings nicht nur ein Erlernen von Inhalten, sondern auch von Methoden. Gerade im Hinblick auf die Tatsache, dass der Schüler von heute ein Betätigungs- und Erfahrungsdefizit aufweist (s.o.), ist Schule nicht mehr allein durch Wissensvermittlung zu charakterisieren. „*Wenn in der Schule Belehrung, wo immer möglich und tunlich, durch Beteiligung ersetzt werden soll, (...) dann hat das*

*Konsequenzen für die Form (...) des Lernens auch der jungen Lehrerin. Sie wird ihren Beruf, wenn sie ihn selber in Vorlesungsräumen und aus Büchern gelernt hat, kaum anders als in eben der Form ausüben“ (v. HENTIG 1996, S. 35).*

Gemäß den Hamburger Thesen findet Lehrerbildung vorwiegend sitzend, hörend und darüber redend statt. Solche Methoden seien jedoch veraltet. Daher ziele eine Revision der Lehrerbildung neben einer Reform der Inhalte auch auf die Anwendung neuester hochschuldidaktischer und erwachsenenpädagogischer Erkenntnisse und Methoden (HAMBURGER THESEN 1997, S. 288).

### 2.3.1.1 Die fachwissenschaftliche Ausbildung

Nach Meinung der Bildungsexperten ist es für jeden Lehrer unabdingbar, die Grundlagen und Methoden der Fachwissenschaften zu studieren, die seinen Unterrichtsfächern zugrunde liegen. Wissenschaften werden dabei als das Werkzeug der Gesellschaft angesehen, mit dem die ökonomischen, ökologischen, politischen und sozio-kulturellen Bedingungen der modernen Welt analysiert, reflektiert und interpretiert werden können. Ein umfassendes Wissen über die entsprechenden Wissenschaftsbereiche versetze den Lehrer in die Lage, Wichtiges von Unwichtigem zu trennen, Zusammenhänge herzustellen und damit nicht zuletzt Sachverhalte zu elementarisieren und exemplarische Unterrichtsbeispiele auszusuchen (VBE 1997, S. 17; BECKER 1997, S. 48).

HUBER räumt ein, dass Lehrerinnen und Lehrer zwar vor allem durch ihre Person wirken, *„aber in bestimmter Gestalt gehört (...) auch das Fachstudium zu dieser Biographie: das Interesse für ein bestimmtes Wissensgebiet, die Erfahrung vertiefter Arbeit an einem Thema (...), das Bewusstsein einer speziellen Kompetenz“* (HUBER 1996, S. 56). Nicht zuletzt würden Kinder in eine Welt hineinwachsen, die, wie kritisch man dies auch sehen mag, von Wissenschaft bestimmt sein wird.

Je nach Bundesland und Schulart nehmen die Fachstudien 40 bis 90 % der Studienzeit in Anspruch. Ein Bestandteil der bildungspolitischen und erziehungswissenschaftlichen Diskussion sind sie allerdings kaum. Wie lässt sich dies erklären? Sind ihre Inhalte etwa selbstverständlich und stellen daher kein Problem dar? Sind sie so nebensächlich, dass sich kein weiteres Nachdenken lohnt? Oder kann man sie ohnehin nicht beeinflussen?

Die Realität zeigt hier ein anderes Bild, denn unproblematisch scheint die fachwissenschaftliche Ausbildung durchaus nicht zu sein. Der Vorwurf richtet sich dabei

gegen „die Fachwissenschaften, die, der Lehrerbildung ungeachtet, ihrer Disziplinlogik statt einer Problemorientierung folgen und die Fragen ihrer Vermittlung nach innen und außen, ihrer Lehrbarkeit und Lernstrukturen, in einem Grade vernachlässigen, dass es auch durch die Fachdidaktik, wenn diese das denn wollte (und ihr Anteil nicht immer weiter reduziert würde), nicht kompensiert werden kann“ (HUBER 1996, S. 59).

In diesem Zusammenhang schreibt OELKERS, dass die Fachwissenschaften disziplinär, spezialistisch, disparat und ignorant gegenüber dem Lehrerberuf und daher nicht länger bildend seien (NEUMANN, OELKERS 1984, S. 56).

Hauptkritikpunkt ist somit die starke „*Verwissenschaftlichung*“ der Fachstudien, die dadurch mit dem für Lehramtstudierende nötigen Wissen nicht mehr zur Deckung gebracht werden könnten.

Des weiteren wird die zunehmende *Praxisferne* als problematisch angesehen. An der Schule vermitteltes Wissen sollte stets eine Verbindung zur Lebenswelt des Schülers aufweisen. Daher muss der zukünftige Lehrer nicht nur über ein breites Fachwissen verfügen, sondern sich auch stets über bestehende Lebenszusammenhänge im Klaren sein. Dies sollte von den universitären Fachwissenschaften berücksichtigt werden (V. HENTIG 1996, S. 36).

### 2.3.1.2 Fachdidaktiken und Erziehungswissenschaften – oft nur ein Schattendasein

Eine fachdidaktische Ausbildung ist die Voraussetzung für eine adäquate Vermittlung fachlicher Inhalte. Sie führt zu Kompetenzen in der Auswahl der Inhalte und vermittelt Kenntnisse für die Unterrichtsplanung und -gestaltung (VBE 1997, S. 18).

Der Intention gemäß soll die Fachdidaktik eine „Scharnierfunktion“ zwischen Fachwissenschaften, Erziehungswissenschaft und Schulpraxis wahrnehmen. Nach Meinung der Kultusministerkonferenz sieht sie sich jedoch in ein Schattendasein am Rande der Hochschulen abgedrängt (KMK 1998, S. 360). GEW und KMK fordern daher, die Fachdidaktik in Forschung und Lehre zu stärken. Eine Unterordnung der Fachdidaktik unter die Fachwissenschaften sei nicht hinzunehmen. Vielmehr solle sie zu einer Schnittstelle von fachbezogener und pädagogisch-didaktischer Ausbildung werden (GEW 1998, S. 403; TERHART 1999, S. 20).

Neben der Rolle der Fachdidaktiken muss nach Ansicht der bildungspolitischen Verbände auch die der Erziehungswissenschaften neu durchdacht werden. Die Kritik der

Hochschulrektorenkonferenz, das Lehrangebot der Erziehungswissenschaft sei inhaltlich heterogen und unsystematisch, sei durchaus berechtigt. Allerdings sei dies eine Folge der langjährigen Situation, gerade im Bereich des gymnasialen Lehramts, nur knapp vertreten zu sein und damit „das fünfte Rad am Wagen“ zu spielen. Auch die so genannten schulpraktischen Studien hätten bestenfalls eine Alibifunktion. Dadurch würde das erziehungswissenschaftliche Studium seine Aufgabe verfehlen, einen identitätsbildenden Bezugspunkt für das professionelle Selbstverständnis der Lehrer darzustellen (GEW 1998, S. 386; KMK 1998, S. 342).

Insgesamt wird daher gefordert, ein bindendes Kerncurriculum für die Erziehungswissenschaften und Fachdidaktiken zu erarbeiten und somit die Beliebigkeit der Inhalte zu unterbinden. Des Weiteren sollten in Zukunft sämtliche Studienelemente der Fachwissenschaften, Fachdidaktiken und erziehungswissenschaftlichen Grundlagenfächer stärker aufeinander bezogen werden.

### 2.3.2 Zweite und dritte Phase: Einführung in die Berufspraxis und lebenslanges Lernen

Nach dem Hochschulstudium ist von allen Lehramtsanwärtern ein zumeist zweijähriges Referendariat zu absolvieren. Dieser Vorbereitungsdienst gründet, wie alle Phasen der Lehrerbildung, auf erziehungs-, fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Bildung, wobei diese jedoch an einer Schule und einem Seminar erfolgt. Dabei ist zu betonen, dass es sich hierbei um einen Ausbildungsabschnitt handelt und daher nicht einer Deckung des Unterrichtsbedarfs dienen soll (GEW 1998, S. 403). Erlern werden sollten hier neben der selbständigen Unterrichtsgestaltung und -durchführung berufsmethodische und organisatorische Fertigkeiten wie Schulrecht, Bildungsökonomie, Schulmanagement, Planungs- und Kreativitätstechniken, Konfliktlösungsstrategien etc.

Die dritte Phase der Lehrerbildung gewinnt eine immer größere Bedeutung. Durch die sich zunehmend durchsetzende Sichtweise von Professionalisierung als „*längerem berufsbiographischem Entwicklungsprozess*“ wird sie „*zu einem konstitutiven Bestand der Gesamtperspektive des Berufslebens als Lehrer*“ und zu einer „*gleichwertigen und gleichgewichtigen Säule*“ der Lehrerbildung (TERHART 1992, S. 33; SCHUSSER 1991, S. 74; KLAFKI 1992, S. 11).

Ausbildung allein kann nicht alle Probleme – gar noch für ein ganzes Berufsleben – lösen. Daher sollten alle Lehrer verpflichtet sein, sich im Rahmen eines lebenslangen Lernens

ständig fortzubilden. In diesem Zusammenhang fordert die KMK die Erarbeitung von Fortbildungsplänen an den einzelnen Schulen als Teil von Personal- und Schulentwicklung vor Ort. Des weiteren setzt sie sich für eine Personaleinsatzplanung für junge Lehrkräfte ein, die an der schrittweisen Entfaltung der beruflichen Kompetenz orientiert ist und die Einrichtung eines Unterstützungssystems für die Berufseingangsphase mit einer hierauf abgestimmten verpflichtenden Fortbildung einschließt. Im Rahmen dieses berufsbegleitenden Lernens zieht sie eine leistungs- und kompetenzbezogene Lehrerbildung vor (TERHART 1999, S. 21). Wie diese zu realisieren ist, wird hier jedoch nicht erwähnt.

### 2.3.3 Die Theorie-Praxis-Problematik

Hauptkritikpunkt der Lehrerbildung ist der fehlende Bezug zwischen Theorie und Praxis. In der Wahrnehmung vieler Studierender und Lehrer besteht die Erstausbildung aus zwei unverbundenen Phasen: einer fachwissenschaftlich geprägten (theoretischen) Phase an der Universität und einer zweiten vornehmlich pädagogisch-didaktisch geprägten (praktischen) Phase am Studienseminar. BASTIAN berichtet, dass Referendare nicht selten erleben, wie das mühsam erarbeitete Wissen der ersten Phase wertlos zu werden scheint, wie Seminarleiter ständig von den „Defiziten der ersten Phase“ reden, als seien die Referendare für die mangelhafte Koordination zwischen den Phasen verantwortlich, und Mentoren Fähigkeiten voraussetzen, als seien sie selbst nie Anfänger gewesen (BASTIAN 1997, S. 100).

Zwischen den einzelnen Phasen, zwischen der Universität und den Schulen, herrscht Sprachlosigkeit. Die Ausbildungsinstanzen stehen ebenso zusammenhanglos nebeneinander, wie die Phasen unverbunden aufeinander folgen. Zahlreiche Bildungsexperten fordern daher eine *stärkere Verzahnung zwischen Theorie und Praxis*. Um dieses Ziel zu erreichen, werden vielfältige Vorschläge gemacht. So sollen nach Meinung der KMK in Zukunft die Ausbildungsinhalte der ersten und zweiten Phase besser aufeinander abgestimmt werden. Des weiteren wird für die Einrichtung regionaler Zentren für Lehrerbildung plädiert, die quer zur herkömmlichen Fakultätsstruktur die Belange der Lehrerbildung vertreten sollen. Aufgabe dieser Zentren sei es, die Kooperation zwischen Universität und Schule voranzutreiben, das Lehramtstudium zu strukturieren und zu evaluieren, das Prüfungssystem zu regeln und Schul- bzw. Unterrichtsforschung zu organisieren. Aber auch personell durch die Einbeziehung von Lehrern an

Hochschulveranstaltungen und umgekehrt von Hochschuldozenten am Unterricht in den Schulen könnte ein gegenseitiger, gewinnbringender Erfahrungsaustausch erfolgen (KMK 1998, S. 354ff; GEW 1998, S. 403).

Ein weiterer Aspekt, der in diesem Zusammenhang diskutiert wird, ist die Einführung eines Praxissemesters während des ersten Abschnitts des Universitätsstudiums. Die Meinungen darüber gehen stark auseinander. So haben viele Bedenken, ob sich ein solches Projekt überhaupt organisieren lasse, vor allem seitens der Schulen, da die Betreuung der Studenten vorwiegend durch Lehrer abgedeckt werden müsste. Die GEW hält den Ansatz eines Praxissemesters nur dann für diskussionswürdig, wenn dies nicht mit einer gleichzeitigen Verkürzung des Referendariats verbunden wird. Denn dann hätte die Einführung eines Praxissemesters lediglich finanz- und nicht bildungspolitische Gründe (GEW 1998, S. 385).

Einen anderen Baustein zur Intensivierung des Theorie-Praxis-Bezugs sehen die Experten in einem Ausbau und einer professionelleren Gestaltung der mehrwöchigen Schulpraktika bzw. semesterbegleitenden schulpraktischen Studien, wie dies beispielsweise an der Universität Hamburg erfolgte (KÖPKE 1997, S. 114ff). Dies jedoch würde eine Verstärkung personeller Ressourcen für die Betreuung erfordern.

Eine ganz ähnliche Intention hat der Modellversuch „Integriertes Eingangssemester Primarstufe“ (IEP) der Universität Bielefeld (HÄNSEL 1992, S. 16-19). Hier besuchen die Studierenden acht Wochen lang morgens den Klassenunterricht in Grundschulen der Region oder der an die Universität angegliederten Laborschule, wo ihnen bestimmte Aufgaben zugeteilt werden. Nachmittags haben sie an Veranstaltungen der Universität teilzunehmen, darunter eine schulpraktische Begleitveranstaltung, die von Lehrern der Schulen durchgeführt wird, die auch in der Lehrerausbildung an der Universität mitarbeiten.

Nach HÄNSEL ist das Ziel des IEP u.a. die *„bewusste Irritation der Studierenden in ihren aus der eigenen schulischen Sozialisation mitgebrachten Vorstellungen über Schule und Lehrerberuf, die Herstellung von Distanz zur bestehenden Praxis und zu sich selbst sowie die gemeinsame Reflexion von Erfahrung aus verschiedenen Perspektiven.“*

## 2.4 Zusammenfassung

Nach einer Vielzahl von Veröffentlichungen in der Reformphase der siebziger Jahre und nachfolgender Stagnation erscheinen seit wenigen Jahren wieder unzählige Aufsätze zur Problematik der Lehrerbildung. Gleichzeitig ist zu beobachten, dass Bildungsdiskussionen in Deutschland immer weniger durch politische Grundpositionen geprägt werden, sondern auf zuverlässigen Informationen realer Prozesse und sachlichen Argumentationen beruhen. Konsens solcher Diskussionen ist, dass Lehrerbildung insgesamt, und dies nicht nur vor dem Hintergrund einer veränderten Schule, reformbedürftig ist.

Nach Meinung der Bildungsexperten soll das dreiphasige Bildungssystem mit Hochschulstudium, Vorbereitungsdienst und berufsbegleitender Fort- und Weiterbildung beibehalten werden. Allerdings ist in Zukunft eine bessere Koordinierung der Ausbildungsinhalte und eine stärkere Kooperation der einzelnen Phasen, beispielsweise institutionell durch Lehrerbildungszentren und personell durch die Tätigkeit von Lehrern an Hochschulen, anzustreben.

Entsprechendes gilt für das Universitätsstudium. Durch die Einheit von Forschung und Lehre sei nur an einer Universität oder vergleichbaren Hochschule eine fundierte wissenschaftliche Ausbildung als Grundlage für die spätere Lehrtätigkeit gesichert. Die Bildungsexperten sind sich jedoch darin einig, dass Lehrerbildung zukünftig gerade im Rahmen der Fachstudien nicht länger nur eine „Serviceleistung“ der Universitäten darstellen dürfe, sondern ernst genommen und für den Lehrerberuf spezifiziert werden müsse. Zudem sollten Fachdidaktiken und Erziehungswissenschaften einen höheren Stellenwert erhalten. Durch ein sinnvolles Zusammenwirken aller drei Studieninhalte werde insgesamt eine stärkere *Berufsorientierung* der Lehramtstudiengänge angestrebt.

Reformbestrebungen sind allerdings erst dann nachhaltig, wenn sie durch eine breit angelegte und längerandauernde empirische Forschung untermauert werden. Da entsprechende Evaluationen jedoch bislang nicht über eine Darstellung und nur kurze Bewertung neuer Lehr- und Lernformen hinausgehen (SCHLEE 1992), müssen zukünftig größere Anstrengungen auf diesem Gebiet erfolgen.



### 3 Reformbestrebungen in der Chemielehrerbildung

Wenn die deutsche Lehrerbildung allgemein in der Kritik steht, dann gilt dies natürlich auch für die Ausbildung von Chemielehrern im Speziellen – und dies nicht zuletzt vor dem Hintergrund, dass immer mehr Schüler den Chemieunterricht in der Oberstufe abwählen und demnach immer weniger Abiturienten ein Chemiestudium beginnen („*Leistungskurse adé – Chemiestudium passé.*“, KREHER 1996, S. 724).

#### 3.1 Zur Beliebtheit des Chemieunterrichts

Dass der Chemieunterricht nicht gerade zu den „Top Ten“ der beliebtesten Fächer zählt, wird von systematischen Untersuchungen seit Beginn des 20. Jahrhunderts immer wieder bestätigt. Meistens rangiert er zusammen mit dem Physikunterricht auf den hintersten Plätzen (vgl. u.a. BECKER 1978, S. 455; BRÄMER 1983).

Lediglich in den zwanziger Jahren sowie Ende der Sechziger erfuhr der Chemieunterricht einen leichten Aufschwung. Dies beruht zum einen auf den mit dem Begriff „Arbeitsunterricht“ bekannt gewordenen Reformbestrebungen des naturwissenschaftlichen Unterrichts und zum anderen auf thematischen Neubesinnungen wie der Einführung des so genannten IPN-Curriculums, die durch den damaligen naturwissenschaftlichen Rückstand gegenüber der USA und der UdSSR entstanden (BECKER et al. 1980, S. 46).

Umfragen haben ergeben, dass die Einstellung der Schüler zum Chemieunterricht weitgehend unabhängig von der Schulform, dem Bildungs- und dem Gesellschaftssystem ist (PFEIFER et al. 1997, S. 400). Wenig Einigkeit besteht allerdings darüber, ob die Präferenzierung des Chemieunterrichts vom biologischen Merkmal „Geschlecht“ differenziert wird. Man hat jedoch herausgefunden, dass Jungen im Chemieunterricht von den Lehrern mehr beachtet werden. Das bedeutet, sie werden häufiger aufgerufen, gelobt, aber auch getadelt. Die demnach stärkere Passivität der Mädchen hat Folgen für deren Einstellung zum Chemieunterricht und allgemein chemischen Inhalten gegenüber (WIENEKAMP 1987, S. 39-42).

Trotz der vorherrschenden Meinung, die Abneigung gegenüber dem Chemieunterricht hätte mit dem in der Gesellschaft existierenden schlechten Image der chemischen Industrie und Forschung zu tun, konnte dieser Zusammenhang durch Untersuchungen nicht bestätigt

werden (MÜLLER-HARBICH et al. 1990, S. 150). Es wird aber vermutet, dass der Chemieunterricht traditionell unbeliebt ist, das heißt die negative Einstellung von einer Schülergeneration zur nächsten und von den Eltern auf die Kinder weitergegeben wird.

Auf jeden Fall jedoch hat sich vielfach gezeigt, dass das Fach Chemie bei den Schülern immer unbeliebter wird, je länger einer Klasse Chemieunterricht erteilt wird. So haben Schüler anfänglich durchaus hohe Erwartungen und stehen dem neuen Fach positiv gegenüber (BLUME 1982, S. 113). In der siebten und achten Klasse werden die drei naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Chemie und Biologie sogar in die Gruppe der beliebteren Fächer eingestuft, wenn auch mit deutlichen Abstufungen untereinander. Nach drei Unterrichtsjahren jedoch ist die Fachbeliebtheit der „harten“ Naturwissenschaften Chemie und Physik drastisch gesunken (NOLTE 1983, S. 51; INGENKAMP et al. 1973, S. 19). Untersuchungen des Auslands kommen zu ganz ähnlichen Ergebnissen (HILDEBRANDT 1998, S. 20-21).

Wenn also die Ablehnung des Chemieunterrichts mit dessen Vertrautheit – gemessen an der Häufigkeit des erlebten Fachunterrichts – wächst, dann müssen die Gründe in erster Linie im *tatsächlichen* Chemieunterricht, das heißt in dessen Struktur und Inhalten zu finden sein.

Schüler erwarten, durch den Chemieunterricht viele Dinge ihres persönlichen Umfeldes und Alltags erklären zu können. Da der nach den Lehrplänen zu vermittelnde Stoff aber traditionell von der *Wissenschaft* Chemie geprägt wird, ist dies nur in geringem Umfang der Fall. Auch die immer wieder geforderte Orientierung des Chemieunterrichts an der *Lebenswelt* und den Bedürfnissen der Schüler hat daran wenig geändert. Nach Ansicht von Fachdidaktikern kann sich Chemieunterricht nur dann weiterentwickeln, wenn Lehrplanstrukturierungen nicht immer nur aus einer neuen Anordnung antiquierter und fachsystematisch gegliederter Inhaltselemente bestehen. Das „*Primat der soliden fachlichen Grundlage aus Chemiesicht*“ müsse aufgegeben werden (WOEST 1997, S. 52). MEYENDORF bemerkt in diesem Zusammenhang speziell zum Gymnasium, dass dieses zwar hochschulvorbereitend ist, aber trotzdem immer noch *allgemeinbildend* sein soll (MEYENDORF 1996, S. 114).

Eine weitere Ursache für die fehlende Beliebtheit des Chemieunterrichts wird darin gesehen, dass Chemie zu den schwierigsten Fächern zählt. Statt konkret anschaulich an

Phänomenen orientiert zu sein, basieren die Inhalte auf Theorien mit zunehmend erhöhtem Abstraktionsniveau. Die chemische Formelsprache, Modelle und Theorien und nicht zuletzt die Begriffe, die im Chemieunterricht oft eine ganz andere Bedeutung haben als im Alltag (z.B. Reaktion, Reduktion etc.), führen schnell zu einem Desinteresse seitens der Schüler.

Aber auch die Methodik des Chemieunterrichts ist zu kritisieren. So finden Schülerversuche nur in geringem Ausmaß statt. Demonstrationsexperimente sind, wenn sie überhaupt durchgeführt und nicht durch einen Lehrervortrag ersetzt werden, oft schlecht zu beobachten. Nicht-experimentelle Medien wie Modellbaukästen, AV-Medien und gegenständliches Anschauungsmaterial werden nur selten genutzt (PFEIFER et al. 1997, S. 401).

Nicht zuletzt die Lehrerpersönlichkeit an sich stellt einen wesentlichen Aspekt der Fachbeliebtheit dar. Chemielehrer scheinen in dieser Hinsicht ein mehr oder weniger negatives Image zu haben – und dies kann nicht allein mit der strengeren Notengebung zusammenhängen (BECKER, JÜNGEL 1982, S. 76; WACKER 1981, S. 11).

Für die derzeitige Situation des Chemieunterrichts zeichnet sich also folgendes Bild ab: Die Inhalte sind theorielastig, realitätsfern und knüpfen nicht an Schülervorstellung an, die Methoden sind einseitig und Chemielehrer sind unbeliebt.

### **3.2 Forderungen an den Chemieunterricht**

Gemäß dem derzeitigen Bildungsverständnis sollen Schüler während ihrer Schulzeit Fähigkeiten und Schlüsselqualifikationen erwerben, die sie in Zukunft darin unterstützen, ihr Leben in einer sich stetig verändernden Arbeitswelt sowie in privaten und öffentlichen Lebensbereichen zu bewältigen. Bildung an sich bezeichnet dabei den Prozess, in dem sich Lernende als Konstrukteure einer deutungs- und erklärungsintensiven Welt verstehen und verständigen lernen.

Zu erlangende Kompetenzen, von denen jede für die Lebensbewältigung besonders bedeutsam ist, sind hierbei das systematische und komplexe Denken, ein Entwickeln von Kreativität, Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit, das Ausbilden von Eigeninitiative, problemlösendes Arbeiten und nicht zuletzt ein hohes Maß an Selbständigkeit, um nur einige zu nennen (GDCH 2000, S. 3).

Ein Chemieunterricht, der diesem Bildungsauftrag angemessen ist, kann sich nicht nur auf die Weitergabe disziplinären, akademischen Fachwissens beschränken. Die alleinige Orientierung des Chemieunterrichts an der Wissenschaft Chemie, deren Systematik, Methoden und Konzeptionen läuft Gefahr, das Fach nur auf die Lernenden abzubilden und Wissen nicht fest zu verankern.

Um Schüler an die für die Chemie typischen Fragestellungen heranzuführen, sollte daher gleichermaßen deutlich werden, in welchen Bereichen, in welchem Ausmaß und in welcher Vielfalt sich chemisches Geschehen abspielt, wie es erklärt werden kann und inwieweit wir selbst chemischen Veränderungen in unserem Organismus, in unserer Umwelt und in unserer materiellen Existenz verhaftet sind (PFEIFER et al. 1997, S. 48).

Schulischer Unterricht hat somit stets eine Balance zwischen systematischem Lernen in definierten Wissensdomänen und situationsbezogenem Lernen im praktischen Umgang mit lebensweltlichen Problemen zu finden. Indem die Schüler chemische Gesetzmäßigkeiten in Natur und Technik kennen lernen, erhalten sie Kompetenzen, die es ihnen erleichtern, als verantwortungsbewusste Bürger Entscheidungen zu treffen und situationsgerecht zu handeln.

Neben einem Gleichgewicht von Fach- und Lebensweltorientierung müssen Konzeptionen für den Chemieunterricht auch auf die Lernenden ausgerichtet sein und deren Verständnis, Interessen und Einstellungen sowie deren kognitive Entwicklung angemessen berücksichtigen. Chemieunterricht, der allein von der jeweiligen Sachstruktur geprägt wird und die gegebenen Lernstrukturen außer Acht lässt, wird nur wenig Erfolg haben. Des Weiteren sollten Lernprozesse aktiv gestaltet werden. Die Wechselwirkung zwischen Wahrnehmung, Erkenntnis und Handeln muss stets eine zentrale Rolle spielen (GDCH 1992a, S. 6).

### **3.3 Konsequenzen für die Chemielehrerbildung**

#### **3.3.1 Allgemeines**

Fachdidaktiker und Bildungskommissionen chemischer Verbände formulieren für die Chemielehrerbildung folgende *allgemeine und fachspezifische Bildungsziele*:

So sollen Chemiestudierende während ihrer Ausbildung fachwissenschaftliche Kenntnisse in den Kernfächern Allgemeine und Anorganische, Organische und Physikalische Chemie

erhalten. Sie sollen den sicheren Umgang mit Experimentiergeräten und gefährlichen Stoffen erlernen und dabei ihre experimentellen Fähigkeiten speziell für den Bereich der Schulpraxis professionalisieren. Auch die sachgemäße Entsorgung anfallender Chemikalienreste muss in diesem Zusammenhang behandelt werden. Des Weiteren sollen die Studierenden Kenntnisse über fachübergreifende Bezüge und die Chemie in Natur, Alltag und Technik erwerben. Das Vorkommen von Rohstoffen und deren industrielle Nutzung, die Beeinflussung der Umwelt und die Vermeidung von Schäden durch den Ausbau von Stoffkreisläufen sind hier nur einige Beispiele eines interessanten und wichtigen Themenbereichs. Aber auch exemplarische Einblicke in die moderne chemische Forschung, die Geschichte der Naturwissenschaften und vor allem die Prinzipien naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung sollen den Studierenden es ermöglichen, ganzheitliche Fachkompetenzen zu entwickeln.

Zukünftige Chemielehrerinnen und Chemielehrer müssen allerdings ebenfalls zunehmend in der Lage sein, Lern- und Verständigungsprozesse zu beurteilen sowie im Chemieunterricht zu berücksichtigen und zu fördern, anhaltendes Interesse bei den Lernenden auszulösen und die Distanz zwischen schulischem Bildungsangebot und der Lebenswelt zu verringern (GDCH 1992a, S. 4-5; PFEIFER et al. 1997, S. 127-131).

Aktuellen Untersuchungen zufolge kann die Chemielehrerausbildung der gegenwärtigen Praxis nicht befriedigen (BECKER, HILDEBRANDT 1998, S. 46). Die häufig an Diplomstudiengängen orientierten Veranstaltungen würden eine *Professionalisierung* der zukünftigen Lehrer nicht zulassen. Besonders in Anbetracht der Tatsache, dass Lehrer wichtige Multiplikatoren der Gesellschaft sind und Schüler maßgeblich in ihren Einstellungen zu chemischen Inhalten beeinflussen können, fordern Fachdidaktiker eine – im Sinne einer Berufsorientierung – speziell für Lehramtskandidaten konzipierte Ausbildung (GDCH 1992b, S. 7 u. 11). Sie soll in gleicher Weise fachliche und fachdidaktische Inhalte umfassen. Dabei wird es jedoch als entscheidend angesehen, dass diese nicht zwei getrennte Blöcke darstellen, sondern von vornherein eng miteinander verknüpft sind (GDCH 1983, S. 19).

Bedingt durch das gleichzeitige Studium von zwei Fächern und die Einbeziehung fachdidaktischer und erziehungswissenschaftlicher Elemente muss der Stoffumfang gegenüber einem Diplomstudium nicht nur stark beschränkt werden, sondern auch Sachgebiete berücksichtigen, die von besonderer schulischer Bedeutung sind. Schließlich würden Chemielehrerinnen und -lehrer durch ihre an der Universität antrainierte

Gewohnheit, fachwissenschaftlich zu denken, daran gehindert, im Unterricht jenen, bereits zitierten, Bildungsauftrag zu erfüllen, die Schüler darin zu befähigen, ihre Lebenswelt zu verstehen und somit für die Gesellschaft wichtige Handlungs- und Entscheidungskompetenzen zu erwerben (SCHARF 1992, S. 36-37). Wichtige Bereiche der Alltagserfahrungen von Schülern wie Ernährung, Gesundheit und Hygiene, Konsum, Umwelt und Mode müssten daher ebenso Einlass in die Chemielehrerausbildung finden wie fachwissenschaftliche Theorien dort bereits existierten (GDCH 1983, S. 126ff).

Aufgrund der vorhandenen personellen und sächlichen Ausstattung an den Hochschulen sehen die Experten eine radikale Umstellung traditioneller Lehrveranstaltungen auf ein neues Organisationsmodell jedoch als utopisch an. Realistischer und aussichtsreicher wäre dagegen ein evolutionäres Verfahren, das einerseits die bewährte fachliche Ausbildung garantiert und andererseits Anregungen vermittelt, um den notwendigen Wandel einzuleiten (GDCH 1992b, S. 54). Gemäß PFEIFER und KREHER müssen solche Veränderungen nicht auf fachdidaktische Veranstaltungen beschränkt bleiben, sondern *„nach den Studienordnungen müsste es möglich sein, ein Hauptpraktikum alternativ zu gestalten und – beispielsweise<sup>2</sup> – komplexe Themen mit innerfachlichen Zusammenhängen zu behandeln“* (in SCHARF 1992, S. 56).

Insgesamt ist also festzuhalten: Ein Umdenken tut Not – aber Programmatik allein genügt nicht, nach Umsetzung ist gefragt!

#### 3.3.2 Gestaltungsempfehlungen für das Lehramtsstudium

##### 3.3.2.1 Grundsätzliches

Aufgrund der Kulturhoheit der Bundesländer können Studienordnungen für Lehramtsanwärter sehr unterschiedlich aussehen. Die *Gesellschaft Deutscher Chemiker* (GDCH) gibt jedoch im regelmäßigen Turnus einheitliche Empfehlungen heraus, an denen sich die Hochschulen orientieren können (GDCH 1992b, S. 9ff; GDCH 2000, S. 10ff).

Für die Ausbildung von Studenten des Höheren Lehramts, auf die sich die Beschreibung hier beschränken soll, empfiehlt die GDCH ein achtsemestriges Studium mit anschließender einjähriger Prüfungsphase für das Erstellen einer wissenschaftlichen

Hausarbeit und das Ablegen schriftlicher und mündlicher Prüfungen. Bedingt durch das zweite Fach und das zusätzliche Studium der so genannten Grundwissenschaften sollte sich die Ausbildung im Fach Chemie auf insgesamt etwa 70 Semesterwochenstunden (SWS) belaufen, wobei Praktika mit einem Faktor von 0,5 gerechnet werden. Fachwissenschaftliche und fachdidaktische Anteile sollten in angemessener Weise vertreten sein. Empfohlen wird hier ein Verhältnis von drei Teilen Fachwissenschaft gegenüber einem Teil Fachdidaktik.

Die verbindlich zu studierende Fachwissenschaft gliedert sich in die vier Kernbereiche *Allgemeine und Analytische Chemie, Anorganische Chemie, Organische Chemie* und *Physikalische Chemie*. Andere Gebiete wie Biochemie, Makromolekulare Chemie, Umweltchemie etc. können – je nach örtlichen Möglichkeiten – zusätzlich als Wahlfächer angeboten werden.

Die Fachdidaktik, von der auch die schulpraktischen Studien betreut werden sollen, ist mit etwa 14 SWS zzgl. schulpraktischer Studien zu vertreten. Eine größtmögliche Verzahnung mit fachwissenschaftlichen Veranstaltungen soll dabei angestrebt werden.

#### 3.3.2.2 Die fachwissenschaftliche Ausbildung

Die Hochschule hat die Aufgabe, den Lehramtsstudierenden eine fundierte chemische Ausbildung zu bieten und eine angemessene fachliche Kompetenz zu begründen. Dieses Ausbildungsziel ist unerlässlich, um die zukünftigen Chemielehrerinnen und -lehrer zu befähigen, die diffizile Unterrichtspraxis zu bewältigen sowie komplexe naturwissenschaftliche Phänomene in Wissenschaft und Technik zu analysieren und zu interpretieren (GDCH 1992a, S. 2).

Im Verlauf ihres Studiums sollen die Studierenden die grundlegenden theoretischen Vorstellungen und Modelle sowie die Denk- und Arbeitsweisen der Chemie erarbeiten, wobei ein besonderer Wert auf die praktische Durchführung und Auswertung von Experimenten zu legen ist. Die für den Chemieunterricht relevanten Sicherheits- und Entsorgungsaspekte müssen studienbegleitend vermittelt und vertieft, Kenntnisse über den Umgang mit Gefahrstoffen und ihre Wechselwirkungen mit der Umwelt erlernt werden.

---

<sup>2</sup> Anm. d. Autorin

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

Im Bereich der **Anorganischen Chemie** erfolgt ein Überblick über die „Chemie der Elemente“ an Hand des Periodensystems. Hierbei sollen die Studierenden die ihm innewohnenden Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge erfahren und einen Einblick in typische Reaktionsweisen sowie ausgewählte Anwendungen „anorganischer“ Verbindungen erhalten.

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

In der **Physikalischen Chemie** werden schließlich, ausgehend von physikalischen Prinzipien, die Eigenschaften chemischer Verbindungen und deren Wechselwirkungen untereinander und mit elektromagnetischer Strahlung erklärt. Dies führt zu einem vertieften Verständnis der chemischen Bindung sowie der energetischen Bedingungen und des zeitlichen Ablaufs chemischer Reaktionen. (GDCH 2000, S. 11-12)

Insgesamt wird betont, dass von Beginn an sämtliche Lehrinhalte einen Berufsbezug aufweisen sollten. Dies beinhaltet insbesondere die stetige Thematisierung von Anwendungsaspekten in Natur, Alltag und chemischer Produktion.

#### *3.3.2.3 Die fachdidaktische Ausbildung*

Die fachlich fundierte Ausbildung ist durch chemiedidaktische Lehrveranstaltungen zu erweitern. Dabei sollen die Studierenden zunächst theoriegeleitet Basiskompetenzen in der Zielsetzung, Gestaltung, Analyse und Evaluation von Chemieunterricht erwerben und ihre persönliche Eignung für den angestrebten Lehrerberuf erstmals einschätzen.

Fachdidaktik ist nicht allein als „*Vermittlungslehre des Faches*“ anzusehen. Ihr geht es nicht um eine reine Transformation fachlichen Wissens auf schulische Bedingungen. Die Fachdidaktik schließt die Methodik zwar als wichtiges Teilgebiet ein, geht aber weit über sie hinaus. Neben dem „*Wie*“ des Lehrens und Lernens steht ebenso die Frage des „*Was*“ und „*Wozu*“, aber auch die Frage, „*Wer*“, „*Wann*“ und „*Womit*“ unterrichtet wird (HAMMER, STORK 1981, S. 3). Im Rahmen der fachdidaktischen Ausbildung müssen daher Studierende auch Fragen nach Bildungszielen beantworten und Curricula diskutieren, chemiedidaktische Grundpositionen kennen lernen und auf der Grundlage lernpsychologischen, erkenntnis- und kommunikationstheoretischen Wissens Lehr- und Lernprozesse analysieren und steuern lernen.

Aber auch eine Erweiterung der experimentellen Kompetenzen muss im Bereich der Fachdidaktik verfolgt werden. Wird hier bereits in den Fachwissenschaften ein Grundstock gelegt, so soll dieser im Sinne einer Berufsorientierung ausgebaut werden, damit die Studierenden nicht nur lernen, selbst Experimente für den Unterricht zu planen und auszuführen, sondern auch Schüler zu eigenem Experimentieren anzuleiten (GDCH 1992b, S. 37).

Ein weiterer Bereich chemiedidaktischer Ausbildung ist die Durchführung schulpraktischer Studien. Diese werden als Schnittstellen zwischen theoriegeleitetem Studium und dem späteren Handlungsfeld „*Schule und Chemieunterricht*“ gesehen. Das Schulpraktikum soll von einführenden Kontakten zur Berufsfelderkundung bis zu angeleiteten Schritten im unterrichtlichen und erzieherischen Handeln im Umgang mit Schülerinnen und Schülern reichen. Daher ist neben der allgemein-didaktischen Unterstützung eine intensive fachdidaktische Vorbereitung und Begleitung der schulpraktischen Studien erforderlich (GDCH 2000, S. 13).

Als grundlegend wird es jedoch angesehen, dass die chemiedidaktische Lehre stets auf aktuellen Forschungs- und Diskussionsständen basiert, sei es beim Behandeln chemiedidaktischer Positionen, bei der Erarbeitung schulspezifische Experimente oder der Thematisierung neuer Unterrichtskonzeptionen (BECKER, HILDEBRANDT 1998, S. 55).



## **4 Die Meinung von Chemiereferendaren des Höheren Lehramts zu ihrer universitären Ausbildung – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung**

### **4.1 Einleitung**

Die Auswertung der vorhandenen Literatur macht sehr deutlich, dass die Lehrerausbildung sowohl allgemein als auch speziell im Bereich der Chemie reformbedürftig ist. Um zu zeigen, dass dieser Eindruck der Realität entspricht, habe ich in der Zeit von Januar bis April 1999 eine Umfrage bei hessischen Chemiereferendaren des Höheren Lehramts durchgeführt. Hier sollten die Befragten mit Hilfe eines Fragebogens ihre universitäre Ausbildung im Fach Chemie bewerten. Als Ergebnis dieser Untersuchung wird aufgezeigt, welche Bereiche im Studium für das gymnasiale Lehramt nach Meinung der Referendare Verbesserungen bedürfen und wie solche Ansätze aussehen können.

### **4.2 Methode**

Zu Beginn meiner Untersuchung habe ich am Gießener Studienseminar eine Pilotstudie mit einem Fragebogen durchgeführt, der insgesamt sehr offen gestaltet war. Die eingegangenen Antworten habe ich kategorisiert und so einen standardisierten Fragebogen erarbeitet. Dieser wurde an die elf Chemiefachleiter der hessischen Studienseminare verschickt und dort an die Referendare verteilt. Der Rücklauf erfolgte in einem Sammelumschlag durch die Fachleiter.

Der Fragebogen (s. Abschnitt 9.1) bestand vorwiegend aus Nominal- und Ordinalskalen, die eine einfache Auswertung ermöglichten, sowie einigen offen gestellten Fragen. Insgesamt gliederte er sich in sieben Bereiche.

Nach kurzen persönlichen Angaben zu Studienort, Zweitfach etc. sollten die Befragten auf einer Skala von 1 bis 5 (*sehr gut* bis *sehr schlecht*) allgemein ihre fachwissenschaftliche und didaktische Ausbildung bewerten sowie den Aspekt beurteilen, wie gut sie durch ihre Ausbildung an der Universität auf die Schule vorbereitet wurden. Im nächsten größeren Abschnitt erfolgte eine Bewertung der Ausbildung in Allgemeiner und Anorganischer Chemie. Einen Schwerpunkt bildeten dabei Fragen über den Lerneffekt der Veranstaltungen. Des weiteren sollte angegeben werden, inwieweit schulrelevante Themen Inhalt dieses Studienabschnitts waren. Abschließend wurden die Referendare aufgefordert,

sich dazu zu äußern, was ihrer Meinung nach die Ausbildung in Allgemeiner und Anorganischer Chemie beinhalten sollte.

Die Fragen zur Organischen Chemie waren in entsprechender Weise aufgebaut.

Im fünften Teil des Fragebogens ging es darum, die didaktische Ausbildung im Fach Chemie zu reflektieren. Angaben zur Physikalischen Chemie sowie zu fächerübergreifenden Inhalten des Studiums schlossen die Bewertung der universitären Ausbildung ab. Es folgten Fragen zum Referendariat, die zeigen sollten, wie die Studienreferendare den zweiten Abschnitt ihrer Ausbildung beurteilen und mit welchen Schwierigkeiten sie zu kämpfen haben. Zum Schluss konnten die Referendare nochmals beschreiben, was sie in ihrer universitären Ausbildung konkret vermisst und was sie als sehr gut empfunden haben.

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte mit dem Softwareprogramm SPSS. Dabei wurden verschiedene Signifikanztests durchgeführt, um einzelne Ergebnisse zu untermauern (vgl. BORTZ 1993; BÜHL, ZÖFEL 1999).<sup>3</sup>

### **4.3 Darstellung der Gruppe und Verteilung der bewerteten Universitäten**

Von den nach Angaben der Fachleiter zur damaligen Zeit 110 Studienreferendaren haben 78 den Fragebogen ausgefüllt. Dies ergibt einen Rücklauf von 71 %.

Die Gruppe der Referendare, deren Daten die vorliegende Untersuchung bestimmen, lässt sich wie folgt charakterisieren. Es handelt sich hierbei um 37 Frauen und 41 Männer im Alter von 24 bis 35 Jahren. Das Durchschnittsalter liegt bei 28.

Als zweites Fach haben die meisten Referendare Mathematik (31 %). 28 % von ihnen unterrichten Biologie, jeweils 10 % Physik und Sport und 8 % Geographie. Ungewöhnlicher dagegen ist die Kombination des Faches Chemie mit Deutsch, Französisch oder Latein (nur jeweils zwei der Befragten) sowie mit Geschichte, Religion oder Soziologie (nur jeweils ein Referendar).

---

<sup>3</sup> Abhängig davon, ob die erhaltenen Daten normalverteilt waren oder nicht, wurden parametrische (T-Test) oder nichtparametrische Tests (Mann-Whitney-Test etc.) vorgenommen.

Interessant für diese Erhebung ist vor allem, an welchen Universitäten die Referendare studiert haben. Die nachfolgende Tabelle soll darüber Aufschluss geben.

Studienort	Anzahl der Referendare
Darmstadt	16
Marburg	16
Gießen	12
Frankfurt	11
Göttingen	5
Kassel	6
Mainz	3
Saarbrücken	2
Bremen	1
Greifswald	1
Hamburg	1
Hannover	1
Heidelberg	1
Oldenburg	1
Würzburg	1
Gesamt	78

**Tab. 4.1** Universitäten, an denen die Referendare studierten.

Aus den Daten wird ersichtlich, dass die meisten Referendare in Hessen studiert haben. Ich habe daher den Schwerpunkt meiner Untersuchungen auf diese Universitäten gelegt.

Da statistische Tests gezeigt haben, dass die Daten maßgeblich davon abhängen, an welcher Universität die Referendare studiert haben, sehe ich es nicht als sinnvoll an, die nicht hessischen Universitäten zusammenzufassen und gemeinsam zu bewerten. Die daraus resultierenden Ergebnisse gäben ein falsches Bild wieder. Sie werden daher im Folgenden nicht weiter berücksichtigt. Aus dem selben Grund ist es wichtig, die hessischen Universitäten getrennt voneinander zu betrachten.

Die Fokussierung der Universitäten des Landes Hessen folgt natürlich automatisch aus der Wahl der Studienseminare, für die der Fragebogen bestimmt war. Ich bin jedoch davon überzeugt, dass die Ergebnisse dieser Untersuchung nicht nur eine Aussagekraft für hessische Universitäten haben, sondern auch auf jedes andere Bundesland übertragen werden können.

In den nächsten Abschnitten sollen die Antworten der Studienreferendare tabellarisch aufgelistet und kurz erläutert werden.

#### 4.4 Generelles Meinungsbild

Ich beginne mit der allgemeinen Bewertung der fachwissenschaftlichen und didaktischen Ausbildung sowie der Vorbereitung auf die Schule. Die Tabelle gibt die Durchschnittsnoten wieder, die die Referendare den einzelnen Bereichen auf einer Skala von 1 bis 5 (*sehr gut* bis *sehr schlecht*) gaben.

	Fachwissenschaftliche Ausbildung	Didaktische Ausbildung	Vorbereitung auf die Schule
Kassel	1,7	2,5	3,2
Marburg	1,6	3,5	3,1
Gießen	2,3	4,6	4,3
Frankfurt	2,5	3,2	3,2
Darmstadt	2,0	3,8	3,9

1 = sehr gut  
 2 = gut  
 3 = es geht so  
 4 = schlecht  
 5 = sehr schlecht

**Tab. 4.2** Durchschnittsnoten der fachwissenschaftlichen und didaktischen Ausbildung sowie der Vorbereitung auf die Schule durch die Universität.

Was die fachwissenschaftliche Ausbildung betrifft, so liegen hier die Noten relativ nah beieinander. Größere Differenzen existieren hingegen bei der Bewertung der Fachdidaktik. Hier unterscheiden sich Kassel und Frankfurt nicht signifikant und bilden demnach die Gruppe der besser bewerteten Universitäten. Marburg und Darmstadt werden eindeutig schlechter bewertet, und Gießen bildet das Schlusslicht auf der Skala. Wie sich zeigte, ist dieser große Unterschied zwischen den hessischen Universitäten darin begründet, dass zur Studienzeit der befragten Referendare nur in Kassel und Frankfurt eine spezielle fachdidaktische Ausbildung vorgesehen war. Dies hat sich mittlerweile in Gießen und nach Angaben der Referendare in gewissem Maße auch in Darmstadt geändert (s. auch Abschnitt 4.7).

Alle Referendare fühlen sich nur mäßig gut oder sogar schlecht auf die Schule vorbereitet. Dabei werden Kassel, Marburg und Frankfurt ähnlich bewertet, während Darmstadt und Gießen signifikant schlechter abschneiden.

#### **4.5 Ausbildung in Allgemeiner und Anorganischer Chemie**

Die meisten Veranstaltungen in Allgemeiner und Anorganischer Chemie differieren von Studienort zu Studienort. Sie sollen daher im Folgenden für jede hessische Universität einzeln aufgeführt werden. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die befragten Referendare Anfang und Mitte der 1990er Jahre studiert haben. Die zu diesem Zeitpunkt gültigen Studienpläne können mittlerweile durch neue ersetzt worden sein.

##### ***Kassel:***

Die Referendare der Kasseler Gesamthochschule geben an, zunächst eine Vorlesung zur Allgemeinen Chemie mit entsprechenden Übungen besucht zu haben. Weitere Bestandteile ihres Grundstudiums waren Stöchiometrische Rechenübungen sowie je ein Praktikum in Allgemeiner und Anorganischer Chemie, das durch Seminare ergänzt wurde. Im Hauptstudium hatten die Referendare weiterführende Vorlesungen zu hören. Als Inhalte werden dabei Kristallographie, Feststoffreaktionen und Magnetochemie angeführt. Ein fünfwöchiges Fortgeschrittenenpraktikum in der Anorganischen Chemie und eine Exkursion rundeten ihr Studium ab.

##### ***Marburg:***

Auch in Marburg nahmen die Studienreferendare an einer einführenden Vorlesung, zwei Laborpraktika und entsprechenden Seminaren und Übungen teil. Als Themen für weiterführende Vorlesungen nennen sie die chemische Technologie und Kristallographie. Des weiteren absolvierten die Referendare Vortragsübungen mit einzelnen Schulversuchen und nahmen an einer Exkursion teil.

##### ***Gießen:***

In Gießen besuchten die Referendare neben einer einführenden Vorlesung zwei weitere zur analytischen Chemie. Während ihrer Laborpraktika befassten sie sich mit der qualitativen und quantitativen Analyse anorganischer Substanzen. Letzteres wurde durch ein zweiwöchiges Blockpraktikum zur elektrochemischen Analyse ergänzt. Die Praktika wurden von entsprechenden Seminaren und Übungen begleitet. Schließlich hatten die Referendare Vortrags- und Demonstrationsübungen zu verschiedenen Themen der Anorganik durchzuführen. Eine Exkursion war nicht Bestandteil ihrer Ausbildung.

**Frankfurt:**

Auch in Frankfurt besuchten die Referendare eine einführende Vorlesung. In ihrem ersten Praktikum beschäftigten sie sich mit Gesetzmäßigkeiten der Allgemeinen und Anorganischen Chemie, während sie im zweiten Teil qualitative und quantitative Analysen durchführten sowie präparativ arbeiteten. Die Praktika wurden auch hier durch entsprechende Seminare ergänzt. Im weiteren Verlauf ihres Studiums konnten die Referendare weiterführende Vorlesungen besuchen, die sich mit der Geschichte der Chemie, der Entwicklung von Modellvorstellungen und der Kristallographie beschäftigten.

**Darmstadt:**

Hier nahmen die Referendare neben den üblichen einführenden Vorlesungen, Praktika und Seminaren an weiterführenden Vorlesungen teil. Mögliche Themen waren hier beispielsweise die Festkörperchemie, Komplex- und Kernchemie sowie chemische Technologie. Außerdem hatten sie im Hauptstudium ein Fortgeschrittenen-Praktikum zu absolvieren. Auch Vortrags- und Demonstrationsübungen sowie eine Exkursion waren Bestandteil ihrer Ausbildung in Allgemeiner und Anorganischer Chemie.

Die folgenden Punkte des Fragebogens beschäftigen sich damit, wie die Referendare ihre Ausbildung in Allgemeiner und Anorganischer Chemie allgemein beurteilen und wie gut sie in den verschiedenen Bereichen ausgebildet wurden.

Zunächst sollten die Referendare Stellung dazu nehmen, wie effektiv die von ihnen besuchten Veranstaltungen in fachwissenschaftlicher Hinsicht waren und ob bei den einzelnen Themen Anwendungsmöglichkeiten für die Schule betont wurden oder vielmehr jeder Praxisbezug fehlte. Außerdem wurden die Referendare gefragt, ob ihre Ausbildung berufsspezifisch gestaltet oder nur ein verkürztes Diplomstudium war. Die Ergebnisse werden in Tabelle 4.3 auf der folgenden Seite dargestellt.

	<i>Was den fachwissenschaftlichen Aspekt betrifft, so waren die Veranstaltungen (...) sehr effektiv.</i>	<i>Bei den einzelnen Themen wurden (...) Anwendungsmöglichkeiten für die Schule herausgestellt.</i>	<i>Die Inhalte in Praktika und Seminaren erschienen (...) abstrakt und ohne jeden Bezug zur Praxis.</i>	<i>Ich hatte (...) den Eindruck, dass unsere Ausbildung lediglich ein verkürztes Diplomstudium und von daher kaum berufsspezifisch war.</i>
Kassel	oft	selten bis manchmal	manchmal bis oft	manchmal bis oft
Marburg	oft bis sehr oft	manchmal	manchmal	manchmal
Gießen	manchmal bis oft	nie bis selten	manchmal bis oft	oft bis sehr oft
Frankfurt	oft	selten bis manchmal	manchmal bis oft	manchmal
Darmstadt	oft	nie bis selten	manchmal bis oft	oft bis sehr oft

**Tab. 4.3** Allgemeine Beurteilung unterschiedlicher Aspekte im Studium der Anorganik.

Bei diesen Ergebnissen wird deutlich, dass die Referendare die Veranstaltungen vom fachwissenschaftlichen Aspekt her zwar als sehr effektiv ansehen, dass die thematisierten Inhalte jedoch oft zu theoretisch und ohne Anwendungsbezüge dargeboten wurden und das Gelernte nur wenig mit dem späteren Beruf zu tun hatte.

Als nächstes bewerteten die Studienreferendare den Anspruch der Veranstaltungen sowie die didaktischen Fähigkeiten der Dozenten, die diese Veranstaltungen leiteten. Dabei werden nahezu von allen Teilnehmern – unabhängig von der Universität – der Anspruch als hoch, die didaktischen Fähigkeiten der Dozenten jedoch nur als befriedigend bzw. schlecht eingeschätzt.

Des weiteren ist interessant zu erfahren, wie gut die Studienreferendare in verschiedenen Bereichen ausgebildet wurden. Dazu wurden Themen aufgelistet, wie sie in gängigen Schul- und Lehrbüchern zu finden sind. Wie viele Punkte die Referendare den einzelnen Inhalten gaben, ist der nächsten Tabelle zu entnehmen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Ausbildung umso besser war, je höher die Punktzahl ist.

	Ausbildung zu diesem Thema in...				
	Kassel	Marburg	Gießen	Frankfurt	Darmstadt
<i>Atommodelle</i>	2,5	3,3	1,8	2,9	2,4
<i>Stöchiometrisches Rechnen</i>	3,3	3,5	2,3	2,6	3,0
<i>Periodensystem</i>	3,0	3,7	2,3	3,1	3,3
<i>Thermodynamik</i>	2,8	3,0	1,8	2,6	2,1
<i>Kinetik</i>	2,5	2,6	2,1	2,2	2,3
<i>Chemisches Gleichgewicht</i>	3,0	3,1	2,4	2,6	3,0
<i>Katalyse</i>	2,3	2,5	1,7	1,3	2,1
<i>Säure-Base-Theorien</i>	3,5	3,6	2,5	3,3	3,4
<i>Redoxreaktionen</i>	3,3	3,7	2,8	3,0	3,4
<i>Elektrochemie</i>	3,0	3,3	2,8	2,4	2,6
<i>Komplexchemie</i>	3,0	3,5	1,6	3,1	3,4
<i>Metalle, Nichtmetalle, Halbmetalle</i>	3,0	3,3	2,2	2,4	2,8
<i>Halbleiter</i>	2,8	2,3	1,1	0,9	1,6

0 = nicht vorhanden

1 = schlecht

2 = mittelmäßig

3 = gut

4 = sehr gut

**Tab. 4.4** Ausbildung zu schulrelevanten Themen.

Die Punktzahlen geben einen guten Hinweis darauf, wie gut die jeweiligen Themen an den Universitäten unterrichtet wurden. Dabei fällt auf, dass Marburg hier besonders gut abschneidet, während für Gießen das Gegenteil der Fall ist.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Das schlechte Abschneiden Gießens hat mich bewogen, mit meinem Veranstaltungskonzept dieses Defizit auszugleichen.

Entsprechend wurde bei der Beurteilung der Praktikumsinhalte verfahren.

	Ausbildung zu diesem Thema in...				
	Kassel	Marburg	Gießen	Frankfurt	Darmstadt
<i>qualitat. Analysen</i>	3,5	3,3	3,1	3,5	3,5
<i>quant. Analysen</i>	3,5	3,5	3,0	3,1	3,3
<i>präparative AC</i>	3,0	2,3	1,5	3,0	2,1
<i>Gesetze der Allg. Chemie</i>	3,3	2,7	2,2	2,5	2,3
<i>Technologien</i>	3,8	2,7	1,5	1,3	2,1
<i>Schulversuche</i>	2,0	1,9	0,9	2,3	1,3

0 = nicht vorhanden  
1 = schlecht  
2 = mittelmäßig

3 = gut  
4 = sehr gut

**Tab. 4.5** Ausbildung in den Laborpraktika.

Bei allen Universitäten schneidet die Ausbildung in der Durchführung von Schulversuchen schlecht ab. Dies kann daran liegen, dass dieser Bereich vorwiegend der Fachdidaktik zugeordnet wird.<sup>5</sup>

Bei der folgenden Frage ging es darum, mehr über die Bedingungen in den Laborpraktika der einzelnen Universitäten zu erfahren. Auch hier konnten die Studienreferendare auf einer Skala von 1 bis 5 (*sehr gut* bis *sehr schlecht*) verschiedene Aspekte beurteilen.

	Organisation der Praktika	Praktikumsbetreuung	begleitende Seminare	experimentelles Arbeiten
Kassel	1,8	2,3	2,3	1,8
Marburg	1,3	1,7	1,8	1,7
Gießen	2,5	2,8	2,7	2,7
Frankfurt	2,0	1,8	2,4	1,6
Darmstadt	2,0	2,1	2,4	2,1

1 = sehr gut  
2 = gut  
3 = mittelmäßig  
4 = unzureichend  
5 = sehr schlecht

**Tab. 4.6** Bedingungen in den Laborpraktika.

<sup>5</sup> Bei dem neuen Praktikum werden Schulversuche als berufsorientiertes Element in die anorganisch-chemische Ausbildung integriert (s. Abschnitt 5.1).

Abschließend war es Aufgabe der Teilnehmer kurz zu skizzieren, was auf jeden Fall Inhalt der Ausbildung von Gymnasiallehrern in Allgemeiner und Anorganischer Chemie sein sollte. Da diese Frage offen formuliert worden war, mussten die Antworten zunächst kategorisiert werden, bevor eine endgültige Auswertung durchgeführt werden konnte. Dabei ergaben sich drei große Bereiche, die jeweils von etwa 65 % aller Teilnehmer genannt wurden.

Zunächst fordern die Referendare eine solide *fachwissenschaftliche Ausbildung*, die zwar weit über das Schulniveau hinausgehen, jedoch schulrelevante Themengebiete, wie sie weiter oben bereits genannt wurden (Tabelle 4.4), ebenfalls umfassen soll. Dieser *Schulbezug* wird immer wieder betont. So wird darauf hingewiesen, dass Inhalte der Allgemeinen und Anorganischen Chemie viel häufiger an *Alltags- und Naturphänomenen* veranschaulicht werden sollten, da diese in der Schule eine große Rolle spielten. Der dritte Bereich, der für die meisten Referendare von großer Wichtigkeit ist, sind *Schulversuche*. Diese sollten nach Meinung der Teilnehmer im Studium viel häufiger durchgeführt werden, als dies bislang der Fall war.

#### 4.6 Ausbildung in Organischer Chemie

Die Fragen zum Studium der Organischen Chemie ähnelten sehr denen der Anorganik. Ich werde daher die Auswertung dieses Bereichs analog dazu führen.

Auch hier bestand der Kern der Ausbildung bei allen Referendaren aus einer einführenden Vorlesung, Laborpraktika und begleitenden Seminaren. Außerdem erhielten alle eine mehr oder weniger ausführliche Einführung in spektroskopische Methoden der Organischen Chemie.

Was weiterführende Veranstaltungen betrifft, so wurden abhängig vom Studienort unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt, was an den einzelnen Universitäten erläutert werden soll.

##### ***Kassel:***

Zusätzlich zu dem oben genannten Grundprogramm gehörten hier eine Vorlesung zu speziellen Themen der Organischen Chemie sowie eine Exkursion zur Ausbildung.

##### ***Marburg:***

Fester Bestandteil weiterführender Veranstaltungen waren eine Vorlesung zur organisch-

chemischen Technologie mit entsprechender Exkursion, eine Spezialvorlesung und wie in der Anorganik Vortragsübungen mit einzelnen Schulversuchen.

**Gießen:**

In Gießen hatten die Studienreferendare zusätzlich Vortrags- und Demonstrationsübungen zu absolvieren.

**Frankfurt:**

Die Ausbildung enthielt hier zusätzlich ein Blockpraktikum in den Arbeitsgruppen des Organisch-chemischen Instituts sowie eine Vorlesung zu speziellen Themen der Organischen Chemie.

**Darmstadt:**

In Darmstadt besuchten die Referendare zusätzlich Vorlesungen zu den Themen Biochemie, Makromoleküle und Naturstoffchemie. Weitere Bestandteile des organisch-chemischen Studiums waren auch hier Vortrags- und Demonstrationsübungen sowie eine Exkursion.

Analog zum vorangegangenen Abschnitt über die Anorganik wurden auch hier die Studienreferendare über die Effektivität ihres fachwissenschaftlichen Studiums, den Anwendungsbezug für die Schule und berufsspezifische Charakteristika der Veranstaltungen befragt.

	<i>Was den fachwissenschaftlichen Aspekt betrifft, so waren die Veranstaltungen (...) sehr effektiv.</i>	<i>Bei den einzelnen Themen wurden (...) Anwendungsmöglichkeiten für die Schule herausgestellt.</i>	<i>Die Inhalte in Praktika und Seminaren erschienen (...) abstrakt und ohne jeden Bezug zur Praxis.</i>	<i>Ich hatte (...) den Eindruck, dass unsere Ausbildung lediglich ein verkürztes Diplomstudium und von daher kaum berufsspezifisch war.</i>
Kassel	oft	selten	manchmal bis oft	manchmal bis oft
Marburg	manchmal	selten bis manchmal	manchmal bis oft	manchmal
Gießen	oft	nie bis selten	oft	oft bis sehr oft
Frankfurt	manchmal	nie	oft	sehr oft
Darmstadt	oft bis sehr oft	manchmal	manchmal bis oft	manchmal

**Tab. 4.7** Allgemeine Beurteilung unterschiedlicher Aspekte im Studium der Organik.

Das Ergebnis ähnelt sehr dem der Anorganik. Auffallend schlecht wird hier Frankfurt bewertet, während Darmstadt relativ gut abschneidet. Insgesamt fällt jedoch auf, dass auch in diesem Fall die Veranstaltungen sehr fachwissenschaftlich geprägt waren. Eine Berufsorientierung fehlte an allen Universitäten.

Der Anspruch der besuchten Veranstaltungen wird von fast allen Befragten als hoch angesehen. Lediglich die Referendare der Universitäten Kassel und Marburg machen hier Abstriche. Die didaktischen Fähigkeiten der Dozenten werden jedoch auch für die Organik nicht gut bewertet. Hier fallen die Noten in den mittleren bis schlechten Bereich.

Als nächstes sollte aufgeführt werden, wie gut die Teilnehmer zu verschiedenen Themen der Organischen Chemie ausgebildet wurden. Auch hier gilt, dass eine höhere Punktzahl für eine bessere Ausbildung auf dem jeweiligen Themengebiet steht.

	Ausbildung zu diesem Thema in...				
	Kassel	Marburg	Gießen	Frankfurt	Darmstadt
<i>Stoffklassen, funktionelle Gruppen</i>	3,3	2,7	2,9	2,3	3,5
<i>Reaktionsmechan.</i>	3,0	2,6	3,3	2,7	3,6
<i>Stereochemie</i>	3,0	3,0	2,8	2,6	3,5
<i>Petrochemie</i>	1,8	1,4	1,1	0,6	2,5
<i>Kunststoffe</i>	2,3	2,1	1,4	0,6	3,3
<i>Farbstoffe</i>	2,3	2,2	1,7	1,0	3,3
<i>Pestizide</i>	1,8	1,0	0,4	0,1	1,0
<i>Explosivstoffe</i>	1,3	0,9	0,6	0,5	1,1
<i>Arzneimittel</i>	1,3	0,6	0,6	0,4	1,3
<i>Kohlenhydrate</i>	2,8	2,5	2,4	1,2	2,9
<i>Proteine</i>	2,5	2,3	2,2	1,1	2,7
<i>Fette und Seifen</i>	2,8	2,3	1,7	1,1	3,3
<i>Waschmittel</i>	2,5	2,1	1,4	1,0	3,5
<i>industrielle Prozesse</i>	2,8	2,1	1,2	0,6	2,4
<i>Schulversuche</i>	1,3	1,3	0,9	1,4	1,8

0 = nicht vorhanden  
1 = schlecht  
2 = mittelmäßig

3 = gut  
4 = sehr gut

Tab. 4.8 Ausbildung zu schulrelevanten Themen.

Entsprechend der Anorganik wurden auch in der Organischen Chemie die Bedingungen in den Laborpraktika bewertet.

	Organisation der Praktika	Praktikumsbetreuung	begleitende Seminare	experimentelles Arbeiten
Kassel	2,3	2,3	2,3	2,3
Marburg	3,3	3,1	3,3	2,7
Gießen	2,4	2,5	2,7	2,4
Frankfurt	3,1	3,0	3,3	2,4
Darmstadt	1,6	1,8	1,9	1,7

1 = sehr gut  
2 = gut  
3 = mittelmäßig  
4 = unzureichend  
5 = sehr schlecht

Tab. 4.9 Bedingungen in den Laborpraktika.

Die Bewertung fällt hier etwas schlechter als für die Anorganik aus. Nur Darmstadt erhält bessere Noten.

Die Befragung über das Studium der Organik schloss ebenfalls mit einer offenen Frage ab. Die Referendare wurden gebeten kurz zusammenzufassen, was Gymnasiallehrämter während ihrer Ausbildung in der Organischen Chemie lernen sollten. Nach Auswertung der eingegangenen Antworten kristallisierte sich heraus, dass auch hier generell dieselben Aspekte gefordert werden wie in der Anorganik, nämlich eine gute *fachwissenschaftliche Ausbildung, Schul- und Alltagsbezüge* sowie *Schulversuche*.

Von allen Teilnehmern, die sich zu dieser letzten Frage äußerten, dies waren etwa 87 %, nannten 80 % den ersten und zweiten Punkt sowie 55 % den dritten.

#### 4.7 Ausbildung in Didaktik der Chemie

Der Abschnitt über die fachdidaktische Ausbildungsphase gestaltete sich wesentlich kürzer als die vorangegangenen. Nach Angabe der besuchten Veranstaltungen und einer allgemeinen Bewertung dieses Studienabschnitts sollten die Referendare sich äußern, welche Aufgaben die Fachdidaktiken an den Universitäten haben und welche Themen sie in der Lehrerausbildung behandeln sollten.

Das fachdidaktische Studium war für die Teilnehmer abhängig von der Universität von sehr unterschiedlichem Umfang. Wie die Ausbildung zum damaligen Zeitpunkt an den einzelnen Universitäten aussah, soll im Folgenden näher erläutert werden.

##### ***Kassel:***

Die aus Kassel stammenden Referendare erhielten eine sehr umfassende Ausbildung in der Didaktik der Chemie. So besuchten sie zunächst zwei einführende Vorlesungen. Im Hauptstudium absolvierten sie je ein Praktikum, in dem sie Schulversuche zu speziellen Themen der Anorganischen und Organischen Chemie kennen lernten. Begleitet wurden diese Praktika durch entsprechende Seminare. Erste Unterrichtserfahrungen konnten die Referendare während eines mehrwöchigen Schulpraktikums sammeln, das durch zwei Seminare ausführlich vor- und nachbereitet wurde. Zusätzlich gingen die Referendare semesterbegleitend in die Schule, wo sie pro Woche zwei Stunden zu unterrichten hatten. Auch diese Arbeit wurde in einem Seminar aufbereitet.

##### ***Marburg:***

In Marburg fiel dieser Ausbildungsabschnitt sehr gering aus. Neben einer fachdidaktischen Vorlesung nahmen die Referendare an einem Schulpraktikum mit entsprechenden Seminaren teil.

##### ***Gießen:***

Auch in Gießen hatten die Referendare lediglich ein fünfwöchiges Schulpraktikum mit vor- und nachbereitendem Seminar zu absolvieren. Weitere fachdidaktische Veranstaltungen standen nicht auf ihrem Studienplan.

##### ***Frankfurt:***

Dagegen haben die von der Universität Frankfurt stammenden Referendare ein sehr breites Spektrum fachdidaktischer Veranstaltungen hinter sich. Neben einem Schulpraktikum standen folgende Seminare und Praktika auf ihrem Programm:

- fachdidaktisches Seminar
- zwei Praktika über Schulversuche
- zwei Übungen zum Chemieunterricht
- zwei Seminare zum Chemieunterricht
- Hospitationen mit eigenen Unterrichtsversuchen.

Die Bewertung der didaktischen Lehrerausbildung fiel insgesamt wesentlich schlechter aus als die der fachwissenschaftlichen Studienabschnitte.

	Bewertung der didaktischen Ausbildung
Kassel	2,3
Marburg	3,9
Gießen	4,4
Frankfurt	2,6
Darmstadt	4,3

1 = sehr gut  
2 = gut  
3 = es geht so  
4 = schlecht  
5 = sehr schlecht

**Tab. 4.10** Bewertung der didaktischen Ausbildung.

Hier wird deutlich, dass es unter den hessischen Universitäten zwei Gruppen gibt, eine mit und eine ohne fachdidaktischer Ausbildung im Rahmen des Studiums für das Höhere Lehramt. Dementsprechend erhalten die Universitäten Kassel und Frankfurt relativ gute Noten, während die anderen Universitäten nur schlecht abschneiden. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, dass Marburg und Darmstadt keine Institute für Chemiedidaktik besitzen und die Fachdidaktik in Gießen bis Mitte der 1990er Jahre nicht die Gymnasiallehrer ausgebildet hat. Letzteres hat sich erst seit Einsetzung eines neuen Studienplans 1997 geändert. Dies zeigt, wie wichtig entsprechende Institute für eine gute fachdidaktische Ausbildung sind.

Die letzte Frage, die wiederum offen formuliert worden war, ist nur sehr schwer auszuwerten, da lediglich 78 % der Teilnehmer sie mehr oder weniger gründlich beantworteten. Ich werde daher nur die Aspekte anführen, die jeweils von mehr als 50 % dieser Gruppe genannt wurden.

Zunächst sind die Referendare der Meinung, dass jeder Lehramtsstudent bereits an der Universität eingehend in didaktische und methodische Konzepte eingeführt werden sollte. Außerdem führen sie an, dass es vielen schwer fallen würde, das an der Universität gelernte Fachwissen im Unterricht schülergerecht umzusetzen. Die Fachdidaktiken sollten daher darum bemüht sein, gemeinsam mit den Studenten fachwissenschaftliche Themen didaktisch aufzuarbeiten. Einen weiteren Schwerpunkt sehen die Referendare in Praktika, in denen Schulversuche durchgeführt werden. Zudem sollten die Studenten bereits sehr früh mit Schulen und dem Unterrichten konfrontiert werden. Schulpraktika bzw. Hospitationen seien daher unerlässlich. Nicht zuletzt sollten Seminare angeboten werden,

in denen mit dem Lehrplan und Unterrichtsmaterialien gearbeitet wird und die Studenten Unterrichtskonzepte erstellen.

Diese große Palette an Aufgaben, die durch verschiedene, vereinzelt genannte Punkte noch um ein wesentliches erweitert werden könnte, lässt kaum verwundern, dass einige Teilnehmer die Forderung laut werden lassen, die didaktische Ausbildung sollte nicht mehr nur ein Anhängsel in den Lehramtsstudiengängen darstellen, sondern eine viel größere Rolle spielen, als sie es bisher tut. Allerdings wird von den Referendaren auch an mehreren Stellen deutlich gemacht, dass dieser Ausbildungsabschnitt mehr von praxiserprobten Dozenten geleitet werden sollte. Dies würde gleichzeitig implementieren, dass Professoren aus diesem Bereich häufiger als bisher Schulerfahrungen sammeln müssen.

#### 4.8 Ausbildung in Physikalischer Chemie

Das Studium der Physikalischen Chemie bestand für die meisten aus einer Vorlesung, einem oder zwei Praktika und begleitenden Seminaren.

Da die Ausbildung in der Physikalischen Chemie in den Lehramtsstudiengängen nicht so umfangreich ist wie die der Anorganik bzw. Organik und auch die Lehrpläne an den Schulen weniger von entsprechenden Themen geprägt werden, habe ich den Fragenkatalog zu diesem Gebiet bewusst kürzer gefasst. Interessant war für mich vor allem zu erfahren, wie die Referendare diesen Studienabschnitt allgemein sowie dessen Nutzen für die Schule bewerten. Dabei fällt auf, dass generell die Ausbildung in diesem Fach recht gute Noten erhält (besonders in Kassel), während der Nutzen für die eigene Unterrichtstätigkeit von den meisten Teilnehmern weniger gesehen wird.

	Bewertung der Ausbildung in physikalischer Chemie
Kassel	1,2
Marburg	2,2
Gießen	2,7
Frankfurt	2,5
Darmstadt	2,4

1 = sehr gut  
 2 = gut  
 3 = es geht so  
 4 = schlecht  
 5 = sehr schlecht

Tab. 4.11 Bewertung der Ausbildung in Physikalischer Chemie.

	„Hat Ihnen dieser Studienabschnitt viel für die Schule gebracht?“
Kassel	Es geht so!
Marburg	Es geht so!
Gießen	Nein!
Frankfurt	Es geht so!
Darmstadt	Nein!

Tab. 4.12 Nutzen der Ausbildung in Physikalischer Chemie für die Schule.

#### 4.9 Teilnahme an fächerübergreifenden Veranstaltungen - sonstige Themen

In der heutigen Zeit wird von den Lehrern immer mehr verlangt, fächerübergreifend zu unterrichten, damit Schüler Sinnzusammenhänge verstehen und gelernte Theorien auch auf andere Bereiche übertragen können. Notwendig ist dabei, dass bereits im Studium die zukünftigen Lehrer über den Tellerrand der Chemie schauen. Inwieweit dies in der ersten Ausbildungsphase der Referendare erfolgte, soll im Folgenden erläutert werden.

In Kassel besuchten nur zwei der sechs Teilnehmer fächerübergreifende Veranstaltungen, nämlich zu Themen der Physik, Mineralogie und des Umweltschutzes. In Marburg ist die Wahl eines Nebenfaches Pflicht, weswegen die meisten der dort studierten Referendare Kenntnisse zur Mineralogie und Physik erhielten. Aber auch Vorlesungen zu Themen der Biochemie und Toxikologie werden hier genannt. Die Referendare aus Gießen hatten ein physikalisches Praktikum mit entsprechender Vorlesung zu besuchen. Des Weiteren war die Teilnahme an weiteren Veranstaltungen abhängig vom Zweitfach. So verfügen diejenigen, die zusätzlich Biologie oder Geographie studiert haben, auch über Kenntnisse zur Biochemie oder Mineralogie. In Frankfurt waren gemäß dem Studienplan keine fächerübergreifenden Vorlesungen Pflicht, weshalb nur die Hälfte der Referendare solche Veranstaltungen besuchten. Genannt werden hier Mineralogie, Physik und Toxikologie. In Darmstadt scheinen dagegen fächerübergreifende Veranstaltungen zum regulären Studienplan zu gehören. So geben hier die meisten Referendare an, sowohl in Mineralogie als auch in Biochemie Kenntnisse zu besitzen. Weniger äußern sich dagegen zu Physik und Toxikologie.

Interessant ist nun, ob sich die Referendare in ihrem Studium mehr interdisziplinäre Veranstaltungen gewünscht hätten. Als Ergebnis kommt hier heraus, dass dies bei den meisten Teilnehmern (71 %) der Fall ist; allerdings längst nicht bei allen, wie man vielleicht zunächst vermuten könnte. So fügen einige hinzu, dass dies die Fülle des Studienplans kaum zuließe. Der Grund, warum sich nicht alle so positiv zu dieser Frage äußern, ist aber vielleicht auch darin zu suchen, dass an einigen Universitäten bereits ein sehr großes Angebot an solchen Veranstaltungen besteht, wie beispielsweise in Marburg.

Als Abschluss der Befragung über die universitäre Ausbildung sollten sich die Referendare noch dazu äußern, wie viel sie über Themen erfuhren, nach denen in den vorangegangenen Abschnitten noch nicht ausreichend gefragt worden war, die aber für die spätere Arbeit in der Schule durchaus von Wichtigkeit sind. Hierbei handelt es sich um Themen des Umweltschutzes und des sicheren Arbeitens in der Schule (Gefahrstoffverordnung, Arbeits- und Unfallschutz sowie Toxikologie). Von Interesse könnte auch sein, inwieweit die Teilnehmer während ihres Studiums professionelles wissenschaftliches Arbeiten erlernt haben, ein Aspekt, der nach Meinung vieler Vertreter der universitären Lehrerausbildung nur an dieser Bildungsstätte vermittelt werden kann.

Um eine gewisse Übersichtlichkeit zu gewährleisten, sollen die Ergebnisse auch hier tabellarisch zusammengestellt werden.

	Wie viel erfuhren Sie zu diesen Themen in...				
	Kassel	Marburg	Gießen	Frankfurt	Darmstadt
<i>Umweltschutz</i>	3,8	2,6	1,9	2,0	2,1
<i>Gefahrstoffverordnung und Arbeitsschutz (v.a. für die Schule)</i>	3,0	2,7	1,0	2,7	2,6
<i>Toxikologie</i>	3,3	2,7	2,2	2,2	2,9
<i>exaktes wissenschaftliches Arbeiten (Protokollieren, Fehlerrechnung, Literaturrecherche..)</i>	3,8	3,5	3,4	3,6	3,3

1 = nichts  
2 = wenig  
3 = einiges

4 = viel  
5 = sehr viel

Tab. 4.13 Häufigkeit einzelner Themen.

Während die Bereiche Umweltschutz, sicheres Arbeiten und Toxikologie nicht ausreichend behandelt wurden (eine Ausnahme bildet hier Kassel), ist dies für das wissenschaftliche Arbeiten – einer universitären Ausbildung entsprechend – nicht der Fall.

#### **4.10 Angaben zum Referendariat**

Von den 78 Teilnehmern hatten zum Zeitpunkt der Befragung 50 ihr Referendariat seit mehr als einem halben Jahr absolviert. Da angenommen wurde, dass diese sich bereits ausreichend zu ihrer zweiten Ausbildungsphase äußern können, sollten nur sie die folgenden Fragen beantworten.

Bei der Auswertung der hier eingegangenen Antworten werde ich nicht zwischen den einzelnen Universitäten unterscheiden, an denen die Referendare studierten. Statistische Tests haben ergeben, dass dieser Faktor keine Rolle spielt.

Bei der Frage, wie das Referendariat empfunden wird, fallen die Antworten im Großen und Ganzen recht positiv aus. Hier waren verschiedene Adjektive und kurze Kommentare vorgegeben, die je nach Meinung angekreuzt werden konnten. Mehrfachnennungen waren möglich.

Nur drei der 50 Teilnehmer geben an, dass sie das Referendariat als ärgerlich empfinden. Acht Referendare halten es für eine unbefriedigende Zeit. Auch wenn die Mehrheit sich darüber einig ist, dass das Referendariat sehr anstrengend ist (80 %), so meinen doch ebenso viele, dass man in dieser Phase viel lernt. Jeweils knapp 60 % geben sogar an, das Referendariat sei interessant und mache ihnen Spaß.

Bei der Frage, wie häufig sie überfordert seien, meinen vier Personen, dass dies oft der Fall ist. Die Mehrheit, nämlich 25, gibt an, sie seien manchmal überfordert. Bei 17 Teilnehmern tritt Überforderung selten auf, während sie bei den übrigen vier Referendaren nie vorkommt.

Als nächstes sollten die Referendare benennen, was ihnen in dieser Zeit besonders schwer fällt. Da diese Frage offen formuliert worden war, mussten die Antworten zunächst wieder kategorisiert werden. Es ergeben sich diesmal vier Schwerpunkte, auf die die Teilnehmer immer wieder eingehen. Zunächst meinen 76 % der Referendare, dass all das, was mit Unterrichtsvorbereitung zu tun hat, zu den Hauptschwierigkeiten im Referendariat gehört. Dies erstreckte sich von der didaktischen Reduktion des komplexen Fachwissens über die Auswahl passender Schulversuche und Unterrichtsmaterialien bis hin zur richtigen

Zeitplanung. Etwa ein Drittel der Teilnehmer gibt an, Probleme mit dem methodischen Arbeiten zu haben. Dabei trete häufig die Frage auf, welche Unterrichtsform in welchem Zusammenhang passen würde und wie man Gespräche lenkt sowie Fragen stellt.

Schwierig ist es nach Angabe von 30 % der Referendare ebenfalls, immer wieder die Anforderungen der Ausbilder zu erfüllen. Gerade die Präsentation von „Schaustunden“, die in keinsten Weise den Schulalltag widerspiegeln würden, falle in diesen Bereich.

Schließlich geben etwa 40 % an, es falle ihnen nicht leicht, alles zum Referendariat gehörende zu organisieren. Neben dem hohen Arbeitsaufwand, der nur schwierig mit dem Privatleben zu vereinbaren sei, werden auch allgemeine organisatorische Aspekte genannt. So müssten beispielsweise die Referendare sehr häufig zwischen verschiedenen Orten wie Schule, Seminar und Fortbildungsstätten pendeln, was schließlich von jedem verlange, ein Auto zu besitzen.

#### **4.11 Abschließende Zusammenfassung und Diskussion**

Gegen Ende des Fragebogens konnten sich die Referendare noch einmal zusammenfassend dazu äußern, was sie in ihrem Chemiestudium als negativ und was sie als positiv empfunden haben. Auch hier sind sich die Teilnehmer in vielen Punkten einig. So führen von denjenigen, die diese offen formulierte Frage ausführlich beantworten (83 %), mehr als drei Viertel an, dass viele Abschnitte ihrer fachwissenschaftlichen Ausbildung zu loben sind. Besonders das praktische Arbeiten im Labor wurde als lehrreich und effektiv empfunden. Allerdings hätten sich in diesem Zusammenhang viele Referendare eine Verstärkung der Ausbildung im Arbeits- und Unfallschutz sowie im Umgang mit und der Entsorgung von Gefahrstoffen gewünscht. Dieses trotz allem sehr positive Urteil lässt sich nach Angabe der Referendare jedoch nicht an allen Universitäten über alle Bereiche der fachwissenschaftlichen Ausbildung vergeben. Referendare der Universität Frankfurt beispielsweise erwähnen sehr häufig, dass ihre Ausbildung in Allgemeiner und Anorganischer Chemie zwar gut, diejenige in Organik dagegen sehr schlecht war. Eine ähnliche Meinung vertreten die Referendare aus Marburg. Besonders bemängelt wird hier, dass Schulbezüge viel zu selten aufgezeigt wurden. Teilnehmer anderer Universitäten vertreten dazu dieselbe Meinung, worauf bereits an anderer Stelle hingewiesen wurde. Die Referendare fordern daher, in der fachwissenschaftlichen Ausbildung die Schwerpunkte auf Grundlagen und allgemeine Prinzipien zu legen und die dadurch geschaffenen Freiräume mit schulspezifischen Inhalten zu füllen. Eine Referendarin drückt diesen

Wunsch folgendermaßen aus: „*Der Spagat zwischen fachwissenschaftlicher Ausbildung und dem Bezug zur Schule kann nur dadurch erreicht werden, dass theoretisches Wissen nicht doppelt und dreifach gelehrt wird und das Arbeiten im Labor nicht zur Kochwut mutiert. Die gewonnene Zeit sollte sinnvoll für Themen der aktuellen Lehrpläne genutzt werden.*“

Entsprechende Kommentare, die allgemein unter dem Titel „**Forderung einer berufsspezifischen Orientierung des Studiums**“ zusammengefasst werden können, treten in den Antworten immer wieder auf (74 %). Vermisst wurde vor allem eine gute didaktische Ausbildung, bei der die Referendare etwas über methodische Konzepte, den Umgang mit Unterrichtsmaterialien sowie den Einsatz von Schulversuchen erfahren konnten. Nur drei Teilnehmer geben an, in diesen Bereichen gut ausgebildet worden zu sein. So wird beispielsweise von einer Kasseler Referendarin das dortige Modell der schulpraktischen Studien sehr gelobt.

Dass die Ausbildung nur wenig am späteren Lehrerberuf orientiert ist, liegt nach Meinung der Referendare auch daran, dass viele Dozenten nicht wissen, welche Themen in der heutigen Zeit in der Schule von Wichtigkeit sind. Die Kritik geht sogar noch weiter. So bemängeln einige Referendare die fehlende Akzeptanz der Lehramtsstudenten seitens der Universitätsprofessoren. Dies äußere sich dadurch, dass viele Dozenten die Lehrerausbildung im Gegensatz zum Diplomstudium nicht ernst nehmen würden. Ein Referendar meint dazu, dass die Ausbildung von Lehrern an der Universität schlecht aufgehoben sei, solange sich dieser Zustand nicht ändern würde.

In diesem Zusammenhang machen mehrere Referendare den Vorschlag, die erste und zweite Phase der Lehrerausbildung in stärkerem Maße zu koordinieren. Durch diese Rückkopplung würden sowohl Universität als auch Schule bereichert.

Die Auswertung der Umfrage bestätigt das in der Literatur wiedergegebene Meinungsbild. Insgesamt sehen die Referendare ihre universitäre Ausbildung als wenig berufsorientiert an. Sie sind zwar mit ihrer fachwissenschaftlichen Ausbildung relativ zufrieden, kritisieren jedoch die Überhand an theoretischen und abstrakten Themen. Die Referendare befürworten daher *eine starke Verschlankung des theorielastigen Ausbildungsabschnitts zugunsten berufsorientierter Konzepte, die schulspezifische und alltagsbezogene Aspekte enthalten.*

Die Bewertung der fachdidaktischen Ausbildung fällt mit Ausnahme von Kassel und Frankfurt sehr schlecht aus. Gefordert werden hier vor allem eine praxisorientierte

Einführung in Methodik und Didaktik, das Erproben des Unterrichts und Schulversuche beinhaltende Praktika.

Neben einem soliden fachwissenschaftlichen Studium sollten in der universitären Ausbildung Schulbezüge immer präsent sein. Eine sichtbare Orientierung des Studiums am Beruf der Lehrerin bzw. des Lehrers ist nach Meinung der Referendare unerlässlich.

## 5 Die Neugestaltung des Praktikums in Anorganischer Chemie – Auf dem Weg zu mehr Berufsorientierung

### 5.1 Das neue Veranstaltungskonzept

Als Konsequenz meiner empirischen Untersuchung habe ich mir das Praktikum in Anorganischer Chemie herausgenommen, um dies, basierend auf den Meinungen der Bildungsexperten und Referendare, neu zu gestalten. Hauptansatzpunkt des neuen Praktikums ist hierbei die Forderung der Referendare nach einer

- „*starken Verschlankung des theorielastigen Ausbildungsabschnitts zugunsten berufsorientierter Konzepte, die schulspezifische und alltagsbezogene Aspekte enthalten*“ (S. 45).

Wurde den Studenten bislang von ihrem ersten Semester an auf ihrem Weg zur Schule vorwiegend *chemisches Fachwissen* vermittelt, so sollen in Zukunft auch andere Bausteine wie *Anwendungs- und Praxisbezüge*, *schulrelevante Themen*, *didaktische Methoden*, *experimentelle Methodenkompetenz* und *umweltbewusstes Verhalten* eine Rolle spielen. Diese **berufsorientierten Elemente** können bereits in eine fachwissenschaftliche Veranstaltung integriert werden.

Für das neue Veranstaltungskonzept ergibt sich dadurch folgendes Modell:

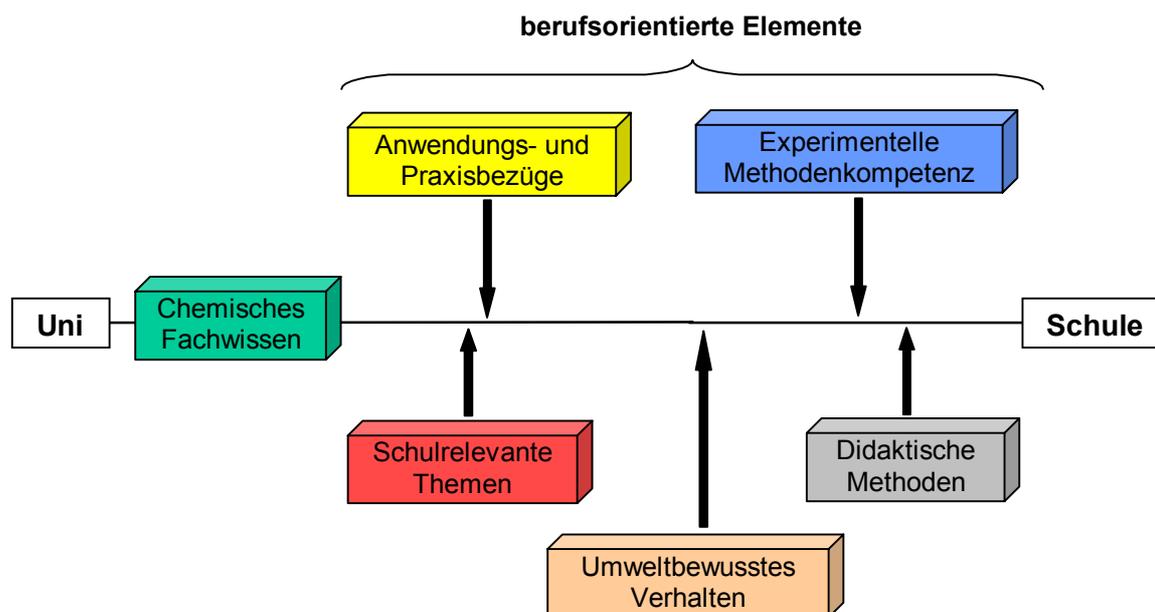


Abb. 5.1 Die fünf berufsorientierten Elemente des neuen Veranstaltungskonzepts.

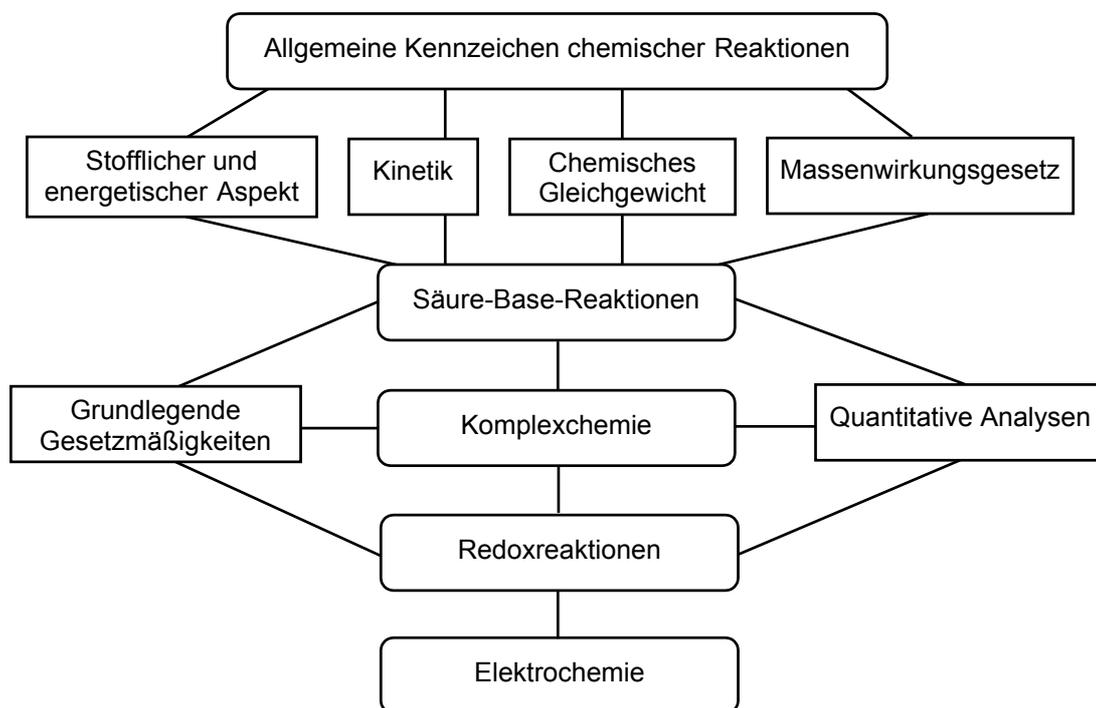
Das von mir neu gestaltete zweisemestrige Praktikum absolvieren die Gießener Studenten gemäß der seit 1997 gültigen Studienordnung für das gymnasiale Lehramt in ihrem zweiten und dritten Fachsemester. Es umfasst eine Laborarbeit von insgesamt acht Semesterwochenstunden, begleitet von einem zweistündigen Seminar. Zur Vorbereitung besuchen die Studenten im ersten Fachsemester eine vierstündige einführende Vorlesung über die Allgemeine und Anorganische Chemie.

Bislang war in Gießen das Praktikum so aufgebaut, dass die Studierenden zunächst ein Semester lang qualitative Analysen gemäß dem klassischen Trennungsgang durchführten, um anschließend, wiederum für ein ganzes Semester, quantitative Analysemethoden kennen zu lernen. Diese Strukturierung ist an sich nicht ungewöhnlich. Auch an vielen anderen Universitäten sind die Praktika ähnlich aufgebaut. Allerdings haben bereits in den siebziger Jahren Untersuchungen ergeben, dass solch ein Vorgehen meist eine Degeneration der Praktika zu reinen „Kochkursen“ zur Folge hat (JÄCKEL, KÜHNEL 1978, S. 7). Die Studenten führen, oftmals unter Zeitdruck, ihre Aufgaben aus, ohne den chemischen Hintergrund bewusst vor Augen zu haben und wichtige Zusammenhänge zu erkennen. Die notwendige Verknüpfung zwischen *Phänomen* und *theoretischer Deutung* besteht meistens nur aus auswendig gelernten Reaktionsgleichungen, die nach Beendigung des Praktikums schnell wieder vergessen werden und damit nicht zu einem tiefgreifenden, länger andauernden und anwendbaren Verständnis der Allgemeinen und Anorganischen Chemie führen. Aus diesem Grund habe ich bei meinem neuen Konzept auf einen Teil der analytischen Arbeit verzichtet und dafür allgemeine Gesetzmäßigkeiten stärker betont. Zudem war es mir ein Anliegen, zunächst quantitativ und erst im zweiten Semester qualitativ zu arbeiten. Warum ich diese Reihenfolge präferenziere, werde ich an anderer Stelle eingehend begründen (s. Abschnitt 5.3).

### **5.2 Das erste Semester: Grundlagen chemischer Reaktionen und quantitative Analysen**

Die insgesamt zehnstündige Veranstaltung wird an zwei Nachmittagen durchgeführt. Dabei arbeiten die Studierenden jeweils nach einem einstündigen einführenden Seminar etwa vier Stunden im Labor. Da das erste Semester vorwiegend im Sommersemester angeboten werden soll, stehen etwa 24 Praktikumstage zur Verfügung.

Der Aufbau des ersten Semesters lässt sich grafisch folgendermaßen darstellen:



**Abb. 5.2** Aufbau des ersten Semesters.

Der Übersicht halber soll hier nur kurz erklärt werden, was die Studenten im Rahmen ihrer Laborarbeit durchzuführen haben. Ein vollständiger Semesterplan mit sämtlichen Experimenten befindet sich im Anhang (s. Abschnitt 9.2). Des weiteren ist das dazugehörige Praktikumsript auf der beiliegenden CD zu finden.

Nachdem sich die Studierenden mit ersten Arbeitstechniken der Laborarbeit, dem Biegen und Schmelzen von Glasrohren, dem Bohren von Gummistopfen und dem Erhitzen von Flüssigkeit in einem Reagenzglas, vertraut gemacht haben, sollen sie sich mit allgemeinen Kennzeichen chemischer Reaktionen auseinandersetzen. Neben der stofflichen Umwandlung spielen hier auch Aspekte der Energie, Kinetik und des dynamischen Gleichgewichts eine Rolle. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass zu diesem Zeitpunkt alle Studierenden bereits über ausreichende experimentelle Kompetenzen verfügen – das Durchführen von Schülerversuchen ist nach wie vor an Schulen nicht die Regel – sind die Versuche möglichst einfach gestaltet. So bewirken die Studenten beispielsweise eine endotherme Reaktion durch Lösen von Ammoniumnitrat in Wasser und simulieren so die Funktionsweise einer Kältepackung. Sie beobachten die

Disproportionierung von Natriumthiosulfat in salzsaurer Lösung (Bildung von elementarem Schwefel) und eine Knallgasreaktion, indem sie ein Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch aus einer Spritze in Seifenlauge dösen und diese anschließend entzünden. Dadurch wird ihnen bewusst, dass chemische Reaktionen bei sehr unterschiedlichen Geschwindigkeiten ablaufen können. Dass Reaktionsgeschwindigkeiten von den Parametern Konzentration, Temperatur und Katalysator abhängen, beobachten sie an der Entfärbung von Kaliumpermanganat-Lösung durch Reaktion mit Oxalsäure.

Das chemische Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz werden mit Hilfe eines sogenannten Gruppenpuzzles (s. Abschnitt 5.4.5.2) eigenständig von den Studenten erarbeitet. Hier teilen sich die Studenten in kleine Gruppen auf und bearbeiten jeweils einen Aspekt des Themengebiets. Anschließend werden die Gruppen so neu zusammengesetzt, dass sich in jeder Gruppe je ein „Experte“ eines Aspekts (z.B. „Abhängigkeit des chemischen Gleichgewichts von der Temperatur“) befindet. Die Experten müssen nun ihren Kommilitonen die Inhalte ihres Bereichs nahe bringen.

Die Studenten erhalten so an den vier einführenden Praktikumstagen ein erstes Gefühl für das *Phänomen* der chemischen Reaktion, bevor sie sich später theoretischere Inhalte erarbeiten. Dies bedeutet natürlich auch, dass notwendige Reaktionsgleichungen hier noch nicht selbständig von den Studenten aufgestellt werden müssen, sondern vorgegeben werden.

Nach WAGENSCHNEIDER sollten Theorien stets einen Bezug zu konkreten Erscheinungen erkennen lassen, da dies auch meistens der Weg ist, über den für den Schüler bzw. Studenten theoretisches Wissen zugänglich wird. WAGENSCHNEIDER nennt dies die *Welt der Phänomene* und fordert für den naturwissenschaftlichen Unterricht, so lange wie möglich im Bereich der Phänomene zu bleiben, bevor diese durch Theorien gedeutet werden (WAGENSCHNEIDER 1970a, S. 233). Im Praktikum wird daher versucht, so oft wie möglich bzw. nötig Phänomene beobachtbar zu machen, um entsprechende Gesetzmäßigkeiten zu induzieren, sei es durch geeignete (anschauliche) Experimente, sei es durch Exkursthemen im Skript, die über Phänomene der „Lebenswelt“ informieren.

Dadurch dass die Studenten bereits zu Beginn einen Einblick in grundlegende Gesetze chemischer Reaktionen erhalten, können sie später im Praktikum auftretende Reaktionen besser verstehen (z.B. Protolysegleichgewichte, Ligandenaustausch, elektrochemische

Zellen). Zudem können so die Reaktionen im Rahmen quantitativer und qualitativer Analysen besser interpretiert werden<sup>6</sup>.

Nach der allgemeinen Einführung in die chemische Reaktion sollen im nächsten Abschnitt spezielle Reaktionstypen thematisiert werden. Diese sind die Säure-Base-Reaktionen, die Komplexreaktionen und die Redoxreaktionen. Mit Hilfe geeigneter Experimente werden hier jeweils zunächst grundlegende Gesetzmäßigkeiten erarbeitet, um anschließend vertiefend entsprechende quantitative Analysen durchzuführen.

An dieser Stelle bewährt es sich, bereits im Vorfeld das chemische Gleichgewicht und das Massenwirkungsgesetz in seiner allgemeinen Form behandelt zu haben. Die Einführung von Protolysegleichgewichten und die Herleitung des pH-Wertes, um nur diese zu nennen, stellen nun keine großen Probleme mehr dar.

Bei den quantitativen Analysen ist es mir wichtig, dass diese so oft wie möglich einen Alltagsbezug aufweisen (Element „*Anwendungs- und Praxisbezüge*“, s. Abschnitt 5.4.1). Zwar müssen die Studenten auch Lösungen bestimmter Konzentration analysieren (sog. *Lehranalysen*), um das sorgfältige Arbeiten zu erlernen und zu erfahren, wie genau die Methoden sind; die Analyse von Produkten der alltäglichen Umgebung stehen hier jedoch im Mittelpunkt. So bestimmen die Studenten beispielsweise den Calciumgehalt in Eierschalen, die Gesamthärte von Wasser und den Vitamin C-Gehalt einer Tablette. Sie stellen selbst essigsäure Tonerde her und bestimmen anschließend im Sinne einer Qualitätskontrolle den Säuregehalt und die Aluminiumkonzentration.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist für mich, den Studenten Methodenvielfalt zu bieten (Element „*Experimentelle Methodenkompetenz*“, s. Abschnitt 5.4.2). Das bedeutet beispielsweise, dass die Studenten nicht nur das konventionelle Arbeiten mit der Bürette erlernen, sondern auch die chemikaliensparende Variante der Halbmikrotechnik mit Hilfe von Tuberkulinspritzen. Des weiteren sollen die Studenten Titrationskurven mit Hilfe geeigneter und in der Schule gängiger Computersoftware aufnehmen und im parallel geführten Seminar die Petrischalenexperimente nach FULL und RUF kennen lernen (vgl. FULL, RUF 1999).

Der Themenbereich „Elektrochemie“ bildet mit sechs Praktikumstagen den letzten Abschnitt des ersten Semesters. In Form eines „Stationenlaufs“ bzw. „Lernzirkels“

---

<sup>6</sup> Dass dies auch wirklich so ist, sollte sich bei der Evaluation des Praktikums bestätigen (s. Abschnitt 7.2.1).

(s. Abschnitt 5.4.5.3) sollen die Studenten in Zweier- oder Dreiergruppen Schritt für Schritt die Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle, die NERNST'sche Gleichung, die Funktionsweise von elektrochemischen Spannungsquellen und Korrosionsprozesse kennen lernen. Die verschiedenen Themenbereiche sind an einzelnen Stationen aufgebaut. Dort finden die Studenten Materialien vor, mit denen sie elektrische Messkreise aufbauen und entsprechende Versuche durchführen können. Des Weiteren finden sie in ihrem Skript ausführliches Informationsmaterial, mit dem sie sich die Theorie erarbeiten, Aufgaben lösen und Zusatzinformationen erhalten können.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass der Praktikumsplan insgesamt viel Spielraum zur flexiblen Gestaltung lässt. So können bei eventuellem Zeitmangel einzelne Abschnitte gekürzt werden, indem beispielsweise auf die Durchführung aufwendiger Analysen verzichtet wird. Entsprechend können anderen Themen mehr Zeit eingeräumt oder bei Bedarf erklärende Seminarstunden integriert werden.

Im Vordergrund des ersten Semesters steht nicht nur – *inhaltlich* – die chemische Reaktion, sondern auch – *methodisch* – das Erlernen experimenteller Tätigkeiten nach genau vorgegebener Vorschrift. Dies mag als Einengung für die Studenten angesehen werden. Schließlich hat GEORGE herausgefunden, dass effektives Lernen durch das Experimentieren vor allem dann erfolgt, wenn die Experimente nicht nur einen Realitätsbezug aufweisen und von den Lernenden selbständig durchgeführt werden, sondern die Lernenden auch am Planungsprozess des Experiments beteiligt wurden (GEORGE 1989). SCHALLIES et al. sind jedoch der Meinung, dass Selbstbestimmtheit in einem Praktikum auch schnell als „Alleingelassensein“ gesehen werden kann (SCHALLIES et al. 1997, S. 168). Dies hat sich bei unserem ersten Probelauf des Praktikums bestätigt. Da die Studenten zu Beginn ihrer Ausbildung kaum über experimentelle Fähigkeiten verfügten, begrüßten sie es, zunächst nach enger Vorschrift arbeiten und dadurch wichtige Handgriffe lernen zu können. Im zweiten Semester schließlich, als das selbständigere Arbeiten notwendiger wurde, waren die Studenten in der Lage, Arbeitsabläufe eigenständig zu planen und durchzuführen. Dies führte nach Meinung der Studenten auch zu einem tiefergreifenden Verständnis (s. auch Abschnitt 7.2).

### 5.3 Das zweite Semester: Stoffchemie, moderne Analytik und Projektarbeit

Das erste Semester bildet das Fundament für den zweiten Ausbildungsabschnitt. Hier soll es nicht mehr um die *chemische Reaktion*, sondern um *Stoffe und deren Eigenschaften* gehen. Das zweite Semester wird durch folgendes Modell charakterisiert:

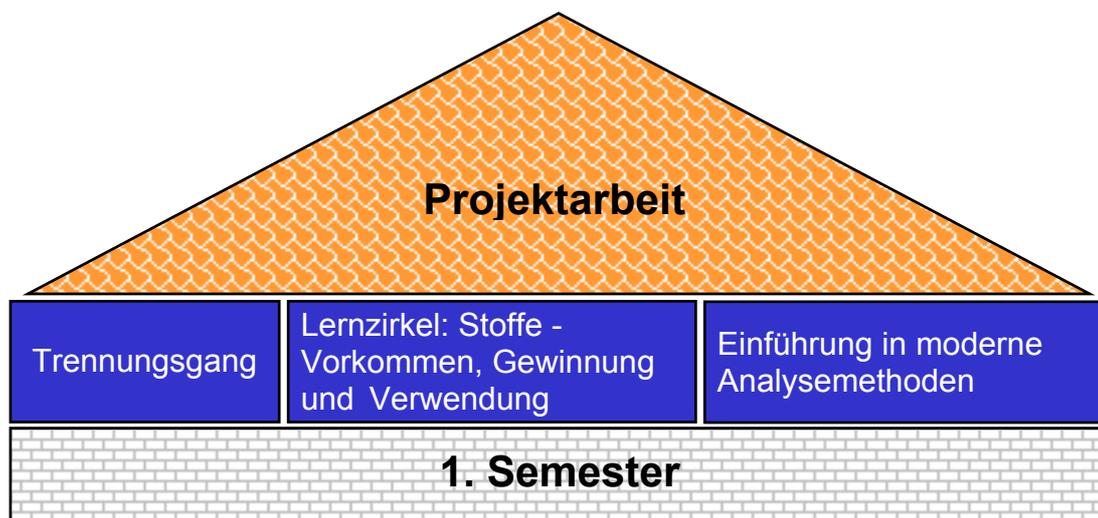


Abb. 5.3 Aufbau des zweiten Semesters.

Auch hier möchte ich nur kurz erklären, was innerhalb des zweiten Semesters von den Studenten absolviert werden soll. Ein detaillierter Einblick in den Praktikumsablauf wird im Anhang (s. Abschnitt 9.3) gegeben, und das Skript ist auch hier auf der CD zu finden.

Zu Beginn des zweiten Semesters sollen die Studenten in Form eines stark verkürzten und modifizierten Trennungsgangs für die Schule wichtige Nachweisreaktionen, Zusammenhänge im Periodensystem und Elementfamilien kennen lernen. Zudem haben sie hier die Möglichkeit, das, was sie ein Semester zuvor beispielsweise über pH-abhängige Löslichkeitsgleichgewichte erlernt haben, zu vertiefen.

An dieser Stelle möchte ich begründen, warum ich diesen Ausbildungsbereich im Gegensatz zur jahrelangen Tradition ganz bewusst nicht in das erste Praktikum gelegt habe. Die bereits erwähnten Untersuchungen aus den siebziger Jahren haben gezeigt, dass eine Ordnung des ersten Praktikums nach Elementen, Gruppen des Periodensystems oder des klassischen Trennungsgangs für die Lehrerausbildung nicht geeignet ist (JÄCKEL, KÜHNEL 1978, S. 9). In der Folge der durchzuführenden Experimente würden zum Verständnis immer wieder Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen benötigt, die die

Studenten zu diesem Zeitpunkt noch nicht kennen können. Ein entsprechendes Vorwissen aus der Schule kann hier nicht herangezogen werden, da Chemiekennnisse bei Studenten zu Beginn ihrer Ausbildung sehr heterogen sind.

Hinzu kommt, dass das stoffchemische Arbeiten, gerade im klassischen Trennungsgang, von den Studenten verlangt, Zusammenhänge zu sehen und den Überblick zu behalten. Dies erfordert jedoch im Sinne eines formal-operationalen Denkprozesses stark vernetzte und zur Abstraktion fähige Strukturen, die sich nur langsam ausbilden. PIAGET war der Meinung, dass der Übergang kognitiver Fähigkeiten in ein formal-operationales Stadium, in dem der Mensch u.a. in der Lage ist, nach Erklärungsmodellen zu suchen, zu abstrahieren und die Logik des Systematisierens anzuwenden, in der Pubertät vollzogen wird. Später fand man jedoch heraus, dass dieser Prozess nicht immer so früh, sondern oftmals erst viel später erfolgt (HERRON 1978).

PAVELICH schreibt zu diesem Thema: *„Auf keinen Fall haben sämtliche Schüler weiterführender Schulen – ja nicht einmal alle Studenten – jene Ebene des Denkens erreicht, die es ihnen ermöglicht, all die Theorien und Prinzipien zu verstehen, die einen Großteil der Naturwissenschaften ausmachen“* (PAVELICH 1982).

Dies ist in der universitären Ausbildung zu beachten. Es hat wenig Sinn, den Studierenden Wissen quasi „überzustülpen“. Die Voraussetzungen und Vorstellungen der Lernenden müssen stets mit einbezogen werden. Daher ist es sinnvoll, die Ausbildung der Studenten mit dem Erlernen wichtiger Gesetzmäßigkeiten zu fundamentieren, um darauf aufbauend das abstraktere und zu Transferleistungen befähigte Denken der Studierenden zu fördern. Dies wird mit dem neuen Veranstaltungskonzept zu erfüllen versucht.

Nach dem sechswöchigen Arbeiten mit dem Trennungsgang sollen die Studierenden – auch wie bei der Elektrochemie in Form eines Lernzirkels – schulrelevante Themen zur Stoffchemie erarbeiten. Die Stationen tragen hier Namen wie beispielsweise *„Luft – eine wichtige Ressource“*, *„Halogene – Elemente des Meeres“*, *„Wichtige anorganische Grundchemikalien“* oder *„Metalle – Vorkommen, Gewinnung und Verwendung“*.

Im Rahmen dieses Lernzirkels erfahren die Studierenden viel über Stoffe, deren reaktives Verhalten, das Vorkommen in der Natur, die Gewinnung sowie die Verwendung in Industrie und Alltag. Dies führt nicht nur zu einer Erweiterung des *chemischen Fachwissens*, sondern auch zu einer breiteren *Allgemeinbildung*.

Des Weiteren führen die Studenten Experimente durch, wie beispielsweise das Haber-Bosch-Verfahren, einen Modellversuch zum Hochofenprozess und die Simulation des

Treibhauseffektes, mit denen sie zum einen ihre experimentellen Fähigkeiten ausbauen und die zum anderen die Studierenden auch später gut für ihren Chemieunterricht verwenden können.

Nach dem Lernzirkel sollen an drei Nachmittagen moderne analytische Methoden vorgestellt werden. Die Themenauswahl ist dabei abhängig von der jeweiligen Arbeitsgruppenstruktur innerhalb der Anorganisch-chemischen Institute. Im ersten Durchlauf des Praktikums wurden in Gießen die Röntgenstrukturanalyse, Elektronenmikroskopie und Massenspektrometrie behandelt. An diesen Praktikumstagen soll allerdings nicht verfolgt werden, dass die Studenten sämtliche theoretische Grundlagen angewandter Techniken erlernen. Ziel ist es vielmehr, ihnen nach dem traditionellen analytischen Arbeiten einen Einblick in die moderne naturwissenschaftliche Forschung zu vermitteln und eventuell weiteres Interesse zu wecken.

Den krönenden Abschluss bildet schließlich eine Projektarbeit, die die Studenten in eigener Regie durchführen. Die Idee eines projektorientierten Arbeitens während der universitären Lehrerausbildung ist nicht neu. Bereits in den siebziger Jahren entwickelte eine Arbeitsgemeinschaft an der Universität Hamburg ein Praktikum, in dem die Studierenden im Fortgeschrittenenstadium ein Semester lang ein Projekt bearbeiten mussten (BÜNDER et al. 1979). Aber auch an vielen anderen Universitäten gab es solche Projektmodelle.

Im Rahmen der Projektarbeit können die Studierenden unter Beweis stellen, was sie während der vergangenen Monate gelernt haben. Die dabei möglichen Themen sind sehr vielfältig. Sie reichen von Gewässer- oder Bodenuntersuchungen über die Silberfotografie bis hin zur Metallurgie, um nur einige zu nennen. Die Studenten sollten auf jeden Fall das Thema selbst bestimmen. Sie können sich dafür beispielsweise von Schulbüchern, den Medien oder örtlichen Gegebenheiten inspirieren lassen. Durch den Transfer vorher erlernten Wissens auf eine reale Problemstellung, die Organisation der Projektdurchführung, das Arbeiten im Team und das anschließende Präsentieren der Ergebnisse erhalten die Studenten gegen Ende ihrer Ausbildung noch einmal Qualifikationen, die später nicht nur in der Schule von Interesse sein werden.

## 5.4 Die fünf berufsorientierten Elemente des neuen Praktikumkonzepts

Ziel des neuen Praktikumkonzepts war es zum einen, den Studenten innerhalb von zwei Semestern ein fundiertes anorganisch-chemisches Grundlagenwissen zu vermitteln. Dabei wurde darauf geachtet, dass der fachliche Anspruch mit vorangegangenen Veranstaltungen vergleichbar ist. Um jedoch den Bildungsexperten und Referendaren gerecht zu werden, sollten neben dem chemischen Fachwissen im Sinne einer berufsorientierten Ausbildung fünf weitere Elemente eine wichtige Rolle spielen (s. Abbildung 5.1, S. 47). Wie diese berufsorientierten Elemente bei dem neuen Veranstaltungskonzept zum Tragen kommen, soll im Folgenden näher erläutert werden.

### 5.4.1 Anwendungs- und Praxisbezüge

Wie bereits erwähnt, können chemische Inhalte Schülern besonders dann zugänglich gemacht werden, wenn sie einen Bezug zu deren Lebenswirklichkeit haben. Alltagschemie besitzt demnach ein großes didaktisches Potential (PFEIFER et al. 1997, S. 72-74). Dieses Potential kann aber nur dann voll ausgeschöpft werden, wenn der Lehrer und die Lehrerin selbst Kenntnisse und den Blick für chemische Inhalte des Alltags besitzen. Chemisches Fachwissen sollte daher im Rahmen der Lehrerbildung nicht allein stehen, sondern so oft wie möglich bzw. nötig mit Anwendungs- und Praxisbezügen aus dem Alltag untermauert werden (vgl. Abschnitt 3.3.1). Dies unterstützt auch das von den Bildungsexperten propagierte lebensweltliche Lernen an den Schulen (s. Abschnitt 2.2.2 und 2.3.1.1).

Im Rahmen des neuen Praktikums kommen Anwendungs- und Praxisbezüge zum einen bei den Experimenten zum Tragen. Zum anderen werden sie im Skript in Form so genannter *Exkurse* thematisiert.

Die Studenten erarbeiten sich mit Hilfe entsprechender Experimente nicht nur wichtige chemische Gesetzmäßigkeiten, sondern lernen dadurch auch Parallelen aus dem Alltag kennen. So wird eine exotherme Reaktion anhand eines Wärmekissens demonstriert. Ein Modellversuch zur Silberfotografie steht für ein Beispiel einer Reaktion, bei der Energie verbraucht wird. Im Rahmen der Elektrochemie erfahren die Studenten etwas über den Aufbau und die Funktionsweise von Batterien und Akkumulatoren. Des Weiteren werden die meisten quantitativen Analysen an Nahrungs- und Arzneimitteln sowie

Haushaltschemikalien durchgeführt (s. Abschnitt 5.2). Die Studenten lernen durch geeignete Experimente aber auch technische Prozesse kennen. Das Haber-Bosch-Verfahren, die Funktionsweise einer Opferanode, der Aufbau einer Brennstoffzelle, der Treibhauseffekt und die Entschwefelung von Rauchgasen sind hier nur wenige Beispiele.

Im praktikumbegleitenden Skript werden im Rahmen von Exkursthemen Kontexte aus dem Alltag vorgestellt. So erfahren die Studenten im Kapitel „Säure-Base-Reaktionen“ nicht nur etwas über den Sauren Regen, sondern auch über Puffer im Blut und das Kohlensäure-Hydrogencarbonat-Gleichgewicht des Meeres. Im Rahmen der Komplexchemie können sie etwas über Zeolithe in Waschmitteln und das Spurenelement Eisen nachlesen, und im Lernzirkel „Stoffe“ des zweiten Semesters werden sie u.a. über den Autokatalysator, Halogenlampen und Metalloxide als Farbpigmente informiert.

Ein weiterer Bereich des Skripts sind die Zusatzaufgaben, mit denen die Studenten ihr Wissen noch einmal vertiefen können und die ebenfalls Themen der „Lebenswirklichkeit“ aufgreifen. Als Beispiele seien hier die Berechnung der Konzentration von Speiseessig und der Vergleich verschiedener analytischer Methoden zur Vitamin-C-Bestimmung in Brausetabletten genannt.

Interessant ist in diesem Zusammenhang natürlich, ob nicht nur Schüler im Chemieunterricht, sondern auch Studenten an der Universität effektiver lernen, wenn ihnen beim Arbeiten im Labor so oft wie möglich Praxisbezüge vor Augen geführt werden. HENDERLEITER et al. fanden hierzu heraus, dass Chemiestudenten in einem analytischen Praktikum besonders dann ein tieferes Verständnis über chemisches Wissen erhalten, wenn sie anwendungsorientierte Laborübungen durchführen. Des weiteren würde ihre Kommunikationsfähigkeit gefördert, da sie sich mehr mit ihren Kommilitonen über Durchführung und Ergebnisse besprechen. Bessere experimentelle Fähigkeiten konnten die Wissenschaftler jedoch nicht erkennen (HENDERLEITER, PRINGLE 1999).

### 5.4.2 Experimentelle Methodenkompetenz

Ein Erkenntnisgewinn in der Naturwissenschaft Chemie ist ohne das Experiment nicht denkbar. Erst die Ergebnisse von Experimenten entscheiden darüber, inwieweit sich eine Hypothese bestätigt oder verworfen werden muss. Da der Chemieunterricht das Ziel hat, den Schülern über das Wesen der Naturwissenschaft Chemie, ihrer Vorgehens- und Arbeitsweisen Kenntnisse zu vermitteln, ist das Experiment unabdingbarer Bestandteil,

und dies sowohl als Lehrerdemonstrations- als auch als Schülerexperiment. In der Lehrerausbildung müssen daher die Studierenden ein ausreichendes experimentelles Geschick entwickeln, um später im Unterricht eigenständig Versuche planen und ausführen sowie die Schüler im Experimentieren anleiten zu können (vgl. Abschnitt 3.3.2.3).

Im Rahmen des neuen Praktikumkonzepts wird versucht, den Studierenden innerhalb von zwei Semestern eine möglichst breite experimentelle Methodenvielfalt zu vermitteln, damit sie später im Schulalltag flexibler auf die verschiedenen Gegebenheiten reagieren können. Dies bedeutet, dass die Studenten nicht nur mit an der Universität üblichen Geräten zu arbeiten lernen, sondern auch mit in der Schule vorhandenen Materialien. So titrieren die Studenten beispielsweise, wie bereits erwähnt, im Praktikum nicht nur mit Büretten im Makromaßstab, sondern auch mit Tuberkulinspritzen in der chemikaliensparenden Halbmikrotechnik. Untersuchungen haben ergeben, dass diese Methode in vielen Fällen zu ähnlich exakten Ergebnissen führt (PROSKE, WISKAMP 1995). Da Tuberkulinspritzen sehr günstig und in jeder Apotheke zu bekommen sind, können sie die kostenintensiveren Büretten vor allem in Schülerversuchen ersetzen.

Im Rahmen der Redoxreaktionen und der Elektrochemie werden die Studenten mit einer weiteren Demonstrationstechnik bekannt gemacht, den von FULL und RUF entwickelten Petrischalenexperimenten (vgl. Literaturhinweis in Abschnitt 5.2). Es handelt sich hierbei um einfache Petrischalen, in denen chemische Reaktionen ablaufen. Werden diese auf einen Tageslichtprojektor gestellt, können dabei auftretende Farbänderungen, Gasentwicklungen und Niederschläge der gesamten Klasse sichtbar gemacht werden.

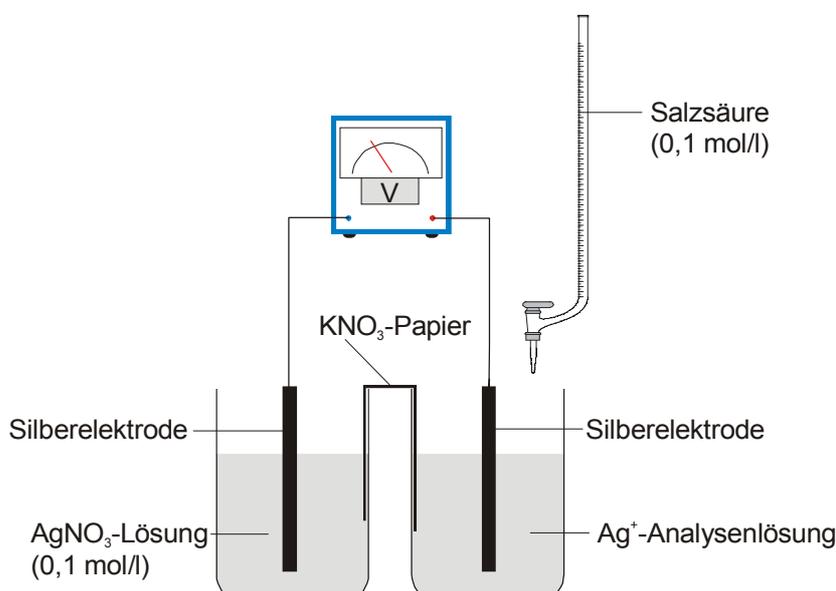
Außerdem sollen die Studenten lernen, Versuchsergebnisse mit Hilfe geeigneter Computersoftware aufzunehmen. Hierzu wird das von KAPPENBERG entwickelte Programm *Analytik*<sup>7</sup> verwendet, das mittlerweile an vielen Schulen vorhanden ist. Im ersten Durchlauf des Praktikums beschränkte sich das computerunterstützte Arbeiten noch auf die Aufnahme von pH-Kurven bei Säure-Base-Titrationen. In Zukunft soll es jedoch auch auf konduktometrische und potentiometrische Titrationen ausgeweitet werden.

Zwar sollen die Studenten lernen, im Chemieunterricht mit Computersoftware umzugehen, der Einsatz des Computers sollte jedoch nicht übertrieben werden, da dadurch Versuchsaufbauten nicht immer einfach zu durchschauen sind. Nach WAGENSCHNEIDER sollte eine „*Verfremdung eines Experiments durch die Apparatur*“ so gering wie möglich

---

<sup>7</sup> Das Programm „Analytik Professional für Windows“ ist bei der Fa. Hedinger in Stuttgart oder dem

gehalten werden (WAGENSCHN 1970b). Daher wird darauf geachtet, dass es sich bei durchzuführenden Experimenten, insbesondere bei den apparativ aufwendigeren Messungen, nicht um so genannte Black-Box-Experimente handelt. Das bedeutet beispielsweise, dass eine konduktometrische Titration nicht mit einem entsprechenden, in der professionellen Analytik benutzten Messgerät durchgeführt wird. Statt einer teuren Messelektrode wird lediglich ein zweiadriges Unterputzkabel verwendet und anstelle der Leitfähigkeit mit einem einfachen Amperemeter die dazu proportionale Stromstärke gemessen. Entsprechendes gilt für die Durchführung einer potentiometrischen Titration. Wie hier auf eine Einstabmesskette, deren Aufbau für Studenten nur schwer zu durchschauen ist, verzichtet werden kann, soll die folgende Abbildung verdeutlichen:



**Abb. 5.4** Aufbau für eine potentiometrische Titration.

Die Messhalbzelle besteht aus einem in die Analysenlösung eintauchenden Silberblech, die Bezugshalbzelle aus einer 0,1 molaren Silbernitrat-Lösung, in die ebenfalls ein Silberblech eintaucht. Wird nun durch Zutropfen von 0,1 molarer Salzsäure in der Messzelle Silberchlorid ausgefällt, wird die sich dabei ändernde Potentialdifferenz gemessen und anschließend in einem Diagramm gegen das Salzsäurevolumen aufgetragen. Aus dem logarithmischen Kurvenverlauf kann schließlich die Silberkonzentration bestimmt werden. Durch solche einfachen Versuchsaufbauten wird das Verständnis des dahinterliegenden Ablaufs erheblich erleichtert. Zudem wird dadurch gewährleistet, dass diese und nicht

zuletzt auch alle anderen Experimente auch in der Schule durchgeführt werden können. Dies ist Grundvoraussetzung der experimentellen Ausbildung: Die Studenten sollen nicht nur experimentelle Handgriffe und damit das naturwissenschaftliche Arbeiten erlernen. Sie sollen sich gleichzeitig einen breiten, vorwiegend aus der aktuellen didaktischen Forschung stammenden Experimentefundus erarbeiten, auf dem sie in der Schule zurückgreifen und aufbauen können.

### 5.4.3 Umweltbewusstes Verhalten

Der Umweltaspekt spielt im Praktikum eine große Rolle. Die Studenten sollen lernen, das Gefahrenpotential der Chemikalien einzuschätzen, diese sparsam zu verwenden und umweltgerecht zu entsorgen. So wird im Praktikum auf toxische Gefahrstoffe weitestgehend verzichtet und insgesamt so wenig wie möglich an Chemikalien verwendet, beispielsweise durch das Arbeiten im Halbmikromaßstab im Rahmen des Trennungsgangs. Außerdem sollen die Studenten lernen, die anfallenden Chemikalienreste sinnvoll zu entsorgen. Als Anleitung dienen dazu so genannte Entsorgungsratschläge, die die Studierenden im Skript nach jeder Versuchsdurchführung nachlesen können. Mit ihnen können sie einschätzen, welche Chemikalien in welche Abfallbehälter gehören, und wann Chemikalien aufgearbeitet und verworfen werden können. Auch diese Ratschläge lassen sich auf die Schule übertragen.

Um einen Einblick darin zu bekommen, wie die Chemikalienabfälle von den Studierenden aufgearbeitet werden, sollen einige Beispiele genannt werden (vgl. u.a. WISKAMP 1995; PFEIFFER et al. 1997, S. 316-317):

- Reste von Ammonium-, Alkali- und Erdalkalichoriden, -sulfaten, -nitrat- und -acetaten sind nicht als umweltgefährdend einzustufen und können daher, wenn sie in kleinen Mengen anfallen, ins Abwasser gegeben werden.
- Säuren und Laugen können neutralisiert und mit dem Abwasser entsorgt werden.
- Halogene werden mit Thiosulfatlösung umgesetzt, wobei Halogenide und Sulfat entstehen.
- Lithium und Natrium werden in viel Ethanol gegeben. Hierbei bilden sich Wasserstoff und Alkoholat. Kalium darf nur mit dem weniger reaktiven Butanol umgesetzt werden. Die Alkoholate können mit Wasser weggespült werden.

- Schwermetallsalze werden mit entsprechenden Reagenzien gefällt und können zu den festen Schwermetallabfällen gegeben werden. Die dabei erhaltenen (sauberen) Lösungen können verworfen werden.

Chemikalien, deren Entsorgung wegen ihrer Menge oder ihrer Art nicht möglich ist, werden wie gewohnt in speziellen Abfallbehältern getrennt gesammelt.

Im zweiten Semester sammeln die Studierenden zunächst alle im Trennungsgang anfallenden Chemikalienreste, um sie anschließend gemeinsam aufzuarbeiten und zu entsorgen. Die dabei durchzuführenden Arbeitsschritte sind der konventionellen Abwasserbehandlung entnommen (WISKAMP 1995). Da die Studenten, dem „Verursacherprinzip“ folgend, für ihre produzierten Abfälle selbst verantwortlich sind, gehen sie mit den Chemikalien von vornherein sparsam um. Außerdem lernen sie so modellartig, wie in der Industrie Abwässer aufbereitet werden.

### 5.4.4 Schulrelevante Themen

Nur wenn sich eine Ausbildung an den Inhalten der späteren Tätigkeit ausrichtet, kann sie als berufsorientiert gelten. Es versteht sich daher von selbst, dass sämtliche Themen eine Relevanz für den Chemieunterricht aufweisen. Da es sich bei diesem Praktikum um eine Veranstaltung für Studierende des gymnasialen Lehramts handelt, werden insbesondere Inhalte der Sekundarstufe II thematisiert.

### 5.4.5 Didaktische Methoden

Auf den ersten Blick mag es vielleicht etwas befremdlich klingen, dass in einer fachlich geprägten Veranstaltung didaktische Methoden im Sinne von Unterrichtsmethoden eine Rolle spielen sollen. Und viele Fachwissenschaftler werden in diesem Zusammenhang anmerken, dass es für solch einen Bereich doch die Fachdidaktiken und Grundwissenschaften gibt. Aber nicht nur die fachlichen Inhalte selber, sondern auch die Form ihrer Vermittlung haben für künftige Lehrer eine nachhaltige Wirkung (vgl. Abschnitt 2.3.1 und HAMMER, STORK 1981, S. 18). Die Art und Weise, wie jemand belehrt wird und wie jemand lernt, prägt den eigenen Lehrstil: „*Teachers teach as they have been*

*taught, but not as they have been taught to teach*<sup>8</sup>. Der Lehrstil der Hochschule hat daher eine nicht zu unterschätzende Vorbildwirkung. Wenn also Lehrer in Zukunft didaktisch wertvoll und innovativ lehren sollen, müssen sie bereits an der Universität damit bekannt gemacht werden. Das alleinige Reden über neue Methoden wird hier wenig bringen, das „Selber-Tun“ im Sinne von „*Learning by doing*“ ist hier gefragt. Und dies kann ohne großen Aufwand auch in einer fachwissenschaftlichen Veranstaltung erfolgen. Lediglich ein Umdenken ist hier notwendig.

Aus diesem Grund wurde das Praktikum nicht nur inhaltlich, sondern auch methodisch neu gestaltet. So erarbeiten sich die Studierenden in Zukunft die Gesetzmäßigkeiten des chemischen Gleichgewichts in Form eines *Gruppenpuzzles*, führen zu den Themen Elektrochemie und Stoffe jeweils einen *Lernzirkel* durch, werden dazu angehalten, vorwiegend *problemlösend* zu arbeiten, und schließen ihre Ausbildung mit einem *Projekt* ab. Die Wahl für diese Unterrichtsmethoden begründet sich zum einen auf dem hohen Maß an Selbsttätigkeit seitens der Lernenden. Schon COMENIUS orientierte seine Didaktik nicht mehr an der Logik der Sache, also an den Themen, sondern an der Logik des Verstehens, also an den Schülern. Man ist sich darin einig: Lernen muss von den Lernenden selbst realisiert werden, kann letztlich also nicht durch Lehren erzeugt werden.

Zum anderen ist allerdings zu betonen, dass mit dieser Auswahl nicht der Anspruch erhoben werden soll, diese Methoden seien die einzig effektiven. Es sollte klar sein, dass es nicht die eine gute Unterrichtsmethode gibt, erst eine *Methodenvielfalt* kann der Komplexität von Unterricht gerecht werden. Daher sollte es ein Anliegen sein, den Studierenden bereits während ihrer ersten Ausbildungsphase an der Universität einen Grundstock an didaktischer Methodenkompetenz mitzugeben. Nicht zuletzt hilft dies, die Kluft zwischen Theorie und Praxis zu überwinden.

Im Folgenden sollen die Besonderheiten der einzelnen Unterrichtsmethoden näher erläutert werden.

---

<sup>8</sup> Zitat auf der IUPAC-Tagung „Chemical Education“ 1979

### 5.4.5.1 Problemlösendes Arbeiten

Im naturwissenschaftlichen Unterricht hat es sich seit Jahrzehnten bewährt, das Unterrichtsziel zu problematisieren, das heißt, den Unterrichtsverlauf zum *Problemerkennungs- und Problemlöseprozess* zu gestalten. Diese Vorgehensweise erweist sich als außerordentlich günstig, da das Lernen aus Problemsituationen heraus eine starke Neugier weckt und die Aktivität der Lernenden fördert (SCHMIDKUNZ, LINDEMANN 1992). Allerdings stellt die Fähigkeit des problemlösenden Denkens die anspruchvollste Kategorie des Denkens dar. Problemlösende Denkleistungen sind, vom Stand der Lernenden aus gesehen, Neuleistungen, da für das Problem die Lösungswege noch nicht bekannt sind. Die Problemlösung ist ein aktiver, kognitiver Prozess, der auf der Fähigkeit zu kausalanalytischem Denken beruht. Hierzu ist die Fähigkeit zu formal-operationalem Denken unabdingbar. Wenn Lernende Probleme lösen sollen, müssen sie über ein fundiertes, konkretes und gut strukturiertes Basiswissen verfügen. Dies gewährleistet es ihnen, flexibel an das Problem heranzugehen. Des weiteren müssen die Lernenden Kenntnisse über Problemlösungsstrategien aufweisen. Aber auch das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit, Geduld, Phantasie, Zeit und Kreativität erleichtern es, konstruktiv an Probleme heranzugehen.

Im Praktikum sollen die Studierenden im Rahmen der Säure-Base-Titrationen problemlösend arbeiten. Nachdem sie Grundgesetze von Säure-Base-Reaktionen gelernt haben und das Vorgehen bei entsprechenden Titrationen kennen, wird ihnen das Problem gestellt, herauszubekommen, ob es beim Gießener Leitungswasser notwendig ist, neben dem herkömmlichen Waschmittel zusätzliche Wasserenthärter zu verwenden. Das Problem zielt darauf ab, die temporäre Wasserhärte, d.h. den Hydrogencarbonatgehalt des Wassers zu bestimmen – dies wird ihnen als Zusatzinformation gegeben. Da die Studierenden zu diesem Zeitpunkt bereits wissen, dass Hydrogencarbonate basisch reagieren (*Basiswissen*), und auch schon eine Säure-Base-Titration durchgeführt haben (*Problemlösestrategie*), sollten sie in der Lage sein, sich den Problemlösungsweg bei entsprechender Fähigkeit zu vernetztem Denken eigenständig zu erarbeiten.

Alternativ dazu kann das Problem gestellt werden, den Calcium- bzw. Carbonatgehalt in Eierschalen zu bestimmen, was den gleichen Lösungsweg impliziert.

## 5.4.5.2 Gruppenpuzzle

Das Gruppenpuzzle ist eine Form von Gruppenunterricht. Ursprünglich hieß diese Methode, die von israelischen und amerikanischen Sozialpsychologen und Lehrerbildnern entwickelt wurde, „jigsaw“, das heißt „Laubsägetechnik“. Dabei hat die Laubsäge folgende Bedeutung: Ein Thema, das man behandeln möchte, wird in mehrere Einzelgebiete „zersägt“. Die verschiedenen Gebiete bzw. Puzzlestücke werden mit entsprechendem Studienmaterial an die Schüler/Studierenden verteilt, die jeweils – meist in Einzelarbeit – ihr Teilgebiet bearbeiten. Danach planen die Teilnehmer in einer so genannten *Expertenrunde*, wie sie ihr Wissen am besten den anderen Teilnehmern vermitteln können, welche Hilfsmittel sie einsetzen und wie sie die Zeit dafür einteilen wollen. In der nächsten so genannten *Unterrichtsrunde* werden die Gruppen so neu zusammengesetzt (s. Abbildung 5.5), dass jedes Teilgebiet des Lernstoffes durch einen Experten vertreten wird. Reihum unterrichtet nun jeder „als Lehrperson“ sein vorbereitetes Thema, während die anderen Gruppenmitglieder jeweils die Lernenden sind. Die verschiedenen Puzzlestücke fügen sich dadurch wieder zu einem Ganzen zusammen (FREY-EILING, FREY 1999).

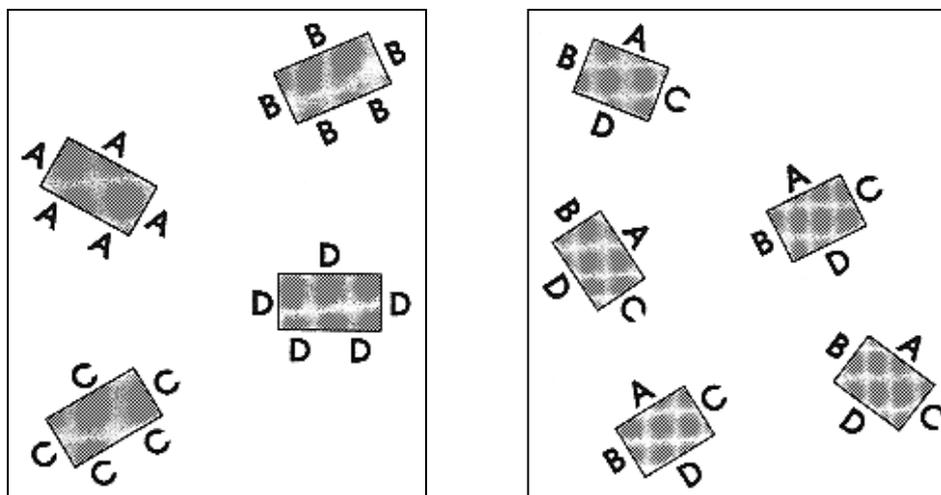


Abb. 5.5 Die Experten- und die Unterrichtsrunde.

Die Stärken des Gruppenpuzzles zeigen sich immer dann, wenn Informationen effektiv vermittelt werden sollen, da die Lernenden ihr Lerntempo selbst bestimmen können und dadurch nicht über die Schüler/Studierenden hinweg unterrichtet wird. In Schulen durchgeführten Untersuchungen zufolge ist der Lernerfolg tendenziell höher als beim

normalen lehrerzentrierten Unterricht (LAZAROWITZ 1991). Des Weiteren soll das Gruppenpuzzle das Selbstvertrauen der Schüler stärken, die Aggressionsbereitschaft innerhalb der Klassen senken und die Wertschätzung der Schüler und Schülerinnen untereinander erhöhen. Natürlich sind diese Effekte kaum zu erwarten, wenn die Methode nur selten und für nur wenige Stunden angewandt wird.

Im Rahmen des Praktikums erarbeiten sich die Studierenden mit dieser Methode das Thema „*Das chemische Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz*“. Dabei wird das Gebiet in vier Puzzlestücke unterteilt, die folgende Titel tragen:

1. *Simulation des chemischen Gleichgewichts und das MWG*
2. *Die Konzentration beeinflusst das chemische Gleichgewicht*
3. *Unter Druck bewegt sich einiges*
4. *Die Temperatur beeinflusst das chemische Gleichgewicht*

Die Materialien sind in Anlehnung an Arbeiten der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich entstanden, an der das Gruppenpuzzle mittlerweile einen festen Bestandteil der Lehrerausbildung darstellt (vgl. <http://educeth.ethz.ch/chemie/puzzles>).

### 5.4.5.3 Stationenarbeit (Lernzirkel)

Stationenarbeit (Arbeit im Lernzirkel) ist ein Paradebeispiel für den Einstieg in offene Unterrichtsformen und befindet sich daher an vielen Schulen auf dem Vormarsch. Stationenarbeit bedeutet, dass die Lernenden das in verschiedene Teilbereiche differenzierte Thema im Rahmen von so genannten *Lernstationen* selbständig erarbeiten. Da die Inhalte nicht wie im lehrerzentrierten Unterricht im zeitlich gestuften Nacheinander auftreten, sondern der gesamte Unterrichtsinhalt gleichzeitig angeboten wird, können die Lernenden über die Reihenfolge der Arbeit und über die Verweildauer an jeder Lernstation weitgehend selbst bestimmen.

Stationenarbeit kann vielfältig eingesetzt werden. So wird sie häufig für die Übung zuvor im gemeinsamen Unterricht erarbeiteter Lerninhalte, wie z.B. mathematischer Operationen, Rechtschreibproblemen u.Ä. verwendet. Neben diesen *übenden Lernzirkeln*

gibt es aber auch *thematische Lernzirkel*, die einen entdeckenlassenden Zugang zu einem bestimmten Thema bieten.

Die Idee der Stationenarbeit stammt ursprünglich aus dem Bereich des Sports. Die Übertragung dieser Unterrichtsform auf andere Lernbereiche erfolgte in den 1980er und 1990er Jahren – zunächst für den Bereich der Grundschule, danach aber auch im Fachunterricht der Sekundarstufen.

Der Vorteil der Stationenarbeit und offener Unterrichtsformen allgemein (zu denen natürlich auch das Gruppenpuzzle gehört) wird darin gesehen, dass das Lernen der Schülerinnen und Schüler durch das selbständige, handlungsorientierte und dabei individuell auf die Bedürfnisse der Lernenden angepasste Arbeiten effektiver verläuft als in einem lehrerzentrierten und lehrgangsorientierten Unterricht, wie er beispielsweise beim Frontalunterricht vollzogen wird. Wichtig bei der Stationenarbeit ist, dass die Lernmaterialien vielfältig und differenziert gestaltet werden. So wird den Lernenden ermöglicht zu entscheiden, welche Aufgaben sie neben einem Pflichtteil zusätzlich je nach ihrem Vermögen bearbeiten wollen. Des Weiteren sollen durch die Vielfalt der Materialien stets mehrere Lerneingangskanäle angesprochen werden, d.h. visuell, auditiv und kinästhetisch.

Da viele Schülerinnen und Schüler nur wenig an selbständiges und eigenverantwortliches Lernen gewöhnt sind – an Grundschulen gehört es immer mehr zur Tagesordnung, wird dann aber in der Sekundarstufe I durch den lehrerzentrierten Unterricht sehr schnell wieder verlernt – sollten die Arbeitsmaterialien so vorstrukturiert werden, dass dem Schüler/der Schülerin nur kleine Schritte zur Selbst-/Eigenständigkeit abverlangt werden. Die Stationenarbeit wird auf diese Weise zum Sprungbrett für die Hochformen des offenen Unterrichts wie *Projektarbeit*, *Freiarbeit* und *Werkstattarbeit* (HEGELE 1999; BAUER 1997).

Im Praktikum arbeiten die Studierenden zweimal an Stationen. Im ersten Semester erarbeiten sie sich so das Thema „Elektrochemie“. Von der elektrischen Leitfähigkeit über die Spannungsreihe, galvanische Zellen, Elektrolyseprozesse und die Korrosion bis zur potentiometrischen Titration finden die Studierenden an den insgesamt sechs Praktikumstagen verschiedene Stationen vor, an denen Informationsmaterialien ausliegen, Versuche durchgeführt und Fragen beantwortet werden. Um die Effektivität der Lernprozesse zu erhöhen, wird darauf geachtet, dass die Arbeitsmaterialien vielfältig

gestaltet sind. So stehen nicht nur theoretische Grundlagen im Vordergrund. Auch alltagsorientierte und historische Informationen spielen eine Rolle, und dies nicht nur in schriftlicher Form, sondern auch als Film etc...

Im zweiten Semester erfahren die Studenten in einem Lernzirkel etwas über Stoffe, deren Vorkommen, Gewinnung und Verwendung. Durch das eigene Tun lernen sie damit nicht nur schulrelevante Inhalte der Stoffchemie kennen, sondern auch eine Unterrichtsmethode, die sie bereits bei ihrem nächsten Schulpraktikum ausprobieren können.

### *5.4.5.4 Projektarbeit (Projektmethode)*

Die Idee des Lernens am Projekt entstand Anfang des 19. Jahrhunderts, als im Gefolge der beginnenden industriellen und wissenschaftlichen Revolution die Hochschulen und Schulen ihr Studienangebot erweiterten und Architektur und Technik in ihren Fächerkanon aufnahmen.

Ursprünglich stammt die Projektidee aus Italien. Mit der zunehmenden Professionalisierung und Verschulung der handwerklichen Berufe verbreitete sie sich über den ganzen Kontinent und in die Vereinigten Staaten. Ziel der Projektmethode war und ist es, die Distanz zwischen Schule und Leben, Wissenschaft und Beruf, Theorie und Praxis zu verringern. Die Studierenden und Schüler/innen sollen die Möglichkeit haben, die Prinzipien und Kenntnisse, die sie im Lehrgang erworben haben, im Projekt eigenständig und schöpferisch auf den konkreten Fall anzuwenden.

Ende des 19. Jahrhunderts entwickelte sich unter dem Einfluss der Kindergartenpädagogik ein zweites Modell. Das Projekt rückte vom Ende in den Mittelpunkt des Unterrichts, gemäß der Devise der neuen Erziehung, dass „natürliche Ganzheiten“ Gegenstand des Lernens sein müssen, damit Interesse und Einsicht entstehen können. Der Lehrgang ist hier dem Projekt nicht vorgeschaltet, vielmehr ist er in das Projekt integriert.

Unter Führung des kindzentrierten Flügels der amerikanischen Reformpädagogik verlor der Projektbegriff Anfang des 20. Jahrhunderts seine enge Bindung an den technischen Bereich. Das Projekt wurde nun weit als Vorhaben, Plan und Entwurf definiert, manchmal unabhängig davon, ob am Ende des Lernprozesses ein konkretes oder abstraktes Ergebnis stehen soll. Lernen am Projekt konnte danach in jedem Fach und in jedem Bereich stattfinden (FREY 1998, S. 33ff).

Zusammenfassend kann man die Projektmethode wie folgt beschreiben:

*Bei der Projektmethode bearbeitet eine Gruppe ein Gebiet, das sie sich selbst ausgesucht hat. Sie plant ihr Vorgehen, führt die Arbeiten eigenständig aus und bewertet sie abschließend. Oft steht am Ende ein sichtbares Produkt.*

Ein vollständiges Projekt umfasst sieben Komponenten. So steht am Anfang eines Projekts die *Projektinitiative*. Diese kann ein Themenvorschlag von Seiten des Lehrers/der Lehrerin sein, die jeweilige Situation, in der sich die Gruppe befindet, ein bestehendes Problem oder einfach eine Idee, die aufgrund bestehenden Interesses von den Teilnehmern (Schülern, Studenten etc.) vorgebracht wird.

Nachdem Vorschläge zur Projektinitiative gemacht wurden, setzen sich die Gruppenteilnehmer mit diesen auseinander, grenzen das Thema ein und denken darüber nach, was genau erarbeitet werden soll und zu welchem Zweck. Das Ergebnis dieser Arbeitsphase ist eine allgemein und kurz gehaltene *Projektskizze*.

In der dritten Phase beraten die Gruppenteilnehmer darüber, welche Betätigungen im Einzelnen durchgeführt werden sollen, wie die Arbeitseinteilung innerhalb der Gruppe aussieht, wie viel Zeit für die Arbeiten zur Verfügung steht und wie genau das Projekt enden soll. Das Ergebnis ist diesmal ein genauer *Projektplan*.

Die vierte Phase ist die zeitintensivste Phase eines Projekts. Hier *arbeiten* die Teilnehmer *in ihrem Betätigungsfeld* und führen somit das eigentliche Projekt durch.

In der letzten Phase eines *Projekts* wird dieses *beendet*. Dies kann durch ein erarbeitetes Produkt, durch eine Rückkopplung zur Projektinitiative oder durch ein schlichtes Auslaufenlassen der Arbeiten erfolgen. Manchmal kommt es auch zu weiterführenden Aktivitäten nach der Projektarbeit.

Es folgt eine grafische Übersicht des Projektablaufs:

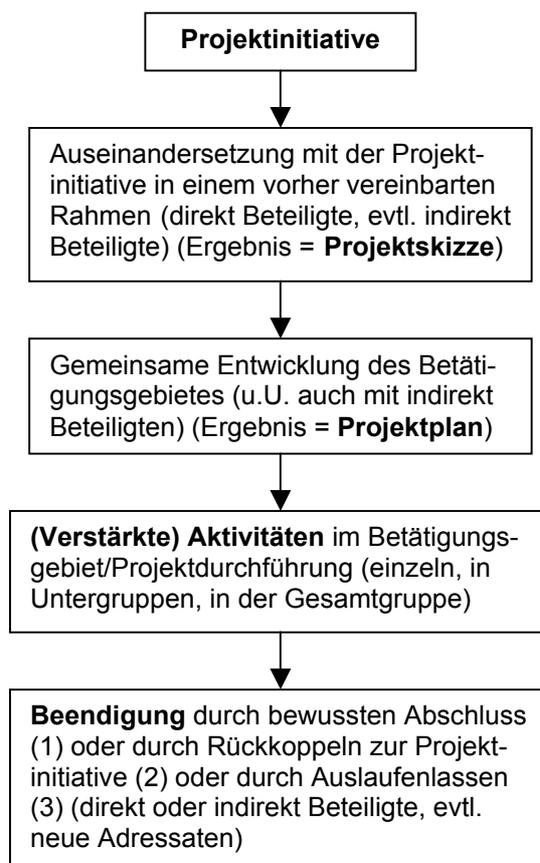


Abb. 5.6 Vollständiger Ablauf eines Projekts.

Im Verlauf des Projektes sollten je nach Bedarf *Fixpunkte* und *Metainteraktionen/Zwischengespräche* eingeschoben werden. Diese dienen dazu, die Tätigkeiten und Zwischenergebnisse der einzelnen Teilnehmer bzw. Gruppen zusammenzufassen, bei Bedarf das Vorgehen zu korrigieren sowie Konflikte innerhalb der Gruppe zu besprechen.

FREY weist darauf hin, dass bislang mit empirischen Mitteln noch nicht exakt nachgewiesen werden konnte, was die Projektmethode leistet und was nicht. Durch Vergleich mit ähnlichen Unterrichtsmethoden lassen sich jedoch Hinweise auf die Produktivität der Projektmethode finden (FREY 1999, S. 159ff).

So regt die Projektmethode die Teilnehmer an, selber Themen, Fragestellungen und Methoden herauszufinden. Sie dürfte damit eine ähnliche Wirkung wie das *entdeckende Lernen* erzeugen, dem bescheinigt wird, dass mit ihm das Gelernte länger behalten wird und die Lernenden eher zu Transferleistungen in der Lage sind. Zudem hat man herausgefunden, dass überall dort, wo die Lehrperson zurücktritt, die schwächeren Schüler

profitieren. Lehrer und Lehrerinnen, Professoren und Professorinnen bevorzugen in jeder Hinsicht die guten Schüler und Studierenden, auch wenn sie sozial eingestellt sind. Durch die Projektmethode wird dem entgegengewirkt, da sie von den Lernenden weitgehend selbst organisiert wird. Nicht zuletzt steigert sie (ähnlich wie Abenteuerprogramme in mehrwöchigen Camps) die Entscheidungsfähigkeit, das Selbstvertrauen, die Kooperationsfähigkeit und die so genannte Self-Efficacy (sich in einem bestimmten Gebiet etwas zutrauen).<sup>9</sup>

Allerdings ist die Projektmethode kein optimales Verfahren für den raschen Erwerb vorgegebener Objekte (Formeln, Daten, Namen). Sie gilt als unökonomisch, wenn es darum geht, Feinziele zu erzielen (z.B. Lernender erklärt Unterschied zwischen schwacher und starker Säure). In der Projektmethode entwickeln die Teilnehmer ihr Betätigungsgebiet. Bei eng gefassten Lernaufgaben mit unverrückbaren Lerngegenständen in reduzierter Zeit ist die Projektmethode fehl am Platz.

Im Rahmen des ersten Praktikumdurchlaufs entschieden sich die Studierenden, einen Bach in Gießen zu untersuchen und dabei verschiedene Methoden wie Laboranalysen, empfohlene Schulversuche und Wasserkoffer miteinander zu vergleichen. Die Ergebnisse ihrer Untersuchung stellten sie als Internetseite ins Netz (<http://members.aol.com/wasserprojekt>).

---

<sup>9</sup> Was die Projektmethode bei den Studierenden bewirkte, wird in Abschnitt 7.2.1 zusammengefasst.

## 6 Auswertung des neuen Veranstaltungskonzepts

### 6.1 Einleitung

Im Sommersemester 2000 und Wintersemester 2000/01 wurde das neu gestaltete Praktikum mit sechs Studenten im ersten und fünf Studenten im zweiten Teil erprobt.<sup>10</sup> Diese Zahl ist zwar gering, liegt jedoch – verglichen mit der Universitätsgröße – nicht signifikant unter dem bundesweiten Durchschnitt der Anzahl von Lehramtsstudenten mit Fach Chemie.<sup>11</sup>

Da diese Probandengruppe sehr klein ist, ist eine quantitative Evaluation, wie sie bei den Referendaren erfolgte, nicht möglich. Ich habe mich daher zur Bewertung des neuen Praktikums der *qualitativen Evaluationsforschung* bedient. Diese will Praxisveränderungen auf ihre Effizienz hin überprüfen. Häufig wird sie in der Curriculum- bzw. Schulforschung angewendet (MAYRING 1999).

Im Zentrum meines Forschungsinteresses stehen für mich zwei Fragen:

1. *Haben die Studenten das Gefühl, dass mit dem neuen Veranstaltungskonzept den Forderungen der Referendare entsprochen wird?*
2. *Weisen die Studenten nun die Kompetenzen auf, die aus dem Modell des neuen Veranstaltungskonzept resultieren (chemisches Fachwissen, experimentelle Methodenkompetenz, Wissen über schulrelevante Themen...)?* (s. S. 47)

Zur Erinnerung sei hier nochmals aufgelistet, was nach Ansicht der Referendare die fachwissenschaftliche Ausbildung an der Universität beinhalten sollte (s. S. 34 und 44):

- ein fundiertes und vielfältiges Grundlagenstudium, das schulrelevante Themen berücksichtigt,
- Alltags- und Naturphänomene als Aufhänger, um chemische Gesetzmäßigkeiten zu erklären,

---

<sup>10</sup> Weil sich ein Student bereits in einem höheren Fachsemester befand und daher bereits nach der alten Praktikumsstruktur qualitativ-analytisch gearbeitet hatte, brauchte er das zweite Praktikum nicht zu absolvieren.

<sup>11</sup> Die GDCh veröffentlichte 1999 eine entsprechende Statistik (<http://www.gdch.de/arbeitsv/stat1999.htm>).

- eine solide experimentelle Ausbildung mit stärkerer Einbeziehung von Schulversuchen
- und Informationen zu Bereichen des Arbeits- und Unfallschutzes sowie zur Entsorgung von Chemikalien.

Zur Beantwortung der zwei Forschungsfragen habe ich im Sinne einer *Triangulation* drei Erhebungsverfahren miteinander verbunden. Dadurch dass ich während der zwei Semester neben den Assistenten des Instituts für Anorganische und Analytische Chemie die Praktika betreut habe, spielt die teilnehmende Beobachtung bei meiner Evaluation natürlich eine zentrale Rolle. Bei der qualitativen Evaluationsforschung ist es jedoch auch wichtig, die beteiligten Personen zu Wort kommen zu lassen. Dies erfolgte durch Fragebögen, die jeweils am Semesterende ausgefüllt wurden, sowie durch darauf folgende Gruppendiskussionen. Natürlich stellen auch die mündlichen Prüfungen, von denen die Studenten in jedem Semester zwei zu absolvieren hatten, eine Bewertungsgrundlage dar, allerdings geben sie lediglich Aufschluss über die kognitiven Fähigkeiten der Probanden. Durch das Zusammenspiel der drei Evaluationsmethoden können die Ergebnisse des einen Verfahrens durch ein anderes bestätigt, ergänzt oder auch widerlegt werden. Dies führt zu einer fundierteren Gesamtbetrachtung.

An dieser Stelle muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Bewertung der Praktika durch die Studenten gewissen Einschränkungen unterliegt. So wissen die Studenten nicht, wie die Praktika vorher aufgebaut waren. Sie können daher nicht das neue Veranstaltungskonzept mit dem alten vergleichen. Die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wird insbesondere dadurch erschwert, dass die Studenten zu diesem Zeitpunkt noch nicht vollständig in der Lage sein können, ihre Kompetenzen zu beurteilen. Erst später in ihrem Studium, wenn sie auch in anderen Bereichen wie der Organischen oder Physikalischen Chemie Laborpraktika absolviert haben, werden sie den Stellenwert des neuen Veranstaltungskonzepts in der Anorganischen Chemie besser einschätzen können. Und nicht zuletzt im Referendariat wird ihnen bewusst werden, über welche Kompetenzen sie verfügen und über welche nicht. Da jedoch eine zusätzliche Befragung der Studenten zu einem späteren Zeitpunkt die Arbeit sehr verlängern und somit den Rahmen sprengen würde, soll an dieser Stelle darauf verzichtet werden.

Insofern kann die Evaluation nicht ein vollständiges Bild über die Wirkung des neuen Veranstaltungskonzepts liefern. Vielmehr gibt sie erste Hinweise auf die Resonanz des

Praktikums und zeigt Trends auf. Die Evaluation stellt damit einen Ausgangspunkt für weitere, tiefgreifendere Untersuchungen dar, auf die ich im Rahmen meiner Dissertation nicht näher eingehen möchte.

### 6.2 Die Evaluationsmethoden

#### 6.2.1 Teilnehmende Beobachtung

Aufgrund meiner ständigen Präsenz während der Praktikumsstage konnte ich die Reaktionen und Fortschritte der Studenten stets gut beobachten. Auffälligkeiten habe ich dabei notiert. Allerdings erfolgten meine Beobachtungen nicht nach vorher festgelegten Kriterien, sondern waren vielmehr willkürlich, so dass diese Methode nicht als standardisiert zu bezeichnen ist. Sie stellt jedoch einen nicht zu vernachlässigenden Bestandteil meiner Evaluation dar.

#### 6.2.2 Fragebogen

Am Ende der Semester hatten die Studenten jeweils einen Fragebogen auszufüllen, der erste Hinweise auf die Resonanz der Praktika geben sollte. In den folgenden Gruppendiskussionen konnten die aus dem Fragebogen resultierenden Ergebnisse aufgegriffen, aufgetretene Fragen beantwortet und weitere Aspekte besprochen werden.

Die beiden Fragebögen (s. Abschnitt 9.4 und 9.5) waren sehr ähnlich aufgebaut. Zunächst sollten die Studenten allgemein ihre Meinung über die Veranstaltung äußern. Dabei konnten sie jeweils auf einer fünfgliedrigen Skala von *sehr gut* bis *sehr schlecht* die fachwissenschaftliche und experimentelle Ausbildung sowie die Vorbereitung auf die Schule bewerten. Dieser Abschnitt war genauso gestaltet wie für die Referendare. Ein Vergleich mit vorher erhaltenen Daten wurde dadurch ermöglicht.

Danach sollten sich die Studenten dazu äußern, ob bzw. wie oft ihnen die Veranstaltungen Spaß gemacht hatten oder ob sie es langweilig fanden, ob sie überfordert waren oder der Anspruch angemessen war, ob sie es interessant fanden und sie das Gefühl hatten, eine Menge gelernt zu haben. Da das zweite Semester aus mehreren, sehr unterschiedlichen Teilen bestand – Trennungsgang, Lernzirkel zum Thema Stoffe, moderne Analytik und Projektarbeit – wurden dieser und alle folgenden Abschnitte für jedes Themengebiet einzeln abgefragt.

Es folgte eine Bewertung der Praktika hinsichtlich Organisation und Durchführbarkeit der Experimente, der Seminare sowie des Skripts. Da für die Praktika sehr ausführliche Skripte erstellt worden waren (s. CD im Anhang), war es für mich besonders von Interesse zu erfahren, in welchem Ausmaß sich die Studenten mit dem Skript auseinandergesetzt hatten und wie sie die einzelnen Bestandteile bewerteten. Verbesserungsvorschläge konnten hier gemacht werden.

Ein wesentlicher Aspekt des neuen Veranstaltungskonzepts war die Einbeziehung des Elements „*Umweltbewusstes Verhalten*“. Das heißt, die Studenten sollten lernen, mit Chemikalien bewusst umzugehen und diese sinnvoll zu entsorgen. Ob dies mit den Praktika gelungen ist, wurde gesondert abgefragt. Ferner sollten die Studenten angeben, wie viel Zeit sie für die Vor- und Nachbereitung der Praktikumstage investieren mussten und welche Fachliteratur sie dafür hinzugezogen haben. Des weiteren erfolgte eine genaue Bewertung der einzelnen Themen. Die Studenten konnten dabei angeben, was ihnen besonders gut gefallen oder gestört hat.

Da gerade im ersten Semester viele, für die Studenten neue (Unterrichts-)Methoden zum Tragen kamen, wurden die Studenten nach diesem Praktikum darüber befragt, was sie von den Methoden und den entsprechenden Materialien hielten. Nach dem zweiten Semester sollten die Studenten ihre Meinung über die Projektarbeit äußern.

Es folgte eine Einschätzung der kognitiven und experimentellen Kompetenzen. Dafür waren tabellarisch verschiedene Themengebiete und Fertigkeiten aufgelistet worden wie *Komplexometrie*, *Aufstellen von Reaktionsgleichungen*, *Funktionsweise elektrochemischer Spannungsquellen*, *Ansetzen von Lösungen* und *Titrieren im Halbmikromaßstab*, um nur einige zu nennen. Durch Ankreuzen konnten die Studenten angeben, wie hoch bzw. schlecht sie persönlich ihre Fähigkeiten auf diesem Gebiet einstufen würden.

Der vorletzte Abschnitt der Fragebögen beschäftigte sich jeweils mit dem Aspekt der Berufsorientierung. Dies war die Hauptforderung der Referendare gewesen, und es war für mich daher sehr wichtig zu erfahren, ob die Studenten der Ansicht sind, dass das neue Veranstaltungskonzept als berufsorientiert zu bezeichnen ist. Abschließend wurde den Studenten noch Gelegenheit zur freien Meinungsäußerung gegeben.

Aufgrund der geringen Probandenzahl wurden die Fragebögen nicht mit SPSS ausgewertet. Eine quantitative Evaluation wäre hier nicht sehr aussagekräftig gewesen. Die Ergebnisse der Fragebögen sollen daher zusammen mit denen der Gruppendiskussionen betrachtet werden.

### 6.2.3 Gruppendiskussion

Wie bereits erwähnt, sollten die Gruppendiskussionen den Fragebogen als Evaluationsmethode ergänzen, dort aufgetretene Fragen beantworten und neue Aspekte aufdecken. Da man davon ausgehen konnte, dass die Studenten gerade im ersten Semester noch wenig Erfahrung im eigenständigen Führen einer Gruppendiskussion haben würden, wurde auf eine klare Linie der Diskussion geachtet. So erhielten die Studenten zunächst eine kurze Einleitung in das Forschungsprojekt. Unterstützt von Folien erfuhren sie etwas über die Ergebnisse der Referendatsbefragung, deren Forderungen und das daraus resultierende Veranstaltungskonzept. Dadurch wurden sie mit der Thematik vertraut. Danach wurden ihnen Grundreize gegeben, die die Diskussion initiieren sollten:

*„Denken Sie bitte zunächst einmal darüber nach, was Sie im Laufe des vergangenen Semesters insgesamt gelernt habt. Überlegen Sie dann, ob damit (d.h. mit dem neuen Veranstaltungskonzept) die Forderungen der Referendare erfüllt werden.“*

Dieser Grundreiz und die Forderungen der Referendare (s. S. 71 und 72). wurden vor die Studenten, die in einem Halbkreis saßen, auf den Boden gelegt.

Meine Aufgabe als Moderatorin war es, Äußerungen zusammenzufassen und eventuell auftretende Fragen zu klären. Insgesamt sollte meine Rolle nicht dominieren. So habe ich lediglich bei einem Stocken der Diskussion immer wieder Grundreize gegeben. So sollten die Studenten reflektieren, was sie nun nach dem Semester können und was nicht, was man verbessern sollte und wie die Veranstaltung noch berufsorientierter gestaltet werden könnte.

Bei der Gruppendiskussion am Ende des zweiten Semesters war das Vorgeben einer solch klaren Linie nicht mehr erforderlich, da die Studenten die Diskussion selbständig in die Hand nahmen. Insgesamt dauerten die Diskussionen jeweils etwa 1 ½ Stunden und wurden über Tonband bzw. Video aufgezeichnet.



## 7 Ergebnisse und Diskussion

### 7.1 Bewertung des ersten Semesters

#### 7.1.2 Die fachliche Ausbildung

Insgesamt bewerten die Studenten die fachliche Ausbildung im Rahmen des ersten Semesters als gut. Auch wenn sie es oft anstrengend fanden, so waren sie doch selten überfordert. Vielmehr hat ihnen die Arbeit Spaß gemacht, sie fanden es interessant und hatten das Gefühl, eine Menge zu lernen. Den Anspruch der Veranstaltungen schätzen sie als hoch ein. Allerdings sind sie der Meinung, dass er für ein Studium des Höheren Lehramts angemessen ist. Als positiv bewerten sie hierbei, dass das chemische Fachwissen, das sie in diesem Semester erlernten, auf die Schule übertragbar ist. Insofern hätten sie etwas für ihren zukünftigen Beruf gelernt. Positiv sei auch, dass stets Anwendungs- und Praxisbezüge – beispielsweise in den Exkursen des Skripts – thematisiert worden wären. Dies sei motivierend gewesen und hätte geholfen, sich theoretische Zusammenhänge einzuprägen. Nicht zuletzt würden Schüler häufig nach solchen Dingen fragen, so dass man dadurch auf ein breites Wissen zurückgreifen könnte.

Der Student, der bereits nach der alten Struktur ein Praktikum in Anorganischer Chemie, in dem er qualitative Analysen durchführen musste, besucht hatte, merkt an, dass dieses Semester im Vergleich zu seinem vorangegangenen trotz seines Anspruchs einfacher erschien: *„Beim Trennungsgang im letzten Semester fehlten mir oft die Bezüge. (...) Warum ich etwas gekocht habe, wusste ich nicht. Daher wirkte die dahinterliegende Theorie auch so gigantisch. (...) Komplexchemie haben wir z.B. gar nicht gemacht, weil man uns sagte, das sei viel zu schwierig. Aber in diesem Semester wirkte es viel einfacher, da es an konkreten Beispielen behandelt wurde. (...) Natürlich muss ein Lehrer gegenüber seinen Schülern einen großen Vorsprung haben. Das rechtfertigt aber nicht, dass er sich an der Uni nur mit Dingen beschäftigt, die er später nie wieder braucht. (...) Eigentlich habe ich in diesem Semester viel effektiver gelernt, obwohl ich weniger Zeit dafür aufgewendet habe. Das Lernen fiel mir leichter, da ich stets Zusammenhänge sah.“*

Insgesamt schätzen die Studenten nach diesem Semester ihre eigenen kognitiven Fähigkeiten als befriedigend bis hoch ein. Zufrieden sind sie hier mit ihren Kenntnissen zu allgemeinen Kennzeichen chemischer Reaktionen, den Säure-Base-Reaktionen, Redoxreaktionen und der Elektrochemie. Abstriche machen sie hingegen bei der

Komplexchemie und, damit verbunden, bei der Photometrie (s. auch Abschnitt 7.1.3). Auch im Aufstellen von Reaktionsgleichungen und dem Durchführen von mathematischen Operationen wie der pH-Wert-Berechnung, dem Bestimmen von Potentialdifferenzen und dem Umgang mit der Nernst-Gleichung sowie in dem Verständnis über potentiometrische Titrationsen fühlen sie sich nach diesem ersten Semester noch etwas unsicher. An dieser Stelle muss allerdings erwähnt werden, dass die mündlichen Prüfungen, die die Studenten am Ende des Semesters beim verantwortlichen Dozenten ablegten, alle sehr zufriedenstellend waren.

Natürlich hat die Qualität der Seminare, die jeweils vor einem Praktikumstag von den Assistenten des Instituts für Anorganische und Analytische Chemie gehalten wurden, einen Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten der Studenten. Die Meinung der Studenten über die Verständlichkeit und den Nutzen der einzelnen Seminarstunden fällt hier sehr unterschiedlich aus. Dies deutet darauf hin, dass die Qualität eines Seminars stark vom jeweiligen Assistenten abhängt. Didaktische Fähigkeiten und damit ein guter Lehrstil sind daher als sehr wichtig anzusehen. Außerdem wird von den Studenten kritisiert, dass das Praktikum von zu vielen Assistenten betreut wurde. Dies verhinderte zum einen, dass die Studenten einen Bezug zu einer Betreuungsperson aufbauen konnten, zum anderen dass die Assistenten einen umfassenden Überblick über alle Praktikumsinhalte besaßen.

Einstimmig schlagen die Studenten vor, bereits im ersten Fachsemester parallel zur einführenden Vorlesung über die Allgemeine und Anorganische Chemie einen Kurs anzubieten, der den Vorlesungsstoff festigt und in die Themen des folgenden Praktikums einführt. Auch das Aufstellen von Reaktionsgleichungen und das stöchiometrische Rechnen könnten an dieser Stelle bereits eingehend geübt werden. Dadurch hätten die Studenten ein einheitlicheres Vorwissen und seien besser auf das Laborpraktikum vorbereitet.

### 7.1.2 Die experimentelle Ausbildung

Die experimentelle Ausbildung bewerten die Studenten nach dem ersten Semester etwas schlechter als die fachliche. So sei zwar insgesamt das Praktikum gut organisiert und für die Experimente genügend Zeit vorhanden gewesen; die aufwendigeren quantitativen Analysen wie beispielsweise die Gravimetrie oder die photometrische Eisenbestimmung in Nuss-Nugat-Creme waren jedoch nach Meinung der Studenten zu aufwendig und die

Versuchsdurchführungen zu kompliziert. Eine entsprechende Betreuung durch die Assistenten erfolgte nicht.<sup>12</sup>

Allerdings sehen es die Studenten als sehr positiv an, dass fast alle Experimente auch in der Schule durchführbar sind. Hier merkt ein Student an: „*Ich habe mir bei jedem Versuch gedacht, das könnte ich auch in der Schule machen.*“. Die breite Methodenvielfalt wird besonders hervorgehoben. So gefielen vor allem das Titrieren im Halbmikromaßstab und das Demonstrieren der Petrischalenexperimente.

Leider war es aufgrund strenger Bestimmungen innerhalb des Chemiegebäudes nicht möglich, die Entsorgungsratschläge, die den Studenten im Skript gegeben worden waren, in die Tat umzusetzen.<sup>13</sup> Dadurch ging ein großer Lernwert verloren. Die Studenten sind jedoch der Meinung, dass die Entsorgungsratschläge sehr hilfreich sind, um etwas über das Gefahrenpotential der Chemikalien zu lernen. Es sollte daher in Zukunft versucht werden, einen Kompromiss für eine umweltgerechte Entsorgung im Rahmen des Praktikums zu finden.

Die Vor- und Nachbereitung der Praktikumstage erforderte von den Studenten einen hohen Arbeitsaufwand. So benötigten sie pro Woche für die Vorbereitung im Durchschnitt eine Stunde. Für die Nachbereitung, die vor allem das Protokollieren der durchgeführten Experimente umfasste, wendeten sie durchschnittlich vier Stunden auf. Diesen hohen Arbeitsaufwand sehen die Studenten durch den Lerneffekt gerechtfertigt. Allerdings finden sie, dass in Zukunft die starre Struktur des Protokollierens aufgehoben werden müsste. In diesem Semester war es so gewesen, dass die Studenten stets nach einer kurzen Einführung in die Theorie angeben mussten, welche Geräte und Chemikalien sie benutzt, wie sie den Versuch durchgeführt und was sie beobachtet hatten. Danach folgte eine Auswertung des Experiments. Dieser enge Aufbau führte dazu, dass der erste Teil des Protokolls lediglich aus dem Skript abgeschrieben wurde und sich viele Abschnitte wiederholten. Die Studenten schlagen daher vor, die Bereiche Durchführung, Beobachtung und Auswertung zusammenzufassen und somit insgesamt das Protokoll freier zu gestalten. Dadurch wird gewährleistet, dass das Protokollieren dem Denkprozess der Studenten angeglichen wird.

---

<sup>12</sup> Der Analysenplan wurde aufgrund dieser Kritik mittlerweile modifiziert und befindet sich in nun korrigierter Version im Anhang.

<sup>13</sup> Gemäß den Sicherheitsbestimmungen müssen sämtliche Chemikalienabfälle in entsprechenden Behältern gesammelt werden. Auch unbedenkliche Lösungen dürfen nicht in den Abfluss gelangen.

Die Protokolle ähneln damit eher so genannten Lerntagebüchern, die das selbsttätige und selbstreflexive Lernen fördern (HESKE 2001).

Insgesamt fühlen sich die Studenten nach dem ersten Semester in der Lage, nach vorgegebenen Versuchsvorschriften experimentell zu arbeiten. Lediglich im Aufbau elektrischer Messkreise und der Arbeit mit dem Computer sehen einige Studenten noch Probleme.

### 7.1.3 Bewertung der einzelnen Themen

An den ersten Praktikumstagen lernten die Studenten zunächst grundlegende Arbeitstechniken kennen wie das Bohren eines Stopfens oder die Bearbeitung von Glas. Danach erfuhren sie anhand schnell durchzuführender Experimente etwas über chemische Reaktionen. Die Studenten sind sich darüber einig, dass die an diesen Tagen bearbeiteten Versuche und die Theorie im Nachhinein als einfach angesehen werden muss, dass sie jedoch am Anfang des Semesters genügend Mühe damit hatten, auch wenn vieles aus der Schule bekannt war. Sie halten diesen relativ einfachen Einstieg daher für sinnvoll. Selbst das Erlernen des korrekten Umgangs mit dem Brenner sei gerechtfertigt.

Besonders positiv bewerten die Studierenden das Gruppenpuzzle zum Thema „Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz“. Ein Student meint hierzu, dass man diese Einheit ohne weiteres im nächsten Schulpraktikum oder im Referendariat anwenden könnte. Allerdings bedauern die Studenten, dass sie aufgrund von Zeitmangel das Gruppenpuzzle selbst nicht vollständig durchführen konnten.<sup>14</sup>

Das Kapitel Säure-Base-Reaktionen bewerten sie vorwiegend als gut. Besonders positiv finden sie auch hier die Anwendungs- und Praxisbezüge, die in Form der Exkurse im Skript und der quantitativen Analysen zum Tragen kamen. Vor allem die Calcium-Bestimmung in Eierschalen hat ihnen gut gefallen. Geteilter Meinung sind sie jedoch über den Einsatz des Computers. Besonders die Studentinnen hatten hier Schwierigkeiten. Ich bin jedoch davon überzeugt, dass dieses Problem in Zukunft angesichts der wachsenden Computerpräsenz im Schüleralltag immer mehr verschwinden wird.

Der Abschnitt zur Komplexchemie wird von den meisten Studenten kritisiert, da er nach deren Meinung zu knapp dargestellt worden ist. Auch seien die Seminare hierzu nicht gut

---

<sup>14</sup> Im ersten Probelauf sollte das Gruppenpuzzle parallel zur gravimetrischen Analyse durchgeführt werden, was zeitlich jedoch nicht möglich war. Der Praktikumsplan wurde daraufhin umgestellt (s. Abschnitt 9.2).

genug gewesen. Die Studenten bedauern dies sehr, da sie das Thema für sehr interessant halten. Sie schlagen daher vor, die Betreuung zukünftig zu intensivieren, da für die meisten die Komplexchemie noch unbekannt sein dürfte. Außerdem sollte sie bereits in dem eben erwähnten Kurs im ersten Fachsemester behandelt werden. Als positiv werden jedoch die Kleinprojekte bewertet, die die Studenten im Rahmen der Komplexchemie zu den Themen Waschmittel und Arznei- und Lebensmittel durchzuführen hatten. Den Studenten machte es hier vor allem Spaß, eigenverantwortlich zu arbeiten und anschließend im Plenum die Ergebnisse zu präsentieren.

Das Kapitel Redoxreaktionen wird wie die Säure-Base-Reaktionen bewertet. Die Bestimmung des Schwefelgehalts in Wein gefiel hier besonders.

Bei der Elektrochemie loben die Studenten die vielfältigen Materialien und Zusatzaufgaben, die interessanten Versuche und den Lernzirkel als Arbeitsmethode. Es machte ihnen Spaß, in der Gruppe zu arbeiten. Die vorgeführten Filme kamen allerdings nicht so gut an. Um den Studenten die Arbeit zu erleichtern, sollten sie sich beim Lernzirkel innerhalb der Kleingruppe das Protokollieren aufteilen. Die Studenten kritisieren dieses Vorgehen. Sie halten den Lerneffekt für größer, wenn jeder selbst die durchgeführten Experimente protokolliert.

### 7.1.4 Thema Berufsorientierung

Die Studenten sind einstimmig der Meinung, dass es sich bei dem ersten Semester um eine gute Vorbereitung auf den späteren Beruf handelt. So seien stets Themen behandelt worden, die in der Schule von Bedeutung seien. Die häufig erwähnten Anwendungs- und Praxisbezüge hätten verhindert, dass die Inhalte abstrakt und theorielastig geworden seien. Auf die Frage, was zusätzlich in die Veranstaltung integriert werden könnte, um diese noch berufsorientierter zu gestalten, haben die Studenten keine weiteren Vorschläge vorzubringen. Sie halten das Maß an Berufsorientierung für ausreichend. Schließlich gäbe es noch genügend andere Veranstaltungen aus dem Bereich der Fachdidaktik und Pädagogik, die darauf aufbauen könnten. Man hätte genügend Anhaltspunkte bekommen, an denen man weiterarbeiten könnte: *„Ich wurde angeregt, über den Tellerrand zu schauen.“*. Interessant ist, dass sich die Studenten zu diesem Zeitpunkt im Vergleich zu ihrem Zweitfach in Chemie viel kompetenter fühlen und sich sogar zutrauen, ihr erstes Schulpraktikum – im Gegensatz zur Studienplanempfehlung – in Chemie zu absolvieren.

## 7.2 Bewertung des zweiten Semesters

### 7.2.1 Bewertung der einzelnen Themen

Im Mittelpunkt des zweiten Semesters standen, wie bereits erwähnt, Stoffe und ihre Eigenschaften. Eingeleitet wurde dieser Themenbereich mit dem Durchführen qualitativer Analysen nach einem modifizierten und stark verkürzten Trennungsgang. Da dieser Ausbildungsabschnitt trotz der langjährigen Tradition erst im zweiten Semester auftrat, war es für mich besonders interessant zu erfahren, ob dieses Vorgehen bzw. das Arbeiten mit dem Trennungsgang allgemein von den Studenten akzeptiert wird. Sowohl die Beantwortung des Fragebogens als auch die anschließende Diskussion zeigten überraschenderweise, dass alle Studenten – im Gegensatz zur Meinung ihrer Vorgänger – diesen Ausbildungsabschnitt als sinnvoll und effektiv ansehen. Auch wenn der Trennungsgang nur wenig mit in der Schule thematisierten Inhalten zu tun hätte, so wäre er doch sehr wichtig, da man viel über chemische Gesetzmäßigkeiten wie das Löslichkeitsprodukt und über das Verhalten von Stoffen erfahren würde. Außerdem finden die Studenten es gut, dass man im zweiten Semester nicht so genau arbeiten musste wie im ersten. Eine Studentin meint hierzu: *„Ich kam mit dem qualitativen Arbeiten besser zurecht als mit den quantitativen Analysen, weil letztere oft so kompliziert waren. Wenn man da mal ein schlechtes Ergebnis erhalten hat, wusste man meistens nicht, woran es genau gelegen hatte. Auch die Assistenten halfen einem da nicht weiter. Und noch einmal alles nachkochen konnte man nicht, wenn die Analysen aufwendig waren. Bei den qualitativen Analysen dagegen konnte man schnell etwas anderes ausprobieren, wenn mal etwas nicht geklappt hatte. Es gab oft mehrere Nachweismöglichkeiten und man konnte frei entscheiden. Im ersten Semester dagegen musste man sich immer genau an die Anweisungen halten. Außerdem habe ich beim qualitativen Arbeiten eine Menge gelernt, z.B. zur pH-Abhängigkeit von Löslichkeitsgleichgewichten. Da ist mir vieles klar geworden. Allerdings glaube ich nicht, dass ich genauso viel gelernt hätte, wenn ich das Vorwissen aus dem ersten Semester nicht gehabt hätte.“*

Diesem Statement kann man entnehmen, dass die Studenten im zweiten Semester auf dem im ersten Semester erlernten Wissen und den dort erworbenen experimentellen Fähigkeiten aufbauen konnten. Dadurch fiel es ihnen leichter, Zusammenhänge zu erkennen und Arbeitsabläufe selbständig zu planen.

Was das Organisatorische der ersten Wochen betrifft, so sind die Studenten mit dem Ablauf zufrieden. Auch die Seminare waren ihrer Meinung nach zufriedenstellend. Als besonders gut bewerten sie, dass lediglich ein Assistent das Praktikum betreute. Dadurch hatten sie immer einen festen Ansprechpartner.

Als negativ bewerten die Studenten die Organisation der Entsorgung. So sollten sie ihre anfallenden Chemikalienabfälle sammeln und am Ende des Ausbildungsabschnitts gemeinsam aufbereiten, um sie anschließend umweltgerecht zu entsorgen. Zwar wird dieses Vorgehen generell als sinnvoll und interessant angesehen, allerdings sollte der entsprechende Praktikumstag besser geplant werden. In Zukunft ist daher zu empfehlen, bereits am Semesteranfang verstärkt darauf hinzuweisen, dass Chemikalien sparsam zu verwenden sind. Jeder Student sollte eine Portion der anfallenden Abfälle eigenständig aufarbeiten. Dabei sollte das zu entsorgende Volumen 500-700 ml nicht übersteigen, um zu lange Wartezeiten beim Absaugen von Niederschlägen zu vermeiden. Es sollte im Vorfeld eingehend besprochen werden, wie vorzugehen ist, und um Zeit zu sparen, sollten die notwendigen Reagenzien direkt zur Verfügung stehen.

Der nach dem Trennungsgang folgende Lernzirkel zum Thema Stoffe kommt insgesamt sehr gut an. Besonders gefallen den Studenten die Materialien und Experimente zum Bereich Luft, da hier auch sehr aktuelle Fragen zur Umweltproblematik behandelt werden. Die Versuche zum Treibhauseffekt und verstärkten Ozonvorkommen werden hier am meisten genannt. Positiv ist nach Meinung der Studenten vor allem, dass alle Versuche in der Schule durchführbar sind.

Leichte Abstriche machen die Studenten bei den Alkalimetallen, da die durchzuführenden Experimente nach Meinung der Studenten zu einfach oder bereits aus der Schule bekannt waren. Auch das Thema „Anorganische Werkstoffe“ wird etwas kritisiert, da die Inhalte dort nicht gut genug erklärt wurden, so zum Bereich Silikate und Silicium als Material für Photozellen.<sup>15</sup>

Bis auf diese Ausnahmen wird das Skript jedoch als sehr interessant und informativ angesehen. Besonders die vielen Aufgaben seien sinnvoll und würden stets zum Weiterdenken anregen. Allerdings sollte in Zukunft auch ein begleitendes Seminar angeboten werden. In dem ersten Probelauf des Praktikums ist auf ein Seminar zum Lernzirkel verzichtet worden, da die Zeit zur Vorbereitung der folgenden Projektarbeit

---

<sup>15</sup> Entsprechende Korrekturen im Skript wurden von mir bereits durchgeführt.

genutzt werden sollte. Nach Meinung der Studenten ist jedoch ein Seminar trotz des sehr ausführlichen Skripts wünschenswert, da so noch offene Fragen beantwortet und eine Möglichkeit zur Wiederholung gegeben werden könnte. Die Seminare bekämen dadurch den Charakter von Lerninseln.

Nach der Stationenarbeit folgten drei Praktikumstage, an denen die Studenten einen Einblick in moderne Analysemethoden erhielten, der Röntgenstrukturmethode, Elektronenmikroskopie und der Massenspektrometrie. Hier sind alle Studenten der Meinung, dass solche Themen, verbunden mit dem Kennenlernen der Arbeitsgruppen, interessant und sinnvoll sind. Allerdings finden auch alle bis auf einen Studenten, dass die Stofffülle, die an diesen drei Tagen präsentiert wurde, viel zu groß war (*„Ich fand es ganz schön deprimierend, dass ich nicht so viel verstanden habe.“* *„Letztlich ist mir nicht klar geworden, wie man nun aus einem Röntgenbild auf die Kristallstruktur schließen kann.“*). Diese Kommentare zeigen zum einen, dass die Themen in Zukunft besser präsentiert werden müssen. Sie machen aber auch deutlich, dass die Studenten zu diesem Zeitpunkt noch nicht über genügend Vorwissen verfügten, um die Inhalte zu verstehen. Ein Problem ist hier mit Sicherheit, dass die Studenten in den vorangegangenen Semestern aufgrund von Termenschwierigkeiten noch kein Physikpraktikum absolvieren konnten und ihnen somit wichtige Grundkenntnisse zum Thema elektromagnetische Wellen und deren Beugung am Gitter fehlten. Es ist daher zu überlegen, ob in Zukunft im zweiten Semester, auch zugunsten der Projektarbeit, auf die moderne Analytik verzichtet und dieser Ausbildungsabschnitt zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt wird.

Als Abschluss der Ausbildung in der Anorganischen Chemie hatten die Studenten eigenständig ein Projekt durchzuführen. Dabei entschieden sie sich, das Wasser eines Bachs in Gießen zu untersuchen und dabei verschiedene Analysemethoden wie Laboranalysen, Wasserkoffer und Schulversuche miteinander zu vergleichen. Ihre Ergebnisse trugen sie in Form einer Internetseite zusammen.

Insgesamt halten die Studenten die Durchführung einer Projektarbeit für sehr sinnvoll, weil diese Methode auch in der Schule eine Rolle spielt und man so erste Erfahrungen damit sammeln kann. Allerdings hatten die Studenten anfangs Schwierigkeiten damit, die Arbeiten zu organisieren und innerhalb der Gruppe zu koordinieren. Hinzu kam die Klausurenzeit am Ende des Semesters, die nicht allen Studenten genügend Zeit gab, sich

mit dem Projekt eingehend zu befassen. Dadurch waren die Aufgaben nicht immer gerecht verteilt.

Die Studenten schlagen daher vor, die Projektarbeit in Zukunft direkt nach den Weihnachtsferien durchzuführen und dann erst die moderne Analytik vorzustellen bzw. ganz auf sie zu verzichten. Auch empfiehlt es sich nicht, das Projekt parallel zum Lernzirkel vorzubereiten, da man sich während der Weihnachtsferien ohnehin nicht mit weiteren Vorbereitungen beschäftigt. Trotzdem sollte für Planung und Recherche genügend Zeit zur Verfügung stehen.

Positiv bewerten die Studenten vor allem, kreativ tätig gewesen zu sein und eigenverantwortlich mit freier Zeiteinteilung gearbeitet zu haben. Des weiteren ermöglichte es ihnen die Exkursion zu einem MAX-PLANCK-Institut für Gewässeranalytik, ein neues und interessantes Lern- und Arbeitsfeld kennen zu lernen.

Gefragt nach dem Lerneffekt, den die Projektarbeit hatte, antworten die Studenten, dass sie das Gefühl hätten, in kognitiver Hinsicht nicht so viel gelernt zu haben wie in den Wochen zuvor. Auf jeden Fall jedoch hätten sie eine Erweiterung der so genannten Schlüsselqualifikationen erfahren. Sie hätten gelernt, sich selbst ein Problem zu erarbeiten, zu recherchieren und zu organisieren sowie Verantwortung für die eigene Arbeit zu übernehmen. Auch wenn es zu Beginn Anlaufschwierigkeiten in den einzelnen Gruppen gab, so haben die Studenten doch gelernt, im Team zu agieren. In Zukunft würden sie sich jedoch noch öfter miteinander absprechen, um die Arbeit von Anfang an transparent zu gestalten. Dies könnte beispielsweise in Form von Tagesprotokollen auf Plakaten erfolgen. Die Tatsache, dass die Studenten zu Beginn des Projekts viel mehr vorhatten, als sich später realisieren ließ, zeigt auch, dass ihnen zunächst einmal klar werden musste, was innerhalb eines dreiwöchigen Projekts überhaupt möglich ist. Nicht zuletzt lernten sie so zu improvisieren. Eine Studentin meint hierzu, für sie sei es wichtig gewesen zu erfahren, gegenüber Literatur stets kritisch sein zu müssen; denn es habe sich gezeigt, dass Experimente oft nicht so funktionierten, wie sie in Fachbüchern dargestellt würden. Außerdem hätte man gelernt, dass nicht immer alles auf Anhieb klappen kann und man nach Alternativen suchen muss.

Insgesamt hat allen das Projekt trotz Stress und zeitweise leichtem Chaos viel Spaß gemacht. Insofern war es ein schöner Abschluss der zwei Semester Praktikum.

Der Arbeitsaufwand für das zweite Semester fiel etwas geringer aus als für das Semester zuvor. So geben die Studenten an, für die Vorbereitung der Praktikumstage pro Woche

durchschnittlich eine halbe Stunde aufgewendet zu haben, während sie für die Nachbereitung etwa drei Stunden benötigten. Dies ist mit dem geringeren Zeitbedarf für die Protokolle zu begründen, was die Studenten sehr begrüßten.

### 7.2.2 Die fachliche und experimentelle Ausbildung

Die Studenten schätzen ihre im Laufe des Semesters erworbenen kognitiven Fähigkeiten in den Bereichen Periodensystem, Eigenschaften und Vorkommen von Stoffen sowie dem Aufstellen von Reaktionsgleichungen durchschnittlich als befriedigend ein. Besser bewerten sie sich dagegen bei den Themen Löslichkeitsprodukt und Gewässeruntersuchungen.

Die mündlichen Prüfungen fielen alle sehr zufriedenstellend aus. Allerdings vermittelten sie den Eindruck, dass die Fähigkeiten der Studenten hauptsächlich auf der Reproduktion von Wissen beruhen und weniger auf der Reorganisation oder Transferleistungen. Eine Studentin rechtfertigt sich dazu folgendermaßen: *„Natürlich sah es in den mündlichen Prüfungen so aus, als ob wir nur auswendig gelernt hätten. Das war auch der Fall. Aber das hat uns einfach mehr Sicherheit gegeben. Schließlich waren wir viel zu nervös.“*

Insgesamt fällt es den Studenten schwer, ihr kognitives Potential vollständig zu charakterisieren. Sie sind der Meinung, dass sich das erworbene Wissen erst einmal bewähren muss. Ein weiterer Test zur Zeit des 1. Staatsexamens würde hier mehr Aufschluss geben. Dies ist jedoch im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich.

Sowohl der Fragebogen als auch meine Beobachtungen während des Praktikums machen deutlich, dass das Wissen der Studenten über das Gefahrenpotential von Gefahrstoffen nicht ausreicht. Daher muss darüber diskutiert werden, wie dies verbessert werden kann. Nach Ansicht der Studenten bringt es nichts, bei jedem Protokoll sämtliche R- und S-Sätze der verwendeten Chemikalien zu erwähnen. Das sei jedes Mal zu viel und würde dazu führen, dass man die Informationen lediglich gedankenlos abschreibt. Eine Studentin schlägt daher vor, in Zukunft in jedem Seminar eine Chemikalie mitzubringen und diese mit all ihren Gefahren und entsprechenden Entsorgungshinweisen zu besprechen.

Wurde im ersten Semester die experimentelle Ausbildung noch als mittelmäßig bis gut angesehen, so fällt am Ende des zweiten Semesters die Bewertung wesentlich besser aus. Ich führe dies darauf zurück, dass sich die Studenten aufgrund der längeren

Praxiserfahrung experimentell wesentlich kompetenter fühlen als noch ein Semester zuvor. Leichte Einschränkungen sind jedoch bei den weiblichen Studenten zu machen, die sich gerade bei aufwendigeren Apparaturen mit Druckgasflaschen noch unsicher fühlen. Hier muss das weitere Studium die nötige Praxis bringen, z.B. bei den im folgenden Semester anstehenden Vortrags- und Demonstrationsübungen.

Vergleicht man die beiden Semester miteinander, so lässt sich sagen, dass im ersten Semester vorwiegend nach Vorschrift experimentiert wurde. Dadurch konnten die Studenten wichtige labortechnische Handgriffe erlernen. Dies war zu Beginn notwendig, um sich an das Arbeiten im Labor zu gewöhnen. Der Versuch, bereits in dieser Phase die Studenten darin anzuleiten, eigenständig Experimente zu entwickeln – z.B. bei der Bestimmung der temporären Wasserhärte – gelang nur teilweise.

Im zweiten Semester zeigten die Studenten dagegen eine größere Fähigkeit, Versuchsabläufe zu modifizieren und problemlösend tätig zu sein. Dies begründen sie damit, dass sie sich bis dahin das nötige Grundlagenwissen und die entsprechende Routine aneignen konnten.

### 7.2.3 Wurden die Ziele erreicht? – eine Reflexion

Dieser Untersuchung lag zugrunde, zu erfahren, ob die Studenten der Meinung sind, dass mit dem neuen Veranstaltungskonzept den Forderungen der Referendare entsprochen wird. Zum anderen sollte analysiert werden, ob die Studenten nach dem zweisemestrigen Praktikum über Kompetenzen verfügen, die den sechs Bausteinen des neuen Veranstaltungskonzepts entsprechen (s. S. 47).

Dazu stellen die Studenten fest, dass sie insgesamt ein fundiertes fachwissenschaftliches Grundlagenstudium erhalten haben, das es ihnen ermöglicht, chemische Zusammenhänge zu durchschauen und sich tiefergehende Inhalte zu erarbeiten. Des Weiteren haben sie auf jeden Fall gelernt, experimentell zu arbeiten. Sie merken zudem an, zahlreiche Einblicke in schulrelevante Themen, didaktische Methoden und Alltagsbezüge bekommen zu haben. Diese Ergebnisse lassen sich mit den Forschungsfragen gut zur Deckung bringen. Ein Defizit besteht allerdings noch bei den Kenntnissen zu Arbeitsschutz- und Entsorgungsfragen (s. S. 79 und 86). Hier sollten Korrekturen erfolgen.

Wichtige Verbesserungen der Veranstaltungen lassen sich ferner dadurch bewirken, dass die Studenten bereits während ihres ersten Fachsemesters ein vorbereitendes Seminar

parallel zur einführenden Vorlesung besuchen und die Leitung der Praktika auf zwei Assistenten beschränkt wird. Eine intensivere und damit effektivere Betreuung der Studenten wird dadurch ermöglicht.

Abschließend sollen einige Ergebnisse dieser Untersuchung und der Referendarsbefragung gegenübergestellt werden. Dabei bietet es sich an, konkret zu vergleichen, wie beide Gruppen auf der einen Seite die fachwissenschaftliche Ausbildung und auf der anderen die Vorbereitung auf die Schule und damit auf den späteren Beruf bewertet haben. So stufen beide Gruppen ihre fachwissenschaftliche Ausbildung als gut ein. Daraus kann man schließen, dass das neue Veranstaltungskonzept nicht unbedingt zu einer Verbesserung der fachwissenschaftlichen Ausbildung geführt hat. Es zeigt aber umgekehrt auch, dass das Praktikum trotz Einbeziehung berufs- und damit praxisorientierter Elemente fachwissenschaftlich nicht an Niveau und Anspruch verloren hat.

Ein größerer Unterschied ist bei der Bewertung der Vorbereitung auf die Schule zu verzeichnen. Geben die Referendare an, nur mittelmäßig bis schlecht durch das Studium auf die Schule vorbereitet worden zu sein, so bewerten die Studenten ihre Vorbereitung im Rahmen der Anorganischen Chemie als gut. Sehr deutlich wird dieser Unterschied auch bei der Gegenüberstellung der Einschätzung einzelner Statements im Fragebogen zum Thema Berufsorientierung. So haben die Studenten am Ende des zweiten Semesters folgendermaßen geantwortet:

	Trifft zu.	Trifft teilweise zu.	Trifft nicht zu.
Ich hatte oft das Gefühl, dass diese Veranstaltung lediglich eine verkürzte Diplom-Ausbildung und von daher kaum berufsspezifisch ist.	-	1	4
Die Inhalte erschienen mir häufig abstrakt und ohne jeden Praxisbezug.	-	-	5
Die Veranstaltung enthielt immer wieder Aspekte, die ich als zukünftiger Lehrer gebrauchen kann.	5	-	-

**Tab. 7.1** Einschätzung der Berufsorientierung des Praktikums durch die Studenten.

Die Referendare dagegen antworteten vollkommen komplementär. Auch wenn die Zahl an teilnehmenden Studenten sehr gering war, so ist dies doch schon ein eindeutiges Zeichen.

Für den jetzigen Zeitpunkt kann ich also sehr zufrieden mit dem Ergebnis dieser Untersuchung sein. Ob die Studenten allerdings in Zukunft stets in der Lage sein werden, sich mit ihrem erworbenen Wissen zu bewähren, wird die Zeit zeigen. Weitere Untersuchungen könnten hier ansetzen. Auf jeden Fall aber haben die Ergebnisse gezeigt, dass es sich lohnt, universitäre Studieninhalte nicht einfach ihrer Tradition zu überlassen, sondern stets im Hinblick auf Ausbildungsanforderungen und Lernziele kritisch zu hinterfragen und, wenn nötig, neu zu gestalten. Natürlich erfordert dies ein großes Engagement der Ausbilder, und dies für Lehramtsstudenten aufzubringen, wird von Fachwissenschaftlern nicht unbedingt eingesehen. In Anbetracht der Tatsache jedoch, dass Chemielehrer wichtige Multiplikatoren in der Gesellschaft sind und nicht zuletzt Schüler dahingehend beeinflussen können, ob diese später Chemie studieren oder nicht, sollte es auch für Fachwissenschaftler von Interesse sein, gute Chemielehrer auszubilden.



## 8 Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde auf der Grundlage einer empirischen Erhebung bei hessischen Studienreferendaren ein Konzept für ein zweisemestriges Laborpraktikum in der Anorganischen Chemie entwickelt. Hauptanliegen des neuen Praktikums ist es, die Ausbildung von Chemiestudenten des Höheren Lehramts in Zukunft berufsorientierter zu gestalten.

*Berufsorientierung* ist in bildungspolitischen Diskussionen zum Thema Lehrerausbildung nicht erst seit kurzem zu einem wichtigen Stichwort geworden. Gerade im universitären Bereich ist sowohl inhaltlich als auch institutionell eine Reform der Lehrerausbildung nicht mehr zu umgehen. Es wird gefordert, sämtliche Studienelemente stärker als bisher am späteren Berufsfeld auszurichten und damit die Distanz zwischen an der Universität gelehrter Theorie und an der Schule existierender Praxis zu verringern (s. u.a. GEW 1998; TERHART 1999). Aufgrund der vorhandenen personellen und sächlichen Strukturen an den Hochschulen dürfen Reformanstrengungen allerdings nach Meinung von Bildungsexperten nicht revolutionär und damit utopisch sein. Als realistischer wird vielmehr ein evolutionäres Vorgehen gesehen, das einerseits eine gute fachliche Ausbildung garantiert, andererseits jedoch Anregungen vermittelt, die den nötigen Wandel einleiten (GDCH 1992b, S. 54). Diesem Anspruch soll mit dem neu gestalteten Veranstaltungskonzept entsprochen werden.

Um zu erfahren, welchen Anforderungen ein neues Praktikum im Rahmen der fachwissenschaftlichen Ausbildung genügen muss, wurde nicht nur untersucht, welche Meinung Fachdidaktiker und Fachwissenschaftler zu dieser Thematik haben. Es wurde auch evaluiert, wie Referendare ihre eigene universitäre Ausbildung im Fach Chemie bewerten und was sie als notwendig für die Ausbildung von Chemiestudenten des Höheren Lehramts erachten.

Das Hauptanliegen der Referendare stellt die Basis für das neue Veranstaltungskonzept dar. So fordern sie *eine starke Verschlankung theorielastiger Ausbildungsabschnitte zugunsten berufsorientierter Konzepte, die schulspezifische und alltagsbezogene Aspekte enthalten*. Wurde den Studenten bislang hauptsächlich *chemisches Fachwissen* vermittelt, so sollen in Zukunft auch andere Bausteine wie *Anwendungs- und Praxisbezüge*,

*didaktische Methoden, schulrelevante Themen, experimentelle Methodenkompetenz und umweltbewusstes Verhalten* eine Rolle spielen. Diese **berufsorientierten Elemente** können bereits in eine fachwissenschaftliche Veranstaltung integriert werden.

Um dies zu beweisen, wurde exemplarisch das Praktikum in Anorganischer Chemie neu gestaltet. Dieses Praktikum absolvieren die Studenten in Gießen im zweiten und dritten Fachsemester mit jeweils acht Semesterwochenstunden zuzüglich eines zweistündigen Seminars. Gemäß dem neuen Konzept sollen im ersten Semester die chemische Reaktion und das Durchführen quantitativer Analysen im Vordergrund stehen. Das hier erworbene Wissen bildet eine wichtige Grundlage für das zweite Semester, in dem es um Stoffe und deren Eigenschaften, moderne Analytik und dem eigenständigen Erstellen einer Projektarbeit gehen soll.

Wie bereits erwähnt, spielen bei dem neuen Veranstaltungskonzept nicht nur die Vermittlung eines anspruchsvollen chemischen Grundlagenwissens, sondern auch die Implementierung berufsorientierter Elemente eine wichtige Rolle. So wurde darauf geachtet, dass sämtliche Inhalte eine Relevanz für den Chemieunterricht – insbesondere den der Sekundarstufe II – aufweisen. Um Anwendungs- und Praxisbezüge des chemischen Fachwissens deutlich werden zu lassen, wurden so oft wie möglich Verbindungen zur Lebenswelt, d.h. zu Alltag, Natur und Technik, thematisiert. Ferner sollten die Studenten im Rahmen ihrer Ausbildung eine breite experimentelle Methodenkompetenz erhalten. So lernten sie beispielweise nicht nur, mit Büretten im Makromaßstab zu titrieren, sondern auch chemikaliensparend und kostengünstig mit handelsüblichen Tuberkulinspritzen. Sie erstellten Messreihen mit in der Schule vorhandener Computersoftware und lernten interessante Demonstrationsexperimente mit dem Overheadprojektor kennen. Des weiteren wurde darauf geachtet, dass die Studenten umwelt- und gefahrenbewusst mit den Chemikalien umgehen. Sie bekamen hilfreiche Tipps, wie sie später in der Schule sinnvoll Chemikalienreste entsorgen können, ohne große Abfallmengen zu produzieren. Nicht zuletzt war es von Interesse, dass sich die Studenten die Inhalte mit Hilfe unterschiedlicher didaktischer Methoden aneigneten. Dahinter steht das Prinzip, dass man Unterrichtsmethoden nicht erlernen kann, wenn man nur über sie redet, sondern wenn man sie selbst erprobt; und die Aneignung eines vielfältigen Methodensortiments ist für Lehramtsstudenten von großer Wichtigkeit. Daher wurden das chemische Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz in Form eines

Gruppenpuzzles eingeführt, die Elektrochemie und das Thema Stoffe und deren Eigenschaften mit einem Lernzirkel erarbeitet und abschließend eine Projektarbeit durchgeführt.

Diese fünf Elemente sollten garantieren, dass die Ausbildung der Studenten einen starken Bezug zum zukünftigen Berufsfeld aufweist.

Um zu untersuchen, welche Wirkung das neue Veranstaltungskonzept hat, wurde es mit Hilfe der qualitativen Evaluationsforschung ausgewertet. Als Untersuchungsmethoden dienten hierbei die teilnehmende Beobachtung, Fragebögen und Gruppendiskussionen.

Insgesamt bewerteten die Studenten die fachliche und experimentelle Ausbildung als gut. Des weiteren gaben sie an, dass sie durch das neu gestaltete Praktikum gut auf die Schule vorbereitet worden sind. Die Referendare hatten dahingehend eine ganz andere Aussage gemacht. Positiv bewerteten die Studenten vor allem die vielen Anwendungs- und Praxisbezüge in theoretischer und experimenteller Form. Sie hätten dazu beigetragen, dass man sich die fachlichen Inhalte besser einprägen und dadurch effektiver lernen konnte. Zudem sei das Wissen solcher Themen wichtig für den Schulalltag. Besonders gelobt wurde, dass sämtliche Experimente auf die Schule übertragbar seien. Dadurch hätte jeder Student einen breiten Experimentefundus erhalten, auf den er in Zukunft zurückgreifen könne.

Insgesamt bewerteten die Studenten das Maß an Berufsorientierung als gut. Weiterführende Veranstaltungen sollten darauf aufbauen, um das Studium für Lehramtsstudenten zu optimieren.

Abschließend ist anzumerken, dass diese Untersuchung nicht als statistisch fundiert angesehen werden kann. Dazu war die Studentenzahl zu gering. Des weiteren wäre es für eine aussagekräftige Untersuchung vonnöten, die Studenten über einen längeren Zeitraum bis hin zu deren Referendariat zu begleiten, da angenommen werden kann, dass die Studenten erst zu einem späteren Zeitpunkt ihre Ausbildung in der Anorganischen Chemie richtig einschätzen und ihre dort erhaltenen Kompetenzen bewerten können. Insofern gibt die Evaluation nur erste Hinweise auf die Resonanz des neuen Praktikums. Sie zeigt Trends auf, die einen Ausgangspunkt für weitere, tiefgreifendere Untersuchungen darstellen, auf die ich im Rahmen meiner Dissertation nicht näher eingehen konnte.

Auf jeden Fall jedoch zeigt meine Untersuchung, dass es sich lohnt, intensive, lang andauernde Curriculumforschung – auch bzw. gerade im Hochschulbereich – zu

betreiben. Lehrer sind wichtige Multiplikatoren in der Gesellschaft. Sie prägen Schüler, machen sie handlungs- und entscheidungsfähig bei naturwissenschaftlichen Fragen und haben nicht zuletzt einen Einfluss darauf, ob diese später ein Chemiestudium aufnehmen oder nicht. Eine Professionalisierung der Lehrerausbildung ist daher stets als lohnenswert zu bezeichnen.

## 9 Anhang

### 9.1 Fragebogen für die Referendare

<p style="text-align: center;"><b>Fragebogen zur Beurteilung der Ausbildung von Studenten für das Lehramt an Gymnasien im Fach Chemie</b></p>
---

SEHR GEEHRTE REFERENDARINNEN, SEHR GEEHRTE REFERENDARE,

im Rahmen einer Dissertation am Institut für Didaktik der Chemie der Universität Gießen beschäftige ich mich mit der Problematik, das Chemiestudium für Gymnasiallehrämter zu verbessern. Dabei ist es mir sehr wichtig, den Dialog mit Ihnen als Referendaren aufzunehmen, denn Sie sind für mich wichtige Meinungsträger. Um dies zu tun, habe ich einen Fragebogen erstellt, der Aufschluss darüber geben soll, wie Sie über Ihr Studium im Fach Chemie urteilen. Mit Hilfe der Ergebnisse möchten wir Lehrveranstaltungen neu gestalten, die Studentinnen und Studenten gezielter auf ihren zukünftigen Beruf vorbereiten sollen.

Über eine rege Beteiligung an dieser empirischen Untersuchung würde ich mich sehr freuen. Wir sind der Meinung, dass gerade in einer Zeit, in der Diskussionen über eine Reform des Lehramtsstudiums im Mittelpunkt stehen, solch eine Arbeit sehr wichtig ist.

Beantworten Sie die folgenden Fragen bitte spontan entweder durch Ankreuzen oder durch einen kurzen verbalen Kommentar.

ICH UND MIT SICHERHEIT AUCH DIE NACHFOLGENDEN STUDENTENGENERATIONEN DANKEN IHNEN FÜR IHRE MITARBEIT RECHT HERZLICH!

IHRE BRITTA HEIDENESCHER

Datum: \_\_\_\_\_

## 1 Allgemeines zur Person

1.1 Geschlecht:            *weiblich (1)*                       *männlich (2)*

1.2 Alter: \_\_\_\_\_

1.3 An welcher Universität haben Sie studiert?

---

1.4 Anzahl der studierten Fachsemester: \_\_\_\_\_

1.5 Zweitfach: \_\_\_\_\_

1.6 Hatten Sie bereits vor Beginn Ihres Studiums eine abgeschlossene Ausbildung?

*Nein (1)*           

*Ja (2)*            ,    *und zwar*

---

## 2 Generelles Meinungsbild

2.1 Wie bewerten Sie Ihr Chemiestudium hinsichtlich der fachwissenschaftlichen Ausbildung?

*sehr gut (1)*     *gut (2)*     *es geht so (3)*     *schlecht (4)*     *sehr schlecht (5)*

2.2 Wie bewerten Sie die methodisch-didaktische Ausbildung Ihres Chemiestudiums?

*sehr gut (1)*     *gut (2)*     *es geht so (3)*     *schlecht (4)*     *sehr schlecht (5)*

2.3 Wie bewerten Sie Ihr Chemiestudium hinsichtlich einer praktischen Vorbereitung auf die Schule?

*sehr gut (1)*     *gut (2)*     *es geht so (3)*     *schlecht (4)*     *sehr schlecht (5)*

### 3 Ausbildung in Allgemeiner und Anorganischer Chemie

3.1 Kreuzen Sie bitte an, welche der hier aufgeführten Veranstaltungen Bestandteil Ihrer Ausbildung in der Allgemeinen und Anorganischen Chemie waren?

*einführende Vorlesung*

*Laborpraktika*

*Seminar mit zum Praktikum passenden Themen  
(Stöchiometrisches Rechnen, Aufstellen von Reaktionsgleichungen...)*

*Vorlesungen zu speziellen Themen der AC,  
nämlich zu*

*Vortrags- und Demonstrationsübungen*

*Exkursion*

*sonstiges,  
und zwar*

3.2 Im nächsten Abschnitt des Fragebogens möchten wir gerne erfahren, wie Sie Ihre Ausbildung in der Allgemeinen und Anorganischen Chemie beurteilen. Ergänzen Sie bitte durch Ankreuzen die fehlenden Worte.

	sehr oft (1)	oft (2)	manchmal (3)	selten (4)	nie (5)
Was den fachwissenschaftlichen Aspekt betrifft, so waren die Veranstaltungen (...) sehr effektiv.	<input type="checkbox"/>				
Bei den einzelnen Themen wurden (...) Anwendungsmöglichkeiten für die Schule herausgestellt.	<input type="checkbox"/>				
Die Inhalte in Praktika und Seminaren erschienen (...) abstrakt und ohne jeden Bezug zur Praxis.	<input type="checkbox"/>				
Ich hatte (...) den Eindruck, dass unsere Ausbildung lediglich ein verkürztes Diplomstudium und von daher kaum berufsspezifisch war.	<input type="checkbox"/>				

3.3 Wie hoch bewerten Sie im Mittel den Anspruch der von Ihnen besuchten Veranstaltungen?

*sehr hoch (1)*  *hoch (2)*  *mittel (3)*  *niedrig (4)*  *sehr niedrig (5)*

3.4 Wie bewerten Sie die durchschnittlichen didaktischen Fähigkeiten Ihrer Dozenten?

*sehr gut (1)*  *gut (2)*  *es geht so (3)*  *schlecht (4)*  *sehr schlecht (5)*

3.5 In gängigen Schul- und Lehrbüchern der Allgemeinen und Anorganischen Chemie findet man oft folgende Themen. Sind Sie Ihrer Meinung nach an der Universität zu diesen Themen hinreichend ausgebildet worden?

	Zu diesem Thema wurde ich...				
	sehr gut ausgebildet (4)	gut ausgebildet (3)	mittelmäßig ausgebildet (2)	schlecht ausgebildet (1)	gar nicht ausgebildet (0)
Atommodelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stöchiometrisches Rechnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Periodensystem der Elemente (Aufbau, Gesetzmäßigkeiten, Eigenschaften einzelner Gruppen...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Thermodynamik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kinetik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemisches Gleichgewicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Katalyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Säure-Base-Theorien, pH-Wert-Berechnungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Redoxreaktionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrochemie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Komplexchemie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metalle, Nichtmetalle, Halbmetalle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Halbleiter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 3.6 Wie gut wurden Sie in den Praktika auf folgenden Gebieten ausgebildet?

	Auf diesem Gebiet wurde ich...				
	sehr gut ausgebildet (4)	gut ausgebildet (3)	mittelmäßig ausgebildet (2)	schlecht ausgebildet (1)	gar nicht ausgebildet (0)
qualitative Analysen (Trennungsgang)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
quantitative Analysen (Maßanalysen mit chemischer und physikalischer Endpunktbestimmung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
präparative AC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesetzmäßigkeiten der Allg. Chemie (Chemisches Gleichgewicht...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technologien der Chemie (Hochofenprozeß, Haber-Bosch-Verfahren...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schulversuche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges, und zwar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 3.7 Die folgenden Punkte sollen darüber Aufschluss geben, welche Arbeitsatmosphäre in den Praktika der Allgemeinen und Anorganischen Chemie herrschte. Ergänzen Sie bitte durch Ankreuzen die fehlenden Worte.

	sehr gut (1)	gut (2)	mittelmäßig (3)	unzureichend (4)	sehr schlecht (5)
Die Praktika waren (...) organisiert.	<input type="checkbox"/>				
Die Praktikumsbetreuung war bezüglich der Präsenz und Kompetenz der Assistenten (...).	<input type="checkbox"/>				
Die begleitenden Seminare waren (...).	<input type="checkbox"/>				
In den Praktika habe ich experimentelles Arbeiten (...) gelernt.	<input type="checkbox"/>				

## 3.8 Skizzieren Sie bitte abschließend kurz, was Ihrer Meinung nach die Ausbildung von Gymnasiallehrern in Allgemeiner und Anorganischer Chemie insgesamt beinhalten sollte!

---



---

## 4 Ausbildung in Organischer Chemie

4.1 Welche der hier aufgeführten Veranstaltungen waren Bestandteil Ihrer Ausbildung in der Organischen Chemie? Bitte kreuzen Sie an!

*Vorlesung*

*Laborpraktika*

*begleitendes Seminar*

*Kurs über physikalische Methoden der OC (Spektroskopie)*

*Vorlesungen zu speziellen Themen der OC,  
nämlich zu*

*Vortrags- und Demonstrationsübungen*

*Exkursion*

*sonstiges,  
und zwar*

4.2 Im nächsten Abschnitt des Fragebogens möchten wir gerne erfahren, wie Sie Ihre Ausbildung in der Organischen Chemie beurteilen. Ergänzen Sie bitte durch Ankreuzen die fehlenden Worte.

	sehr oft (1)	oft (2)	manchmal (3)	selten (4)	nie (5)
Was den fachwissenschaftlichen Aspekt betrifft, so waren die Veranstaltungen (...) sehr effektiv.	<input type="checkbox"/>				
Bei den einzelnen Themen wurden (...) Anwendungsmöglichkeiten für die Schule herausgestellt.	<input type="checkbox"/>				
Die Inhalte in Praktika und Seminaren erschienen (...) abstrakt und ohne jeden Bezug zur Praxis.	<input type="checkbox"/>				
Ich hatte (...) den Eindruck, dass unsere Ausbildung lediglich ein verkürztes Diplomstudium und von daher kaum berufsspezifisch war.	<input type="checkbox"/>				

4.3 Wie hoch bewerten Sie im Mittel den Anspruch der von Ihnen besuchten Veranstaltungen?

*sehr hoch (1)*  *hoch (2)*  *mittel (3)*  *niedrig (4)*  *sehr niedrig (5)*

4.4 Wie bewerten Sie die durchschnittlichen didaktischen Fähigkeiten Ihrer Dozenten?

*sehr gut (1)*  *gut (2)*  *es geht so (3)*  *schlecht (4)*  *sehr schlecht (5)*

4.5 Wie gut wurden Sie zu folgenden schulrelevanten Themen der Organischen Chemie ausgebildet?

	Zu diesem Thema wurde ich...				
	sehr gut ausgebildet (4)	gut ausgebildet (3)	mittelmäßig ausgebildet (2)	schlecht ausgebildet (1)	gar nicht ausgebildet (0)
Stoffklassen, funktionelle Gruppen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reaktionsmechanismen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stereochemie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Petrochemie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kunststoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Farbstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pestizide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Explosivstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arzneimittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kohlenhydrate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proteine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fette und Seifen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Waschmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
industrielle Prozesse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schulversuche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges, und zwar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 4.6 Die folgenden Punkte sollen darüber Aufschluss geben, welche Arbeitsatmosphäre in den Praktika der Organischen Chemie herrschte. Ergänzen Sie bitte durch Ankreuzen die fehlenden Worte.

	sehr gut (1)	gut (2)	mittelmäßig (3)	unzureichend (4)	sehr schlecht (5)
Die Praktika waren (...) organisiert.	<input type="checkbox"/>				
Die Praktikumsbetreuung war bezüglich der Präsenz und Kompetenz der Assistenten (...).	<input type="checkbox"/>				
Die begleitenden Seminare waren (...).	<input type="checkbox"/>				
In den Praktika habe ich experimentelles Arbeiten (...) gelernt.	<input type="checkbox"/>				

- 4.7 Abschließend möchten wir Sie bitten zu beschreiben, welche Inhalte Sie für die Ausbildung in der Organischen Chemie insgesamt für wichtig halten.

---



---

## 5 Ausbildung in der Didaktik der Chemie

- 5.1 Welche Veranstaltungen haben Sie im Laufe Ihres Studiums zum Thema „Didaktik der Chemie“ besucht? Bitte kreuzen Sie an!

*Vorlesungen*

*mehrwöchiges Schulpraktikum*

*Seminar mit dem Inhalt, Unterrichtsreihen zu erarbeiten*

*semesterbegleitende Hospitationen an Schulen mit eigenen Unterrichtsversuchen*

*Seminar über didaktische Methoden*

*Praktika mit Schulversuchen*

*sonstiges, und zwar*

5.2 Bewerten Sie bitte Ihre Ausbildung in der Didaktik der Chemie!

*sehr gut (1)*     *gut (2)*     *es geht so (3)*     *schlecht (4)*     *sehr schlecht (5)*

5.3 Welche Aufgaben hat Ihrer Meinung nach die Fachdidaktik an einer Universität und welche Themen sollten auf diesem Sektor während der Lehrerausbildung behandelt werden?

---

---

---

---

## 6 Sonstiges

6.1 Welche Veranstaltungen haben Sie in der Physikalischen Chemie besucht?

*Vorlesung*

*Praktikum*

*begleitendes Seminar*

*Rechenübungen*

*sonstiges,  
und zwar*

---

6.2 Wie beurteilen Sie Ihre Ausbildung in der Physikalischen Chemie hinsichtlich des fachwissenschaftlichen Aspekts?

*sehr gut (1)*     *gut (2)*     *es geht so (3)*     *schlecht (4)*     *sehr schlecht (5)*

6.3 Hat sie Ihnen viel für die Schule gebracht?

*nein (1)*                       *es geht so (2)*                       *ja (3)*

6.4 Haben Sie im Laufe Ihres Studiums Veranstaltungen besucht, die fächerübergreifende Inhalte hatten? (Mehrfachnennungen möglich.)

Nein (1)

Ja (2), und zwar zum Thema Mineralogie

Biochemie

Physik

Geologie

Umweltschutz

sonstiges,  
nämlich

6.5 Hätten Sie in Ihrer universitären Ausbildung gerne häufiger interdisziplinär gearbeitet?

nein (1)       das wäre mir egal gewesen (2)       ja (3)

6.6 Wie viel erfuhren Sie über folgende Themen?

	nichts (1)	wenig (2)	einiges (3)	viel (4)	sehr viel (5)
Umweltschutz	<input type="checkbox"/>				
Gefahrenstoffverordnung und Arbeitsschutz (v.a. für die Schule)	<input type="checkbox"/>				
Toxikologie	<input type="checkbox"/>				
exaktes wissenschaftliches Arbeiten in der Chemie (Protokollieren, Fehlerrechnung, Literaturrecherche...)	<input type="checkbox"/>				

## 7 Angaben zum Referendariat

7.1 Seit wann befinden Sie sich schon im Referendariat?

seit mehr als einem Jahr (1)

seit weniger als einem Jahr (2)

Sollten Sie Ihr Referendariat bereits seit mindestens einem halben Jahr absolvieren, bitten wir Sie, die Fragen 7.2 - 7.4 zu beantworten.

7.2 Wie empfinden Sie Ihr Referendariat? (Mehrfachnennungen möglich.)

*als ärgerlich (1)*

*anstrengend (2)*

*unbefriedigend (3)*

*interessant (4)*

*man lernt viel (5)*

*macht Spaß (6)*

7.3 Fühlen Sie sich überfordert?

*nie (1)*       *selten (2)*       *manchmal (3)*       *oft (4)*       *sehr oft (5)*

7.4 Was fällt Ihnen im Referendariat schwer?

---

---

Bei der folgenden Frage möchten wir wieder alle auffordern zu antworten.

7.5 Wenn Sie jetzt noch einmal alles Revue passieren lassen, was konkret haben Sie in Ihrer universitären Ausbildung vermisst bzw. als sehr gut empfunden?

Folgendes habe ich in meiner universitären Ausbildung...	
vermisst:...	als sehr gut empfunden:...

**Bemerkungen, Anregungen**

---

---

---

*Abschließend noch ein ganz dickes Dankeschön!!!*

## 9.2 Praktikumsplan des ersten Semesters

Tag	Thema	durchzuführende Experimente
1	Erste Arbeitstechniken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Umgang mit dem Brenner</i></li> <li>• <i>Schneiden und Biegen von Glasrohren</i></li> <li>• <i>Bohren eines Stopfens</i></li> <li>• <i>Filtrierübungen mit unterschiedlichen Filtern</i></li> </ul>
2	<p><i>Kapitel 1: Allgemeine Kennzeichen chemischer Reaktionen</i></p> <p>Der stoffliche und energetische Aspekt chemischer Reaktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Verbrennung von Magnesium und Untersuchung des Reaktionsprodukts</i></li> <li>• <i>Lösen von Kalk mit Salzsäure (Einleitung des entstehenden Kohlendioxids in Kalkmilch)</i></li> <li>• <i>Silberfotografie</i></li> <li>• <i>Lösen von Natriumhydroxid in Wasser und Messen der Temperaturzunahme</i></li> <li>• <i>Verdünnen von konz. Schwefelsäure</i></li> <li>• <i>Einwirken von konz. Schwefelsäure auf Baumwolle</i></li> <li>• <i>Neutralisation von Natronlauge mit Schwefelsäure</i></li> <li>• <i>Lösen von Ammoniumnitrat in Wasser und Messen der Temperaturabnahme</i></li> <li>• <i>Kristallisation von Natriumacetat aus einer unterkühlten Schmelze</i></li> <li>• <i>Reaktion von Kupfersulfat mit Wasser als Demonstration der Umkehrbarkeit von chemischen Reaktionen</i></li> <li>• <i>Zementation von Kupfer durch Eisen</i></li> <li>• <i>Bildung eines Eisenhydroxidniederschlags – Gesetz von der Erhaltung der Masse</i></li> </ul>

Fortführung der Tabelle „Praktikumsplan des ersten Semesters“

Tag	Thema	durchzuführende Experimente
3	Geschwindigkeiten chem. Reaktionen und das chem. Gleichgewicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Knallgasreaktion (Bspl. einer schnellen Rkt.)</i></li> <li>• <i>Reaktion von Natriumthiosulfat mit Salzsäure (Bspl. einer langsamen Rkt.)</i></li> <li>• <i>Reaktion von Magnesium mit Salzsäure bei unterschiedlichen Temperaturen und unterschiedlichen Konzentrationen</i></li> <li>• <i>Katalysierter Zerfall von Wasserstoffperoxid durch Braunstein, Kaliumiodid, Katalase und Kupfertetraammin-sulfat</i></li> <li>• <i>Reaktion von Kaliumpermanganat mit Oxalsäure (Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Konzentration, Temperatur und Katalysator)</i></li> <li>• <i>Mehlstaubexplosion (Demo)</i></li> </ul> <p><u>Gruppenpuzzle: Das chem. Gleichgew. und MWG</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Simulation des chemischen Gleichgewichts (Heber-Versuch) und Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes</i></li> <li>• <i>Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts durch Konzentrationsänderung: <math>Fe^{3+} + SCN</math></i></li> <li>• <i>Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts durch Änderung des Drucks: <math>CO_2 + H_2O</math></i></li> <li>• <i>Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts durch Temperaturänderung: <math>NO_2/N_2O_4</math></i></li> </ul>
4	Gravimetrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Gravimetrische Analyse (Lehranalyse)</i></li> </ul>
5	<p><i>Kapitel 2:</i>  <i>Säure-Base-Reaktionen</i></p> <p>Säure-Base-Reaktionen, Teil I</p>	<p><b>Gruppe A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bestimmen des pH-Wertes von Lösungen aus dem Alltag</i></li> <li>• <i>Vergleich der Reaktionsfähigkeit von Salzsäure mit gleichkonz. Essigsäure</i></li> <li>• <i>Abhängigkeit des Protolysegrades von der Konzentration</i></li> <li>• <i>Bestimmung des pH-Wertes von Salzlösungen</i></li> <li>• <i>Amphoterer Verhalten von Aluminium</i></li> </ul> <p><b>Gruppe B</b>  wie Gruppe A</p> <p><b>Gruppe C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Durchführen von Titrations (eine Lehranalyse), Aufnahme von pH-Kurven mit dem Computer</i></li> </ul>

Fortführung der Tabelle „Praktikumsplan des ersten Semesters“

Tag	Thema	durchzuführende Experimente
6	Säure-Base-Reaktionen, Teil II	<p><b>Gruppe A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Puffer und ihre Wirkung</i></li> <li>• <i>Herstellen von Puffern</i></li> <li>• <i>Rotkohlsaft als Indikator, Aufstellen einer „Farborgel“ mit Hilfe der vorher hergestellten Puffer</i></li> <li>• <i>Messen des pH-Wertes von Alltagssubstanzen mit Rotkohlsaft</i></li> </ul> <p><b>Gruppe B</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Durchführen von Titrationsen (davon eine Lehranalyse), Aufnahme von pH-Kurven mit dem Computer</i></li> </ul> <p><b>Gruppe C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bestimmen des pH-Wertes von Alltagslösungen</i></li> <li>• <i>Vergleich der Reaktionsfähigkeit von Salzsäure mit gleichkonz. Essigsäure</i></li> <li>• <i>Abhängigkeit des Protolysegrades von der Verdünnung</i></li> <li>• <i>Bestimmung des pH-Wertes von Salzlösungen</i></li> <li>• <i>Amphoterer Verhalten von Aluminium</i></li> </ul>
7	Säure-Base-Reaktionen, Teil III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>entsprechend andere Gruppenverteilung</i></li> </ul>
8	Quant. Best. durch Säure-Base-Titrationsen, Teil I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bestimmung der temporären Wasserhärte, des Calciumgehaltes in Eierschalen und der Säurebindekapazität von Antacida</i></li> </ul>
9	Quant. Best. durch Säure-Base-Titrationsen, Teil II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fortführung des 8. Halbtags</i></li> </ul>
10	<i>Kapitel 3: Komplexchemie</i> Komplexchemie, Teil I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Komplexreaktionen (Bildung von Hydroxo-, Ammin- und Chlorokomplexen, Stabilität von Ag(I)- und Fe(III)-Komplexen)</i></li> <li>• <i>Herstellung eines Komplexsalzes</i></li> </ul>
11	Komplexchemie, Teil II: Einf. in die Photometrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bestimmung der Ligandenfeldaufspaltung von Kupfer- und Titanquakomplexen</i></li> <li>• <i>Durchführung einer photometrischen Analyse (Lehranalyse)</i></li> </ul>
12	Komplexchemie, Teil III: Fortf. der Photometrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fortführung des 11. Halbtags</i></li> </ul>

## Fortführung der Tabelle „Praktikumsplan des ersten Semesters“

Tag	Thema	durchzuführende Experimente
13	Quant. Best. durch komplexometrische Titrationsen, Teil I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lehranalyse (Bestimmung von Ca, Mg, Al oder Zn)</i></li> <li>• <i>Bearbeitung eines Kleinprojekts zum Thema „Wasserhärte“ oder „Mineralstoffe in Arznei- und Lebensmitteln“</i></li> </ul> <p><b>Thema Wasserhärte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bestimmung der Gesamtwasserhärte</i></li> <li>• <i>Wasserenthärtungsversuche mit PNT und Zeolith</i></li> <li>• <i>Aufnahmekapazität von Zeolith</i></li> <li>• <i>Bestimmung des SASIL-Gehaltes in Waschmitteln</i></li> </ul> <p><b>Thema Mineralstoffe in Arznei- und Lebensmitteln</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bestimmung von Calcium und Magnesium in Mineralstofftabletten</i></li> <li>• <i>Eisenbestimmung in Nutella</i></li> <li>• <i>Herstellung von essigsaurer Tonerde und Qualitätskontrolle</i></li> </ul>
14	Quant. Best. durch komplexometrische Titrationsen, Teil II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fortführung des 13. Halbtags</i></li> </ul>
15	Quant. Best. durch komplexometrische Titrationsen, Teil III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fortführung des 14. Halbtags</i></li> </ul>
16	<i>Kapitel 4: Redoxreaktionen</i> Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Redoxverhalten von Mangan, Wasserstoffperoxid, Eisen und Halogenen</i></li> </ul>
17	Quant. Best. durch iodometrische und permanganometrische Titrationsen, Teil I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>permanganometrische Best. (Lehranalyse: Ca, anwendungsorientierte Analyse: Wasserstoffperoxid oder Natriumperborat)</i></li> </ul>
18	Quant. Best. durch iodometrische und permanganometrische Titrationsen, Teil II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Iodometrische Best. (Lehranalyse: Glucose oder Cu, anwendungsorientierte Analyse: Vitamin C oder schweflige Säure in Wein)</i></li> </ul>

Fortführung der Tabelle „Praktikumsplan des ersten Semesters“

Tag	Thema	durchzuführende Experimente
19	<p><i>Kapitel 5:</i> <i>Elektrochemie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektr. Leitfähigkeit</li> <li>• Elektrolyse und elektr. Strom durch deren Umkehrung</li> </ul>	<p><b>Station 1: Grundlagen der elektr. Leitfähigkeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Abhängigkeit der Leitfähigkeit von versch. Größen (Temperatur, Elektrodenabstände etc.)</i></li> <li>• <i>Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Konzentration</i></li> <li>• <i>Leitfähigkeit verschiedener Elektrolyte bei gleicher Konzentration</i></li> </ul> <p><b>Station 2: Konduktometrische Titrationsen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Konduktometrische Titration zur Bestimmung des Hydrogencarbonatgehaltes in Mineralwasser oder Bestimmung der Säurekonzentration in Cola</i></li> </ul> <p><b>Station 3: Elektrolyse und elektr. Strom durch deren Umkehrung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Reaktion von Zink und Brom in Wasser mit Temperaturmessung</i></li> <li>• <i>Elektrolyse einer Zinkbromidlösung an Kohlelektroden</i></li> <li>• <i>Umkehrung der Zinkbromid-Elektrolyse</i></li> <li>• <i>Herstellen einer Zink/Brom-Batterie</i></li> </ul>
20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faraday-Gesetze</li> <li>• Elektrogravimetrie</li> <li>• Redoxreihe der Metalle</li> <li>• Daniell-Element</li> </ul>	<p><b>Station 1: Elektrolyse und Faraday-Gesetze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>keine Versuche, nur schriftliches Informationsmaterial</i></li> </ul> <p><b>Station 2: Elektrogravimetrische Analyse von Kupfer oder Blei</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lehranalyse</i></li> </ul> <p><b>Station 3: Die Fällungs-/Redoxreihe der Metalle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fällungsreihe der Metalle</i></li> </ul> <p><b>Station 4: Das Daniell-Element</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Spannungsmessung zwischen einer Kupfer- und einer Zink-Halbzelle – das Daniell-Element</i></li> <li>• <i>Die Reaktionen im galvanischen Element <math>\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} // \text{Zn}^{2+}/\text{Zn}</math></i></li> </ul>

Fortführung der Tabelle „Praktikumsplan des ersten Semesters“

Tag	Thema	durchzuführende Experimente
21	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spannungsreihe der Metalle u. Nichtmetalle</li> <li>Normalpotentiale</li> <li>Silber-/Silberchlorid-Elektrode</li> <li>Potentiale bei Ionenumladungen</li> </ul>	<p><b>Station 1: Die Spannungsreihe der Metalle – die quantitative Redoxreihe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Die Spannungsreihe der Metalle</i></li> </ul> <p><b>Station 2: Das Messen von Normalpotentialen und die Erweiterung der Spannungsreihe durch Nichtmetalle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Messen von Normalpotentialen mit der Normal-Wasserstoffelektrode</i></li> <li><i>Potentialdifferenzen zwischen Kupferhalbzellen mit verschiedenen Kupferkomplexen</i></li> <li><i>Stellung der Halogene in der Spannungsreihe</i></li> </ul> <p><b>Station 3: Die Silber-/Silberchlorid-Elektrode und die Elektroden-Potentiale weiterer Redoxpaare</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Herstellung einer Ag/AgCl-Elektrode</i></li> <li><i>Normalpot. bei der Ionenumladung <math>Fe^{3+}/Fe^{2+}</math></i></li> <li><i>Ionenumladung <math>MnO_4^- + 8 H^+ / Mn^{2+} + 4 H_2O</math></i></li> </ul> <p><b>Station 4: Lernkontrolle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>keine Versuche</i></li> </ul>
22	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nernst-Gleichung</li> <li>Potentiometrische Titrationsen</li> </ul>	<p><b>Station 1: Die Konzentrationsabh. des Elektrodenpotentials – Einf. der Nernst-Gleichung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Potentialdifferenzen zwischen Ag-Elektroden, die in versch. konz. <math>AgNO_3</math>-Lsgg. eintauchen</i></li> <li><i>Potentialdiff. zwischen Cu-Elektroden, die in versch. konz. <math>Cu(NO_3)_2</math>-Lsgg. eintauchen</i></li> </ul> <p><b>Station 2: Funktionsweise einer Glaselektrode</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>keine Versuche</i></li> </ul> <p><b>Station 3: Potentiometrische Titrationsen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Lehranalyse (Bestimmung von Silber)</i></li> </ul> <p><b>Station 4: Die pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>keine Versuche</i></li> </ul> <p><b>Station 5: Lernkontrolle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>keine Versuche</i></li> </ul>

Fortführung der Tabelle „Praktikumsplan des ersten Semesters“

Tag	Thema	durchzuführende Experimente
23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Stromquellen</li> <li>• Zersetzungsspannungen</li> <li>• Chlor-Alkali-Elektrolyse</li> </ul>	<p><b>Station 1: Elektrochem. Stromquellen – Batterien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Trockenbatterie</i></li> <li>• <i>Zink/Luft-Batterie</i></li> </ul> <p><b>Station 2: Elektrochem. Stromquellen – Akkumulatoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bleiakkumulator</i></li> </ul> <p><b>Station 3: Elektrochem. Stromquellen – Brennstoffzellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Alkalische Brennstoffzelle</i></li> </ul> <p><b>Station 4: Zersetzungsspannungen bei Elektrolysen und die Chlor-Alkali-Elektrolyse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Elektrolyse einer Zinkchlorid-Lösung</i></li> <li>• <i>Zersetzungsspannung von Salzsäure an einer Pt- und einer Kohlelektrode</i></li> <li>• <i>Zersetzungsspannung von Salzsäure an zwei Kohleelektroden</i></li> <li>• <i>Elektrolyse einer Kochsalzlösung</i></li> <li>• <i>Elektrolyse einer NaCl-Lösung nach dem Diaphragmaverfahren</i></li> </ul>
24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al- und Cu-Herstellung</li> <li>• Korrosion und Korrosionsschutz</li> </ul>	<p><b>Station 1: Aluminium-Herstellung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Eloxieren von Aluminium</i></li> </ul> <p><b>Station 2: Kupfer-Gewinnung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>keine Versuche, nur schriftliches Informationsmaterial</i></li> </ul> <p><b>Station 3: Korrosion und Korrosionsschutz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kontaktkorrosion von Eisen</i></li> <li>• <i>Sauerstoffkorrosion von Eisen</i></li> <li>• <i>Schutz von Eisen durch Kontakt mit Zink, Verzinken von Eisen</i></li> <li>• <i>Mg-Opferanode</i></li> </ul>

## 9.3 Praktikumsplan des zweiten Semesters

Tag	Thema	durchzuführende Experimente
1	<i>Kapitel 1: Trennungsgang</i> Charakteristische Nachweisreaktionen für Anionen	Die Studenten führen verschiedene Nachweisreaktionen (darunter auch Vorproben) durch, um diese kennen zu lernen.
2	Analyse einer unbekannt Substanz aus dem Sodaauszug	<u>1. Lehranalyse</u> <u>5</u> der folgenden <u>Anionen</u> sollen mit Vorproben und aus dem Sodaauszug nachgewiesen werden:  $Cl^-$ , $NO_3^-$ , $NO_2^-$ , $PO_4^{3-}$ , $SO_4^{2-}$ , $S^{2-}$ , $CO_3^{2-}$ , $CH_3COO^-$ , $SiO_3^{2-}$ , $BO_3^{2-}$
3	Vorproben für Kationen	Es werden Vorproben für Kationen durchgeführt. Diese sind neben der Flammenspektroskopie die Phosphorsalz- und Boraxperle, die Oxidationsschmelze, das Herstellen von Rinmanns Grün und Thenards Blau sowie der Nachweis von Ammonium-Ionen.
4	HCl-Gruppe ( $Ag^+$ , $Pb^{2+}$ )	Die Studenten erhalten zunächst einige Informationen generell über den Trennungsgang sowie darüber, wie sie ihre Substanz lösen bzw. aufschließen können. Diese Informationen erfolgen jedoch nur schriftlich bzw. mündlich. Entsprechende Übungen müssen nicht durchgeführt werden. Anschließend werden die Nachweisreaktionen sowie das Trennschema der HCl-Gruppe geübt.
5	H <sub>2</sub> S-Gruppe ( $Pb^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Bi^{3+}$ )	Die Nachweisreaktionen sowie das Trennschema der H <sub>2</sub> S-Gruppe werden erprobt.
6	NH <sub>3</sub> /(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S-Gruppe ( $Fe^{3+}$ , $Al^{3+}$ , $Mn^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$ )	Zunächst werden alle Nachweisreaktionen der Gruppe an entsprechenden Salzen geübt. Danach folgt die  <u>2. Lehranalyse</u> Die Analysesubstanz enthält <u>3 Kationen</u> der NH <sub>3</sub> /(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S-Gruppe ( $Fe^{3+}$ , $Al^{3+}$ , $Mn^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$ ), die nachzuweisen sind.
7	Fortführung des 6. Halbtags	An diesem Tag kann nachgearbeitet werden.

Fortführung der Tabelle „Praktikumsplan des zweiten Semesters“

Tag	Thema	durchzuführende Experimente
8	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -Gruppe ( $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ ) und Lösliche Gruppe ( $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ )	Zunächst werden alle Nachweisreaktionen der beiden Gruppen an entsprechenden Salzen geübt. Danach folgt die  <u>3. Lehranalyse</u> Die Analysesubstanz enthält <u>3-4 Kationen</u> der $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ - und der Löslichen Gruppe ( $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ ), die nachzuweisen sind.
9	Vollanalyse	<u>4. Lehranalyse (Vollanalyse)</u> Die Analysesubstanz enthält <u>7-10 Ionen</u> , die nachzuweisen sind.
10	Vollanalyse	Fortführung des 9. Halbtags
11	Vollanalyse	Fortführung des 10. Halbtags
12	Qual. Analyse einer Münze oder eines Getränks	Die Studenten können sich aussuchen, was sie analysieren.
13	Reserve	Sollte noch jemand Zeit für diverse Analysen benötigen, kann er diesen Praktikumstag dafür nutzen.
14	Entsorgung	An diesem Tag sollen die angefallenen Chemikalienabfälle von den Studenten umweltgerecht aufgearbeitet werden.
15-19	<i>Kapitel 2: Lernzirkel Stoffe</i> Stoffe – ihre Eigenschaften, ihr Vorkommen und ihre Verwendung	<b>Station 1:</b> Luft – eine wichtige Ressource  <b>Station 2:</b> Alkali- und Erdalkalimetalle – alleine trifft man sie selten an  <b>Station 3:</b> Edelgase – kaum zur Reaktion bereit  <b>Station 4:</b> Anorganische Werkstoffe – Mörtel, Glas, Graphit & Co  <b>Station 5:</b> Beispiele industrieller Grundchemikalien  <b>Station 6:</b> Halogene – Elemente des Meeres  <b>Station 7:</b> Metalle – Vorkommen, Gewinnung und Verwendung

Fortführung der Tabelle „Praktikumsplan des zweiten Semesters“

<b>Tag</b>	<b>Thema</b>	<b>durchzuführende Experimente</b>
20	<i>Kapitel 3: Moderne Analytik</i> Röntgenstrukturanalyse	<i>Theorie und Demonstration der Methode.</i>
21	Elektronenmikroskopie	<i>Theorie und Demonstration der Methode.</i>
22	Massenspektrometrie	<i>Theorie und Demonstration der Methode.</i>
23-28	<i>Kapitel 4: Projektarbeit</i> Projektarbeit	<i>Das Thema wird von den Studenten selbst bestimmt.</i>
29	Präsentation der Projektarbeit	

## 9.4 Fragebogen nach dem ersten Semester

<p style="text-align: center;"><b>Evaluation des Praktikums</b> <b>„Allgemeine und Anorganische Chemie, Teil I“</b></p>
---

LIEBE STUDENTINNEN, LIEBE STUDENTEN,

Nun haben Sie bereits Ihr erstes Praktikum in Allgemeiner und Anorganischer Chemie absolviert. Ich hoffe, Sie haben es noch nicht bereut, Chemie zu studieren!

Es interessiert mich jetzt natürlich sehr, wie Sie das vergangene Semester empfunden haben. War es effektiv, haben Sie etwas gelernt und hat es Ihnen vielleicht sogar Spaß gemacht? Oder hat es Sie vielmehr überfordert oder fanden Sie es eher langweilig? Diese und andere Fragen würde ich gerne von Ihnen beantwortet bekommen. Dazu soll u.a. dieser Fragebogen dienen.

Für die Auswertung Ihres Fragebogens benötige ich eine Kennziffer von Ihnen. Sie können z.B. das Geburtsdatum Ihrer Mutter angeben.

_ _	_ _	_ _
-----	-----	-----

UND NUN VIEL SPAß BEIM AUSFÜLLEN! IHRE BRITTA HEIDENESCHER

Datum: \_\_\_\_\_

## 1 Generelles Meinungsbild

1.1 Wie bewerten Sie an dieser Veranstaltung die fachwissenschaftliche Ausbildung?

*sehr gut*  *gut*  *es geht so*  *schlecht*  *sehr schlecht*

1.2 Wie bewerten Sie die experimentelle Ausbildung?

*sehr gut*  *gut*  *es geht so*  *schlecht*  *sehr schlecht*

1.3 Wie bewerten Sie diese Veranstaltung hinsichtlich einer praktischen Vorbereitung auf die Schule?

*sehr gut*  *gut*  *es geht so*  *schlecht*  *sehr schlecht*

1.4 Ergänzen Sie bitte durch Ankreuzen die fehlenden Worte.

	sehr oft	oft	manchmal	selten	nie
Die Veranstaltungen haben mir (...) Spaß gemacht.	<input type="checkbox"/>				
Ich fand es (...) anstrengend.	<input type="checkbox"/>				
Ich war (...) überfordert.	<input type="checkbox"/>				
(...) fand ich es langweilig.	<input type="checkbox"/>				
Ich fand es (...) interessant.	<input type="checkbox"/>				
Ich hatte (...) das Gefühl, eine Menge zu lernen.	<input type="checkbox"/>				

1.5 Wie hoch bewerten Sie den Anspruch der Veranstaltung?

*sehr hoch*  *hoch*  *mittelmäßig*  *niedrig*  *sehr niedrig*

1.6 Waren die Veranstaltungen für Sie als Anfänger machbar?

*ja*  *teil, teils*  *nein*

1.7 Erschienen Ihnen die behandelten Themen für ein Studium des Höheren Lehramts angemessen.

*ja*  *teil, teils*  *nein*

1.8 Falls nicht, was passte Ihrer Meinung nach nicht in dieses Studium hinein?

---



---



---

## 2 Bewertung der Praktika

2.1 Kreuzen Sie bitte an, inwieweit die folgenden Äußerungen zutreffen.

	Trifft zu.	Trifft teilweise zu.	Trifft nicht zu.
Im Großen und Ganzen waren die Praktika gut organisiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zur Durchführung der Experimente war genügend Zeit vorhanden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Anordnung der Themen erschien mir logisch und sinnvoll – ich konnte den roten Faden wiederkehrender chemischer Prinzipien erkennen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 3 Bewertung der Seminare

3.1 Kreuzen Sie bitte auch hier an, inwieweit die folgenden Äußerungen zutreffen.

	Trifft zu.	Trifft teilweise zu.	Trifft nicht zu.
Durch die Seminare wurde ich auf die jeweiligen Praktikumstage gut vorbereitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die einzelnen Themen wurden verständlich präsentiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auftretende Fragen wurden zufriedenstellend beantwortet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Um die Inhalte zu verstehen, musste ich häufig Fachliteratur zur Hand nehmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der zeitliche Umfang (1 Stunde vor jedem Praktikumstag) war ausreichend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4 Bewertung des Skripts

Begleitend zum Praktikum und den Seminaren erhielten Sie ein ausführliches Skript. Welche Rolle spielte dieses Skript bei Ihrer Arbeit? Haben Sie es regelmäßig gelesen und fanden Sie es hilfreich? Beantworten Sie bitte dazu folgende Fragen.

4.1 Wie ausführlich haben Sie sich mit dem Skript auseinandergesetzt?

Folgende Bestandteile des Skripts habe ich (...) gelesen.	regelmäßig	nicht regelmäßig
Versuchsdurchführungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Theorie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Exkurse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
R/S-Sätze (für bei den Experimenten verwendete Chemikalien)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2 Wie bewerten Sie die Inhalte des Skripts?

	gut	teils, teils	weniger gut
Versuchsdurchführungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Theorie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Exkurse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
R/S-Sätze (für bei den Experimenten verwendete Chemikalien)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Der regelmäßige Umgang mit Chemikalien und Geräten ist für die meisten von Ihnen neu und ungewohnt.

4.3 Waren die in dem Skript aufgeführten Hinweise bezüglich dieser Dinge (z.B. R/S-Sätze, Anleitungen zum Umgang mit Saugflaschen, Büretten etc.) ausreichend?

*ja*                       *teil, teils*                       *nein*

4.4 Wenn nicht, was hat gefehlt?

---



---



---

4.5 Fühlen Sie sich mittlerweile im Umgang mit Chemikalien und den Gerätschaften sicher?

*ja*                       *teil, teils*                       *nein*

4.6 Falls dies nicht der Fall ist, womit haben Sie noch Schwierigkeiten und was sollte demnach noch verstärkt behandelt werden?

---

---

---

Bei der Anfertigung des Skripts wurde darauf geachtet, nach den Versuchsdurchführungen für die anfallenden Chemikalienabfälle Entsorgungsratschläge zu geben, die Sie in der Schule anwenden können. Dies soll zum einen verhindern, dass sich später bei Ihnen „literweise“ Chemikalienreste anhäufen, zum anderen soll es dazu beitragen, dass Sie ein realistischeres Gefahrenbewusstsein bezüglich der verwendeten Substanzen bekommen.

4.7 Haben Sie die Entsorgungsratschläge regelmäßig gelesen?

*ja*                       *teil, teils*                       *nein*

4.8 Fanden Sie sie hilfreich?

*ja*                       *teil, teils*                       *nein*

4.9 Wenn nicht, was ist der Grund?

---

---

---

4.10 Was sollte Ihrer Meinung nach insgesamt zusätzlich im Skript enthalten sein?

---

---

---

## 5 Sonstiges

5.1 Geben Sie bitte an, wie viel Stunden Sie im Durchschnitt pro Woche für die Vor- und Nachbereitung der Praktikumstage (inkl. Protokolle) aufgewendet haben.

zur Vorbereitung: \_\_\_\_\_ Stunden

zur Nachbereitung: \_\_\_\_\_ Stunden

5.2 Wie oft haben Sie zur Vor- und Nachbereitung der Themen Fachliteratur hinzugezogen?

*nie*  *selten*  *manchmal*  *oft*  *sehr oft*

5.3 Welche Bücher haben Sie dabei verwendet?

---



---



---

5.4 Wie bewerten Sie den Arbeitsaufwand für die Protokolle?

*angemessen*  *zu hoch*  *zwar hoch, aber durch den Lerneffekt gerechtfertigt*

## 6 Bewertung der einzelnen Themen

Insgesamt war die Veranstaltung in verschiedene Themengebiete untergliedert. Nach einer ersten Einführung in einfache Arbeitstechniken lernten Sie zunächst allgemeine Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen kennen. Mit diesem Vorwissen konnten Sie sich dann mit speziellen Reaktionstypen auseinandersetzen, bei denen Sie sich sowohl mit Grundlagen als auch mit Anwendungen in der Maßanalyse beschäftigten.

6.1 Wie fanden Sie das Arbeiten mit den einzelnen Themengebieten? Vielleicht fällt Ihnen ja noch ein, was Ihnen besonders gut gefallen hat oder was Sie absolut störte. Dann sollten Sie dies auf jeden Fall anmerken, damit in Zukunft darauf entsprechend reagiert werden kann.

Insgesamt fand ich folgende Themengebiete (...)	gut	es ging so	nicht so gut	teils, teils	Besonders/weniger gefallen hat mir dabei...
Erste Arbeitstechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Allgemeine Kennzeichen chemischer Reaktionen (Der stoffliche und energetische Aspekt, Geschwindigkeiten chemischer Reaktionen, Das chemische Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Insgesamt fand ich folgende Themengebiete (...)	gut	es ging so	nicht so gut	teils, teils	Besonders/weniger gefallen hat mir dabei...
Säure-Base-Reaktionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Komplexchemie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Redoxreaktionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Elektrochemie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Unterricht lebt von Methodenvielfalt. Daher ist es für Sie als zukünftige Lehrerinnen und Lehrer wichtig, Methodenkompetenz zu erlangen. Aus diesem Grund wurde während der Konzeptionierung der Veranstaltung darauf geachtet, unterschiedliche und für Sie bestimmt auch neue Unterrichtsmethoden anzuwenden und Ihnen somit nahe zu bringen. Dies soll im kommenden Semester noch erweitert werden.

6.2 Wie bewerten Sie das Arbeiten mit den für Sie neuen Methoden. Haben Ihnen die angebotenen Materialien gefallen?

Insgesamt hat mir die <b>Methode</b> (...) gefallen.	sehr gut	gut	teilweise	nicht so gut	Anmerkungen
Gruppenpuzzle „ <i>Chemisches Gleichgewicht</i> “	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kleinprojekt „ <i>Wasserhärte</i> “ bzw. „ <i>Mineralstoffe in Arznei- und Lebensmitteln</i> “	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Stationenarbeit (Lernzirkel) „ <i>Elektrochemie</i> “	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Die <b>Materialien</b> haben mir (...) gefallen.	sehr gut	gut	teilweise	nicht so gut	Anmerkungen
Gruppenpuzzle „ <i>Chemisches Gleichgewicht</i> “	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kleinprojekt „ <i>Wasserhärte</i> “ bzw. „ <i>Mineralstoffe in Arznei- und Lebensmitteln</i> “	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Stationenarbeit (Lernzirkel) „ <i>Elektrochemie</i> “	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

6.3 Würden Sie diese Methoden auch in der Schule anwenden?

*ja*                       *teil, teils*                       *nein*

6.4 Im Laufe dieses Semesters wurde sehr viel von Ihnen verlangt (die Fragen 1.5 und 1.6 gingen bereits darauf ein). War Ihnen die einführende Vorlesung, die Sie während Ihres ersten Fachsemesters besucht haben, für diese Veranstaltung eine Hilfe?

*ja*                       *teil, teils*                       *nein*

6.5 Sind Sie der Meinung, dass ein zusätzlicher „Vorkurs“ parallel zur Vorlesung als Vorbereitung für diese Veranstaltung notwendig wäre?

*ja*                       *nein*

6.6 Wenn ja, was sollte in diesem „Vorkurs“ behandelt werden?

---



---



---

6.7 Insgesamt war diese Veranstaltung von den Inhalten sehr umfangreich. Hatten Sie trotzdem das Gefühl, dass etwas zu kurz gekommen ist? Wenn ja, was?

---



---



---

6.8 Was wurde Ihrer Meinung nach unnötigerweise behandelt?

---



---

## 7 Selbsteinschätzung kognitiver Kompetenzen

7.1 Im Verlauf des vergangenen Semesters haben Sie eine Menge über grundlegende Sachverhalte und Gesetzmäßigkeiten der Allgemeinen und Anorganischen Chemie erfahren. Zudem haben Sie einige kognitive Fähigkeiten wie z.B. das Aufstellen von Reaktionsgleichungen erlernt, die für das Arbeiten in der Chemie unerlässlich sind. Natürlich kann keiner von Ihnen verlangen, dass Sie nun ein Wissen aufweisen, das dem eines Chemikers entspricht, der sich seit Jahren mit solchen Dingen beschäftigt. Denken Sie daher bei der nächsten Frage daran, welcher Anspruch in diesem Semester an Sie gestellt wurde. Wenn Sie dies im Auge behalten, wie hoch würden Sie persönlich Ihr Verständnis über folgende Themen und ihre kognitiven Fähigkeiten einschätzen?

	sehr hoch	hoch	befriedigend	ausreichend	schlecht
Energetische Umsetzungen bei chemischen Reaktionen	<input type="checkbox"/>				
Qualitative Aspekte von Reaktionsgeschwindigkeiten	<input type="checkbox"/>				
Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	<input type="checkbox"/>				
Aufstellen von Reaktionsgleichungen (unabhängig vom Reaktionstyp)	<input type="checkbox"/>				
Ansetzen von Lösungen bestimmter Konzentration	<input type="checkbox"/>				
Gravimetrie	<input type="checkbox"/>				
Säure-Base-Reaktionen als Reaktionstyp	<input type="checkbox"/>				
Berechnung von pH-Werten starker und schwacher Säuren/Laugen	<input type="checkbox"/>				
Puffer	<input type="checkbox"/>				
Säure-Base-Titrationen	<input type="checkbox"/>				
Interpretation von pH-Kurven	<input type="checkbox"/>				
Berechnungen im Zusammenhang mit quantitativen Analysen (z.B. von Stoffmengenkonzentrationen aus den Titrationsäquivalenzpunkten - unabhängig vom Reaktionstyp)	<input type="checkbox"/>				
Komplexreaktionen als Reaktionstyp	<input type="checkbox"/>				
Komplexbindungen als Bindungstyp	<input type="checkbox"/>				
Ligandenfeldaufspaltung bei Komplexen	<input type="checkbox"/>				

	sehr hoch	hoch	befriedigend	ausreichend	schlecht
Farbigkeit von Komplexen	<input type="checkbox"/>				
Photometrie	<input type="checkbox"/>				
Wasserhärte	<input type="checkbox"/>				
Komplexometrie	<input type="checkbox"/>				
Redoxreaktionen als Reaktionstyp	<input type="checkbox"/>				
Permanganometrie	<input type="checkbox"/>				
Iodometrie	<input type="checkbox"/>				
Elektrochemische Reaktionen als Spezialfall von Redoxreaktionen	<input type="checkbox"/>				
Elektrochemische (galvanische) Elemente	<input type="checkbox"/>				
Elektrolyse-Prozesse	<input type="checkbox"/>				
Auftreten von Potentialdifferenzen	<input type="checkbox"/>				
Spannungsreihe	<input type="checkbox"/>				
Berechnung von Potentialen und Potentialdifferenzen	<input type="checkbox"/>				
Umgang mit der Nernst-Gleichung	<input type="checkbox"/>				
Funktionsweise elektrochemischer Spannungsquellen	<input type="checkbox"/>				
Korrosionsvorgänge	<input type="checkbox"/>				
Konduktometrische Titrationsen	<input type="checkbox"/>				
Potentiometrische Titrationsen	<input type="checkbox"/>				
Elektrogravimetrie	<input type="checkbox"/>				

## 8 Selbsteinschätzung der experimentellen Fähigkeiten

8.1 Neben den kognitiven Fähigkeiten, die bei Ihnen in bezug auf chemische Aspekte geschult wurden, haben Sie gelernt, praktisch zu arbeiten und zu experimentieren – eine Kompetenz, die für Sie als zukünftiger Lehrer/zukünftige Lehrerin unverzichtbar ist. Fühlen Sie sich nun in der Lage, beispielsweise in ihrem ersten Schulpraktikum, gewisse Dinge eigenständig durchzuführen?

	Das kriege ich hin.	Auf dem Gebiet fühle ich mich noch etwas unsicher. Aber mit ein paar Hilfestellungen würde das schon klappen.	Dazu fühle ich mich nicht kompetent genug. Ich werde wohl eher die Finger davon lassen.
Ansetzen von Lösungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durchführung einfacher „Reagenzglasversuche“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Titrieren im Makromaßstab (unabhängig vom Reaktionstyp)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Titrieren im Halbmikromaßstab	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durchführung einer gravimetrischen Analyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aufbau elektrischer Messkreise und Durchführung entsprechender Versuche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Messwernerfassung mit dem PC (z.B. bei Titrationen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Präsentation von Petrischalenexperimenten über einen Overheadprojektor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Generell: Durchführung eines Experimentes anhand einer vorgegebenen Versuchsdurchführung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 9 Berufsorientierung

- 9.1 Bei meiner Befragung der hessischen Chemiereferendare im Jahr 1999 forderten die Befragten vor allem eine verstärkte Berufsorientierung des Chemiestudiums. Mit dem neuen Konzept der Veranstaltungen „Allgemeine und Anorganische Chemie“ soll diesem Wunsch entsprochen werden. Ist dies Ihrer Meinung nach im ersten Praktikumssemester gelungen? Kreuzen Sie bitte an, welche Aussagen zutreffen und welche nicht.

	Trifft zu.	Trifft teilweise zu.	Trifft nicht zu.
Ich hatte oft das Gefühl, dass diese Veranstaltung lediglich eine verkürzte Diplom-Ausbildung und von daher kaum berufsspezifisch ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Inhalte erschienen mir häufig abstrakt und ohne jeden Praxisbezug.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die behandelten Themen stimmen gut mit dem Stoff überein, den ich in Zukunft meinen Schülern vermitteln muss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Maß an Berufsorientierung in dieser Veranstaltung reicht nicht aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich hatte das Gefühl, in diesem Semester in der Chemie eine Veranstaltung zu besuchen, die mich auf meinen späteren Beruf gut vorbereitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Veranstaltung enthielt immer wieder Aspekte, die ich als zukünftiger Lehrer gebrauchen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 10 Persönliche Anmerkungen

---



---



---



---



---



---

*Vielen Dank!*

## 9.5 Fragebogen nach dem zweiten Semesters

### Evaluation des Praktikums „Allgemeine und Anorganische Chemie, Teil II“

LIEBE STUDENTINNEN, LIEBE STUDENTEN,

mit diesem Semester haben Sie nun den größten Abschnitt Ihrer Ausbildung in Anorganischer Chemie hinter sich. Herzlichen Glückwunsch!

Und auch diesmal interessiert es mich natürlich, wie Sie das vergangene Semester bewerten. Um dies herauszufinden, sollen die folgenden Fragen und ein abschließendes Gespräch dienen.

Geben Sie aber bitte zunächst noch Ihre persönliche Kennzahl in die folgenden Kästchen ein.

_ _	_ _	_ _
-----	-----	-----

VIEL SPAß BEIM AUSFÜLLEN! IHRE BRITTA FRESE.

Datum: \_\_\_\_\_

### 1 Generelles Meinungsbild

1.1 Wie bewerten Sie in diesem Semester die fachwissenschaftliche Ausbildung?

*sehr gut*  *gut*  *es geht so*  *schlecht*  *sehr schlecht*

1.2 Wie bewerten Sie die experimentelle Ausbildung?

*sehr gut*  *gut*  *es geht so*  *schlecht*  *sehr schlecht*

1.3 Wie bewerten Sie diese Veranstaltung hinsichtlich einer praktischen Vorbereitung auf die Schule?

*sehr gut*  *gut*  *es geht so*  *schlecht*  *sehr schlecht*

## 2 Bewertung der einzelnen Semesterabschnitte

Dieses Semester war in vier mehr oder weniger umfangreiche Abschnitte aufgeteilt. Da sich diese Abschnitte stark voneinander unterscheiden, sollen sie getrennt beurteilt werden.

### 2.1 Trennungsgang

2.1.1 Ergänzen Sie bitte durch Ankreuzen die fehlenden Worte.

	sehr oft	oft	manchmal	selten	nie
Die Veranstaltungen haben mir (...) Spaß gemacht.	<input type="checkbox"/>				
Ich fand es (...) anstrengend.	<input type="checkbox"/>				
Ich war (...) überfordert.	<input type="checkbox"/>				
(...) fand ich es langweilig.	<input type="checkbox"/>				
Ich fand es (...) interessant.	<input type="checkbox"/>				
Ich hatte (...) das Gefühl, eine Menge zu lernen.	<input type="checkbox"/>				

2.1.2 Erschien Ihnen das Arbeiten mit dem Trennungsgang für ein Studium des Höheren Lehramts angemessen bzw. sinnvoll?

*ja*       *teil, teils*       *nein*

2.1.3 Geben Sie bitte eine kurze Begründung.

---



---



---

2.1.4 Kreuzen Sie bitte an, inwieweit die folgenden Äußerungen für die Laborarbeit zutreffen.

	Trifft zu.	Trifft teilweise zu.	Trifft nicht zu.
Im Großen und Ganzen waren die Praktika gut organisiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zur Durchführung der Experimente war genügend Zeit vorhanden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das abschließende eigenständige Entsorgen anfallender Chemikalienreste fand ich gut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.1.5 Kreuzen Sie bitte hier an, inwieweit die folgenden Äußerungen für die Seminare zutreffen.

	Trifft zu.	Trifft teilweise zu.	Trifft nicht zu.
Durch die Seminare wurde ich auf die jeweiligen Praktikumstage gut vorbereitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die einzelnen Themen wurden verständlich präsentiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auftretende Fragen wurden zufriedenstellend beantwortet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Um die Inhalte zu verstehen, musste ich häufig Fachliteratur zur Hand nehmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der zeitliche Umfang (1 Stunde vor jedem Praktikumstag) war ausreichend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.1.6 **Anmerkungen:**

---



---



---

## 2.2 Stoffzirkel

2.2.1 Im Rahmen des Stoffzirkels haben Sie an verschiedenen Stationen schulrelevante Themengebiete kennen gelernt, die Sie über alltags- und praxisorientierte Fakten einzelner Stoffklassen informierten. Wie fanden Sie das Arbeiten mit den einzelnen Themengebieten? Vielleicht fällt Ihnen ja noch ein, was Ihnen besonders gut gefallen hat oder was Sie absolut störte. Dann sollten Sie dies auf jeden Fall anmerken, damit in Zukunft darauf entsprechend reagiert werden kann.

Insgesamt fand ich folgende Themengebiete (...)	gut	es ging so	nicht so gut	teils, teils	Besonders/weniger gefallen hat mir dabei...
Luft – eine wichtige Ressource	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Alkali- und Erdalkalimetalle – alleine trifft man sie selten an	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Insgesamt fand ich folgende Themengebiete (...)	gut	es ging so	nicht so gut	teils, teils	Besonders/weniger gefallen hat mir dabei...
Edelgase – kaum zur Reaktion bereit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Anorganische Werkstoffe – Mörtel, Glas, Graphit & Co	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Beispiele industrieller Grundchemikalien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Halogene – Elemente des Meeres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Metalle – Vorkommen, Gewinnung und Verwendung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

2.2.2 Waren Sie in der Lage, sich den Lernstoff eigenständig mithilfe der im Skript zur Verfügung stehenden Informationen und entsprechender Fachbücher anzueignen?

*ja*                       *es geht so*                       *nein*

2.2.3 Hätten Sie gerne zusätzlich Seminare gehabt?

*ja*                       *nicht unbedingt*

2.2.4 **Anmerkungen:**

---

---

---

**2.3 Moderne Analytik**

2.3.1 Wie gut hat Ihnen das Kennenlernen der verschiedenen Analysemethoden gefallen?

*sehr gut*  *gut*  *es geht so*  *schlecht*  *sehr schlecht*

2.3.2 Wenn Ihnen etwas nicht so gefallen hat, woran lag es?

---

---

---

2.3.3 Halten Sie diese Einheit für die Ausbildung von Studenten des Höheren Lehramts für sinnvoll?

*ja*  *teils, teils*  *nein*

2.3.4 Was hätten Sie gerne zusätzlich erfahren oder gemacht?

---

---

**2.4 Projektarbeit**

2.4.1 Wie hat Ihnen insgesamt das Arbeiten an einem Projekt gefallen?

*sehr gut*  *gut*  *es geht so*  *schlecht*  *sehr schlecht*

2.4.2 Gefiel es Ihnen, eigenständig zu arbeiten?

*ja*  *es geht so*  *nein*

2.4.3 Was hat Ihnen besonders gefallen?

---

---

---

2.4.4 Was hat Sie gestört?

---

---

---

2.4.5 Was haben Sie bei der Projektarbeit alles gelernt? Denken Sie dabei nicht nur an kognitive und psychomotorische Fähigkeiten, sondern auch an so genannte Schlüsselqualifikationen?

---

---

---

2.4.6 Wie bewerten Sie demnach den Lerneffekt dieser Unterrichtsmethode?

*sehr hoch*  *hoch*  *mittelmäßig*  *gering*  *sehr gering*

2.4.7 **Anmerkungen:**

---

---

---

### 3 Bewertung des Skripts

Begleitend zum Praktikum und den Seminaren erhielten Sie ein ausführliches Skript. Welche Rolle spielte dieses Skript bei Ihrer Arbeit? Haben Sie es regelmäßig gelesen und fanden Sie es hilfreich? Beantworten Sie bitte dazu folgende Fragen.

3.1 Wie ausführlich haben Sie sich mit dem Skript auseinandergesetzt?

Folgende Bestandteile des Skripts habe ich (...) gelesen.	regelmäßig	nicht regelmäßig
Versuchsdurchführungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Theorie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Exkurse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.2 Wie bewerten Sie die Inhalte des Skripts?

	gut	teils, teils	weniger gut
Versuchsdurchführungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Theorie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Exkurse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.3 Was sollte Ihrer Meinung nach insgesamt zusätzlich im Skript enthalten sein?

---



---



---

**4 Sonstiges**

4.1 Geben Sie bitte an, wie viel Stunden Sie im Durchschnitt pro Woche für die Vor- und Nachbereitung der Praktikumstage (inkl. Protokolle) aufgewendet haben.

zur Vorbereitung: \_\_\_\_\_ Stunden

zur Nachbereitung: \_\_\_\_\_ Stunden

4.2 Wie oft haben Sie zur Vor- und Nachbereitung der Themen Fachliteratur hinzugezogen?

*nie*       *selten*       *manchmal*       *oft*       *sehr oft*

4.3 Welche Bücher haben Sie dabei verwendet?

---



---

4.4 Wie bewerten Sie den Arbeitsaufwand für die Protokolle?

*angemessen*       *zu hoch*       *zwar hoch, aber durch den Lerneffekt gerechtfertigt*

4.5 Insgesamt war diese Veranstaltung von den Inhalten sehr umfangreich. Hatten Sie trotzdem das Gefühl, dass etwas zu kurz gekommen ist? Wenn ja, was?

---



---



---

4.6 Was wurde Ihrer Meinung nach unnötigerweise behandelt?

---



---

## 5 Selbsteinschätzung kognitiver und experimenteller Kompetenzen

5.1 Wie hoch würden Sie persönlich Ihr Verständnis über folgende Themen bzw. Ihre kognitiven Fähigkeiten einschätzen?

	sehr hoch	hoch	befriedigend	ausreichend	schlecht
Löslichkeitsprodukt	<input type="checkbox"/>				
Aufstellen von Reaktionsgleichungen (Vorhersagen von Reaktionsprodukten)	<input type="checkbox"/>				
Ausgleichen von Reaktionsgleichungen	<input type="checkbox"/>				
Zeichnen von Strukturformeln	<input type="checkbox"/>				
Aufbau des Periodensystems	<input type="checkbox"/>				
Tendenzen im Periodensystem	<input type="checkbox"/>				
Stoffeigenschaften	<input type="checkbox"/>				
Gefahrenpotential von Stoffen	<input type="checkbox"/>				
Vorkommen von Stoffen	<input type="checkbox"/>				
Gewinnung bzw. Herstellung von Stoffen	<input type="checkbox"/>				
Verwendung von Stoffen	<input type="checkbox"/>				
Einblick in Röntgenstrukturanalyse	<input type="checkbox"/>				
Einblick in Rasterelektronenmikroskopie	<input type="checkbox"/>				
Einblick in Massenspektrometrie	<input type="checkbox"/>				
Gewässeruntersuchungen	<input type="checkbox"/>				

## 5.2 Fühlen Sie sich in der Lage, gewisse experimentelle Arbeiten eigenständig durchzuführen?

	Das kriege ich hin.	Auf dem Gebiet fühle ich mich noch etwas unsicher. Aber mit ein paar Hilfestellungen würde das schon klappen.	Dazu fühle ich mich nicht kompetent genug. Ich werde wohl eher die Finger davon lassen.
Ansetzen von Lösungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durchführung einfacher „Reagenzglasversuche“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aufbau einer Apparatur mit Gaswaschflaschen und Wasserstrahlpumpe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeiten mit Druckgasflaschen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aufbau elektrischer Messkreise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eisenherstellung mit dem Hochofen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gewässeruntersuchungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 6 Berufsorientierung

6.1 Auch diesmal soll danach gefragt werden, ob es mit diesem Praktikumssemester gelungen ist, Sie als Lehrämter auf Ihren zukünftigen Beruf vorzubereiten und somit Ihre Ausbildung berufsorientiert zu gestalten. Kreuzen Sie bitte an, welche Aussagen zutreffen und welche nicht.

	Trifft zu.	Trifft teilweise zu.	Trifft nicht zu.
Ich hatte oft das Gefühl, dass diese Veranstaltung lediglich eine verkürzte Diplom-Ausbildung und von daher kaum berufsspezifisch ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Inhalte erschienen mir häufig abstrakt und ohne jeden Praxisbezug.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die behandelten Themen stimmen gut mit dem Stoff überein, den ich in Zukunft meinen Schülern vermitteln muss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Maß an Berufsorientierung in dieser Veranstaltung reicht nicht aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich hatte das Gefühl, in diesem Semester in der Chemie eine Veranstaltung zu besuchen, die mich auf meinen späteren Beruf gut vorbereitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Veranstaltung enthielt immer wieder Aspekte, die ich als zukünftiger Lehrer gebrauchen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 6.2 Fachdidaktiker fordern, Chemieunterricht nicht zu stark durch die Fachwissenschaft prägen zu lassen, sondern vielmehr nach den Schülern und deren Lebenswelt auszurichten. Wenn Sie über Ihren eigenen Chemieunterricht nachdenken, würden Sie sagen, dass dieser stark fachwissenschaftlich oder eher praxis- und alltagsorientiert war?

---

---

---

- 6.3 Wie würden Sie nach Ihrem jetzigen Standpunkt selber Chemie unterrichten?

---

---

---

**7 Persönliche Anmerkungen**

---

---

---

---

---

---

*Vielen Dank!*



## Literaturverzeichnis

BASTIAN, J., Miteinander lehren – voneinander lernen in: de Lorent, H.-P., Köpke, A. (Hrsg.), Kursbuch Lehrerbildung, Hamburg 1997, S. 99-111

BAUER, R., Schülergerechtes Arbeiten in der Sekundarstufe I – Lernen an Stationen, Berlin 1997

BAYER, M. et al., Ausgewählte Ergebnisse einer Untersuchung über strukturelle Veränderungen in den Lehramtsstudiengängen, in: Erziehungswissenschaft (1990) 2, S. 24-86

BECKER, G., Dafür sind wir nicht ausgebildet! in: de Lorent, H.-P., Köpke, A. (Hrsg.), Kursbuch Lehrerbildung, Hamburg 1997, S. 41-50

BECKER, H.J., Chemie – Ein unbeliebtes Schulfach, in: MNU 31 (1978), S. 455

BECKER, H.J., GLÖCKNER, W., HOFFMANN, F., JÜNGEL, G., Fachdidaktik Chemie, Köln 1980

BECKER, H.J., JÜNGEL, G., Schülereinstellungen und Leistungen im Unterrichtsfach Chemie, Frankfurt 1982

BECKER, H.J., HILDEBRANDT, H., Zur Situation der Lehrerausbildung im Fachgebiet Didaktik der Chemie – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, in: Zeitsch.f.Did.d.Naturwiss. 4 (1998) 3, S. 43-59

BLUME, R., Was erwarten Schüler im Chemieunterricht? in: Härtel, H. (Hrsg.), Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach 1982, S. 113

BORTZ, J., Statistik für Sozialwissenschaftler, 4. Aufl., Berlin 1993

BRÄMER, R., BOLTE, G., Die heile Welt der Wissenschaft, in: Soz.Nat (1983)

BÜHL, A., ZÖFEL, P., SPSS Version 8 – Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, Bonn 1999

BÜNDER, W. et al., IPADAC – Ein integriertes Praktikum zum Abbau von Defiziten in der Ausbildung der Chemielehrer, Hochschuldidaktische Materialien, Bd. 71, Hamburg 1979

CHEMIE IN DER SCHULE 45 (1998) 4, S. 259

CZERWENKA, K., NOLLE, K., Lehrerausbildung unter besonderer Berücksichtigung der 1. und 2. Phase, in: Forum E, 50 (1997) 1, S. 10-14

DAS UNABHÄNGIGE HOCHSCHULMAGAZIN, Kaum Vorbereitung auf Beruf, 53 (1997) 11, S. 6

FÖLLING-ALBERS, M., Schule in veränderter Kindheit, in: Verantwortung – Friedrich Jahresheft 1992, S. 136-138

FREY, K., Die Projektmethode, Weinheim 1998

FREY, K., Die Projektmethode, in: Wiechmann, J. (Hrsg.), Zwölf Unterrichtsmethoden – Vielfalt für die Praxis, Weinheim 1999, S. 155-162

FREY-EILING, A., FREY, K., Gruppenpuzzle, in: Wiechmann, J. (Hrsg.), Zwölf Unterrichtsmethoden – Vielfalt für die Praxis, Weinheim 1999, S. 50-57

FULL, R., RUF, W., Highlights over head – Petrischalenexperimente in der Overhead-Projektion, Skript zum GDCh-Experimentalworkshop am 11.11.1999 in Darmstadt

GDCH (Hrsg.), Denkschrift zur Lehrerbildung für den Chemieunterricht in den Altersstufen der Zehn- bis Fünfzehnjährigen, Frankfurt am Main 1983

GDCH (Hrsg.), Denkschrift zur Chemielehrerausbildung und Chemieunterricht – Konzepte und Konsequenzen, Frankfurt am Main 1992a

GDCH (Hrsg.), Denkschrift zur Lehrerbildung für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II, Frankfurt am Main 1992b

GDCH (Hrsg.), Empfehlung der Studienreformkommission zum Studium Lehramt Sekundarstufe II, Vorlage zur Diskussion im Rahmen der 17. Fortbildungs- und Vortragstagung „Chemieunterricht auf dem Weg ins dritte Jahrtausend“, Köln 2000

GEORGE, R., Experimentelle Zugänge zur Realität, Dissertation, Kassel 1989

GEW, Positionspapier der GEW „Positive Ansätze, die zu kurz greifen“ – Anmerkungen zu den Empfehlungen der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) zur Lehrer(innen)bildung, in: Köhler, G. et al. (Hrsg.), Professionalität und Polyvalenz, Dokumentation der 18. GEW-Sommerschule 1998, S. 381-390

GEW, Diskussionspapier der GEW „Reform der Lehrer(innen)bildung – Ansätze, Anforderungen und Anstöße“, in: Köhler, G. et al. (Hrsg.), Professionalität und Polyvalenz, Dokumentation der 18. GEW-Sommerschule 1998, S. 395-406

HAMBURGER THESEN zur Revision der Lehrerbildung, in: de Lorent, H.-P., Köpke, A. (Hrsg.), Kursbuch Lehrerbildung, Hamburg 1997, S. 287-294

HAMMER, H.O., STORK, H. (Hrsg.), Fachdidaktik in der Chemielehrausbildung, CU 12 (1981) 4

HÄNSEL, D., Das integrierte Eingangssemester Primarstufe, in: Grundschule 1992, S. 16-19

HEGELE, I., Stationenarbeit – Ein Einstieg in den offenen Unterricht, in: Wiechmann, J. (Hrsg.), Zwölf Unterrichtsmethoden – Vielfalt für die Praxis, Weinheim 1999, S. 58-71

HENDERLEITER, J., PRINGLE, D.L., Effects of Context-Based Laboratory Experiments on Attitudes of Analytical Chemistry Students, J.Chem.Ed. 76 (1999) 1, S. 100-106

V. HENTIG, H., Die Schule und die Lehrerbildung neu denken, in: Hänsel, D., Huber, L. (Hrsg.), Lehrerbildung neu denken und gestalten, Weinheim 1996, S. 17-38

HERRON, J.D., Piaget in the Classroom, in: J.Chem.Ed. 55 (1978), S. 165-170

HESKE, H., Lerntagebücher – Eine Unterrichtsmethode, die das Selbstlernen im Mathematikunterricht fördert, in: Mathematik lehren (2001) 104, S. 14-17

HILDEBRANDT, H., Chemiedidaktik und Unterrichtswissenschaftlichkeit – zur Analyse der chemiedidaktischen Lehre an deutschen Hochschulen, Frankfurt am Main 1998

HUBER, L., Kein Gedanke ans Fach? in: Hänsel, D., Huber, L. (Hrsg.), Lehrerbildung neu denken und gestalten, Weinheim 1996, S. 54-72

HURRELMANN, K., Aggression und Gewalt in der Schule – Ursachen, Erscheinungsformen und Gegenmaßnahmen, in: Pädagogisches Forum (1992) 2, S. 65-74

INGENKAMP, K.I., PAREY, E., TENT, L., Schätzen und Messen in der Unterrichtsforschung, Weinheim 1973

JÄCKEL, M., KÜHNEL, M., Ein neues Praktikumskonzept bewährt sich – Bericht über ein Grundpraktikum in der Ausbildung von Lehramtsstudenten, in: Neue Konzepte für Experimentalpraktika in der Chemielehrausbildung, CU 9 (1978) 2, S. 6-22

JÄGER, R.S., BEHRENS, U., Weiterentwicklung der Lehrerbildung, Mainz 1994

KLAFKI, W., Die Bildungsreform sucht ihre Fortsetzung, Forum E – Gespräch/Interview, in: Forum E (1992) 9-10, S. 6-12, 11-15

KMK, Zur Situation der Lehrerbildung: Zustandsanalyse und Problembeschreibung, 11. Mai 1998, in: Köhler, G. et al. (Hrsg.), Professionalität und Polyvalenz, Dokumentation der 18. GEW-Sommerschule 1998, S. 331-379

KÖPKE, A., Vom Schimmer der Reform, in: de Lorent, H.-P., Köpke, A. (Hrsg.), Kursbuch Lehrerbildung, Hamburg 1997, S. 113-117

KREHER, R.P., Chemieunterricht und Chemiestudium, in: Nachr.Ch.i.Techn.u.Lab. 44 (1996), S. 724

LAZAROWITZ, R., Learning biology cooperatively, in: Cooperative learning 11 (1991) 3, S. 19-21

MAYRING, P., Einführung in die qualitative Sozialforschung, 4. Aufl., München 1999

MEYENDORF, G., Abwertung des naturwissenschaftlichen Unterrichts nicht zulassen! in: Ch.i.d.Schule 43 (1996), S. 114

MÜLLER-HARBICH, G., WENCK, H., BADER H.J., Die Einstellung von Realschülern zum Chemieunterricht, zu Umweltproblemen und zur Chemie, Teil II, in: chim.did. 16 (1990) 2/3, S. 150

NEUMANN, D., OELKERS, J., Zurück zur alten Lehrerbildung? in: Becker, H., v. Hentig, H. (Hrsg.) 1984, S. 49-62

NOLTE, G., Identifikation mit dem Aggressor? Zur Einstellung der Schüler gegenüber dem naturwissenschaftlichen Unterricht, in: Soz.Nat (1983) 1/2, S. 51

PAVELICH, M.J., Using General Chemistry to Promote to Higher Level Thinking Abilities, in: J.Chem.Ed. 59 (1982), S. 721 ff

PFEIFER, P., HÄUSLER, K., LUTZ, B., Konkrete Fachdidaktik Chemie, München 1997

PROSKE, W., WISKAMP, V., Maßanalytische Wasseranalysen im Halbmikromaßstab, in: Ch.u.Schule 2 (1995), S. 16-17

SCHALLIES, M., NOHL, T., BUCK P., Praktikumsevaluation als Aufgabe eines fachdidaktischen Seminars, in: chim.did., 23 (1997) 2, S. 154-169

SCHARF, V. (Hrsg.), Zur Professionalisierung der Chemielehrerbildung – Perspektiven und Konsequenzen für die Lehrerbildung, Essen 1992

SCHLEE, J., Empirische Forschung der Lehrerbildung, in: Ingenkamp, K.H., Jäger, R.S., Petillon, W. (Hrsg.), Empirische Pädagogik 1970-1990 – Eine Bestandsaufnahme der Forschung in der Bundesrepublik Deutschland, Weinheim 1992

SCHMIDKUNZ, H., LINDEMANN, H., Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren, Essen 1992

SCHUSSER, G., Essentials erziehungswissenschaftlicher Erneuerung der Lehrerausbildung, in: Lehrerausbildung an den Universitäten Niedersachsens – Bilanz und Perspektiven, Beiträge vom Kongress am 8. Mai 1991 in der Universität Oldenburg, Oldenburg 1991, S. 69-78

STAUDT, E., KOTTMANN, M., MERKER, R., Chemiker: Hochqualifiziert, aber inkompetent? in: Staudt, E. (Hrsg.), Innovation, Forschung und Management, Band 8, Bochum 1997

STRUCK, P., Schul- und Erziehungsnotstand in Deutschland, Neuwied 1992

TERHART, E., Lehrerausbildung: Unangenehme Wahrheiten, in: Pädagogik (1992) 9, S. 32-35

TERHART, E. (Hrsg.), Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland, Abschlussbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Kommission, Weinheim 1999

VBE, Plädoyer für eine pädagogische Lehrerbildung – VBE-Memorandum zur Ausbildung aller Lehrerinnen und Lehrer an Universitäten, in: Forum E 50 (1997) 3, S. 17-19

WACKER, A., Der reduzierte Fachmann – oder was Schüler vom mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht und seinen Lehrern halten, in: Soz.Nat 6 (1981), S. 11

WAGENSCHNIEDER, M., Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken, Bd. 1, Stuttgart 1970a

WAGENSCHNIEDER, M., Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken, Bd. 2, Stuttgart 1970b

WELZEL, M. et al., Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden – Ergebnisse einer europäischen Umfrage, Zeitsch.f.Did.d.Naturwiss., 4 (1998) 1, S. 29-44

WIENEKAMP, H., JANSEN, W., FICKENFRERICHS, H., PEPPER, R., Chemieunterricht bei Mädchen, in: Naturw.i.Unt.-P/C 35 (1987), S. 39-42

WISKAMP, V., Umweltfreundlichere Experimente im Anorganisch-Analytischen Praktikum, Weinheim 1995

WOEST, V., Der „ungeliebte“ Chemieunterricht? Ergebnisse einer Befragung von Schülern der Sekundarstufe 2, in: MNU 50 (1997), S. 50ff

## Danksagung

Die vorliegende Dissertation entstand in der Zeit von September 1998 bis Juni 2001 bei der Didaktik der Chemie der Justus-Liebig-Universität Gießen. Die ihr zugrundeliegenden Arbeiten wären ohne das Mitwirken zahlreicher Personen nicht möglich gewesen. Denen möchte ich an dieser Stelle sehr herzlich danken.

Zunächst danke ich den Herren Prof. Dr. H. Gebelein von der Didaktik der Chemie in Gießen und Prof. Dr. V. Wiskamp vom Fachbereich Chemische Technologie der Fachhochschule Darmstadt, die meine Arbeit betreuten. Die vielen interessanten und hilfreichen Diskussionen und die großzügige Freiheit, die sie mir bei meiner Arbeit ließen, ermöglichten es mir, meine Ideen zu bereichern und zu realisieren.

Ich danke Herrn Prof. Dr. R. Glaum und Herrn Prof. Dr. W. Laqua vom Institut für Anorganische Chemie für ihre Bereitschaft, sich – trotz anfänglicher Skepsis – auf ein neues Veranstaltungskonzept und somit auf große Änderungen traditioneller Strukturen einzulassen und mich in meiner Arbeit zu unterstützen.

Den Laborantinnen und technischen Mitarbeitern des Instituts für Anorganische Chemie Frau M. Jakubowski, K. Erkel, C. Gath, B. Daubertshäuser und Herrn. G. Rühl danke ich für die Erprobung der neuen Versuchsvorschriften und die Ausstattung der Laboratorien. Letztere wurde von der BASF AG und der Merck AG finanziell unterstützt, wofür ich mich an dieser Stelle ebenfalls sehr bedanke.

Ferner gilt mein Dank den Herren Dipl.-Chem. M. Blum, J. Burggraf, T. Droß, J. Huber und K. Maaß, die während der zwei Semester die Praktika betreuten.

Ich danke Herrn H. Barth, der mir bei computertechnischen Problemen aller Art immer gerne zur Seite stand, und schließlich allen Kolleginnen und Kollegen der Didaktik der Chemie für die stets sehr gute Arbeitsatmosphäre.

Die Erprobung eines neuen Praktikums ist jedoch nur dann möglich, wenn auch die Studentinnen und Studenten mitspielen. Mein besonderer Dank gilt daher nicht zuletzt

R. Goldstein, S. Henn, C. Hubbe, K. Jost, L. Rosenkranz und C. Schäfer, die sich auf das Wagnis eines neuen Praktikums einließen.

Schließlich danke ich meiner Familie für die stetige Unterstützung und große Geduld.

## Lebenslauf

Name: Britta Frese  
Geburtsdatum und -ort: 5.6.1971 in Fürstenau, Niedersachsen  
Eltern: Hans-Hermann und Hedwig Heidenescher  
Familienstand: seit 22.12.2000 verheiratet mit Thomas Frese

### Schulische und universitäre Ausbildung:

1978 - 1982 Katholische Grundschule Fürstenau  
1982 - 1991 Gymnasium Leoninum Handrup, am 4.6.1991 Abitur in Mathematik,  
Physik, Deutsch und Geschichte  
1991 - 1992 Studium der Humanmedizin an der Justus-Liebig-Universität Gießen  
1992 – 1998 Studium der Mathematik und Chemie für das Höhere Lehramt an der Justus-  
Liebig-Universität Gießen  
Sept. 1996 - März 1997  
Studium der Mathematik und Chemie am Queen-Mary-College London  
18.5.1998 Erstes Staatsexamen für das Höhere Lehramt in Mathematik und Chemie

### Berufliche Tätigkeiten:

15.7.1998 - 30.4.2001  
wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin in der Didaktik der  
Chemie der Justus-Liebig-Universität Gießen  
seit 1.5.2001 Studienreferendarin am Studienseminar für Gymnasien Gießen

### Weitere Tätigkeiten:

Mai 1995 - Juli 1996 sowie Okt. 1997 - Febr. 1998  
Studentische Hilfskraft am Mathematischen Institut der Justus-Liebig-  
Universität Gießen  
März - April 1996  
vierwöchiges Praktikum bei der Tageszeitung „Gießener Allgemeine“  
April - Mai 1997  
zweimonatiges Praktikum bei der BASF AG, Ludwigshafen, Abteilung für  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Referat Schulen

**Publikationen:**

Vortrag „Die Verbesserung des Lehramtsstudiums – Über den Versuch, „Bewährtes“ zu verändern“, GDCh-Lehrerfortbildung in Darmstadt am 28. Februar 2000

gleichnamiges Poster auf der Jahrestagung der GDCh-Fachgruppe „Chemieunterricht“ in Köln, 7.-9. September 2000

Vortrag „Eine berufsorientierte Ausbildung für Lehramtsstudenten im Fach Anorganische Chemie – Ergebnisse eines neuen Praktikumkonzepts“, GDCh-Lehrerfortbildung in Darmstadt am 5. März 2001