

# **Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines Konzepts zur Lehrerfortbildung und Lehrerausbildung**

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades doctor rerum naturalium  
(Dr. rer. nat.)

vorgelegt dem Rat der Chemisch-Geowissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-  
-Schiller-Universität Jena

von Dagmar Pennig, geb. Wurm

geboren am 19.01.1972, in Nürnberg

Gutacher:

1. ....

2. ....

Tag der öffentlichen Verteidigung: .....

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Aktuelle Forderungen an die Lehrerbildung .....	4
2.1	Ergebnisse internationaler Schulleistungsvergleiche .....	4
2.2	Diskussion um eine Reform der Lehrerbildung .....	8
2.3	Bildungsstandards - Standards für die Lehrerbildung.....	11
2.4	Zusammenfassung und Bewertung .....	16
3	Der Status Quo in der Lehrerfortbildung .....	18
3.1	Ansätze zur Etablierung regionaler Fortbildungsstrukturen für Chemielehrer.....	18
3.1.1	Lehrerfortbildungszentren der Gesellschaft Deutscher Chemiker.....	18
3.1.2	Das Projekt Chemobil .....	21
3.1.3	Arbeit mit Schulsets im BLK-Modellprogramm Sinus.....	22
3.1.4	Arbeit mit Schulsets im Programm „Chemie im Kontext“ .....	25
3.2	Chemiedidaktische Untersuchungen zur Lehrerfortbildung .....	26
3.2.1	Evaluation eines regionalen Fortbildungsmodells in West-Berlin.....	27
3.2.2	Evaluation des flexibel-strukturierten und offenen Fortbildungsmodells.....	29
3.2.3	Untersuchung des Fortbildungsverhaltens und der Fortbildungswünsche.....	33
3.2.4	Empirische Untersuchung zur Wirkung einer Lehrerfortbildung .....	36
3.2.5	Kooperative Qualitätsentwicklung in Schulnetzwerken .....	37
3.2.6	Bedingungen für die Implementation einer neuen Unterrichtskonzeption .....	40
3.2.7	Zusammenfassung und Bewertung .....	41
3.3	Staatliche Fortbildung von Chemielehrern in Thüringen.....	42
4	Entwicklung eines regionalen Fortbildungskonzepts.....	46
4.1	Organisatorischer Rahmen .....	46
4.2	Inhaltliche Konzeption .....	49
4.2.1	Der Lernzirkel Katalyse .....	55
4.3	Erprobung des regionalen Fortbildungskonzepts.....	60
5	Empirische Untersuchungen .....	64
5.1	Grundlagen qual. und quant. Denkens in der empirischen Sozialforschung .....	64
5.2	Aktionsforschung .....	67
5.3	Forschungsinstrumente und Fragestellungen.....	69
5.4	Datenaufbereitung und Auswertung.....	72

6	Evaluation regionaler und zentraler Lehrerfortbildungen .....	76
6.1	Auswertung der Interviews mit Fachberatern und der Fortbildungskoordinatorin..	76
6.1.1	Motive und Aufgaben von Fachberatern und Fortbildungskoordinatoren.....	76
6.1.2	Bereits bestehende Netzwerkstrukturen .....	78
6.1.3	Interesse an einer Zusammenarbeit mit der Universität Jena.....	82
6.2	Auswertung der Teilnehmerlisten von Fortbildungen .....	85
6.2.1	Teilnehmerkreis und Fortbildungsverhalten der Lehrer.....	85
6.3	Auswertung der Fragebögen .....	89
6.3.1	Teilnehmerkreis und Fortbildungsverhalten der Lehrer.....	90
6.3.2	Bewertung des regionalen Fortbildungskonzepts .....	94
6.3.3	Erwartungen an die Fortbildungen und Bewertung der Veranstaltungen .....	97
6.3.4	Geplante Umsetzung der Anregungen aus Fortbildungen .....	105
6.4	Auswertung der Interviewstudie mit drei Chemielehrerinnen .....	107
6.5	Zusammenfassung und Bewertung .....	109
7	Stand der Forschung im Bereich Lehrerausbildung .....	115
7.1	Analyse der chemiedidaktischen Lehre an deutschen Hochschulen.....	115
7.2	Die schulpraktische Studien – wichtiger Indikator für den Erfolg der fachdidaktischen Ausbildung .....	117
7.3	Erste und zweite Phase der Lehrerbildung aus Sicht von Referendaren.....	121
7.4	Ausweitung der schulpraktischen Anteile – ein geeigneter Lösungsweg? .....	122
7.5	Zusammenfassung und Bewertung .....	123
8	Entwicklung des chemiedidaktischen Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ .....	126
8.1	Konzeption der Seminarveranstaltung .....	126
8.2	Erprobung der Seminarveranstaltung.....	130
8.2.1	Lernzirkel Redoxreaktionen für Klasse 7 - 8 .....	134
8.2.2	Lernzirkel Ionen- und Atombindung.....	136
8.2.3	Lernzirkel Redoxreaktionen für Klasse 10.....	139
9	Evaluation des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ .....	142
9.1	Forschungsinstrumente und Fragestellungen .....	142
9.2	Gespräche zwischen Studierenden und Lehrern .....	144

9.3	Auswertung der Interviews mit Studierenden und Lehrern .....	147
9.3.1	Zusammenarbeit zwischen Studierenden und Lehrern .....	147
9.3.2	Chemiedidaktische Ausbildung im Grundstudium .....	150
9.3.3	Offener Unterricht .....	155
9.3.4	Gestaltung von Lernangeboten für offenen Unterricht .....	159
9.4	Auswertung der Lernzirkel.....	160
9.5	Zusammenfassung und Bewertung .....	165
10	Zusammenfassung und Ausblick .....	167
11	Literaturverzeichnis.....	171
1	Anhang: Interview-Leitfäden und Fragebögen .....	177
2	Anhang: Lernzirkel Katalyse .....	183
3	Anhang: Lernzirkel aus dem Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ .....	207

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1: Fortbildungszentren und Veranstaltungsorte</i> .....	19
<i>Abb. 2: Veranstaltungsschwerpunkte der Lehrerfortbildungszentren</i> .....	20
<i>Abb. 3: Pilotschulen im Modellprogramm Sinus, Projektträger IPN in Kiel und Projektpartner</i> .....	23
<i>Abb. 4: Untersuchungen von Melle und Neu in den Jahren 1996-1998</i> .....	29
<i>Abb. 5: Bedeutung verschiedener Quellen für neue Anregungen für den Chemieunterricht</i> .....	30
<i>Abb. 6: Gründe für die Nichtteilnahme an Fortbildungen</i> .....	34
<i>Abb. 7: Erwartungen an Fortbildungsveranstaltungen</i> .....	35
<i>Abb. 8: Häufigkeit verschiedener Kooperationsaktivitäten auf Schulebene</i> .....	38
<i>Abb. 9: Häufigkeit verschiedener Kooperationsaktivitäten auf Setebene</i> .....	38
<i>Abb. 10: Die 13 Schulamtsbereiche im Freistaat Thüringen</i> .....	43
<i>Abb. 11: Charakteristika des regionalen Fortbildungskonzepts</i> .....	49
<i>Abb. 12: Aufbau des Lernzirkels Katalyse mit Pflicht- und Wahlstationen</i> .....	55
<i>Abb. 13: Schüler einer zehnten Klasse untersuchen die Wirkung von Kontaktlinsenreinigern</i> .....	58
<i>Abb. 14: Regionale Fortbildungsstandorte in Ostthüringen</i> .....	60
<i>Abb. 15: Geschlechterverteilung der Fortbildungsteilnehmer und der Thüringer Chemielehrer</i> .....	85
<i>Abb. 16: Landkreise und kreisfreie Städte, aus denen mehr als fünf Lehrer Fortbildungen besuchten</i> .....	86
<i>Abb. 17: Anzahl der Teilnehmer regionaler und zentraler Fortbildungen aus Thüringer Landkreisen</i> .....	87
<i>Abb. 18: Ostthüringer Regelschulen und Gymnasien, die durch die Fortbildungen erreicht wurden</i> .....	88
<i>Abb. 19: Charakterisierung der Befragten hinsichtlich Geschlecht und Schulart</i> .....	90
<i>Abb. 20: Altersverteilung der Fortbildungsteilnehmer und der Thüringer Chemielehrer</i> .....	91
<i>Abb. 21: Anzahl der besuchten Fortbildungen in den letzten fünf Jahren</i> .....	92
<i>Abb. 22: max. Anfahsstrecke, die Lehrer bereit sind für den Besuch v. Fortbildungen zurückzulegen</i> .....	93
<i>Abb. 23: Bewertung der Teilaspekte des regionalen Fortbildungskonzepts</i> .....	95
<i>Abb. 24: Erwartungen der Lehrer an die Fortbildungsveranstaltungen</i> .....	98
<i>Abb. 25: Häufigkeit von Schülerexperimenten im Unterricht der Fortbildungsteilnehmer</i> .....	103
<i>Abb. 26: Anteil der Lehrer, die die Unterrichtseinheit umsetzen möchten</i> .....	105
<i>Abb. 27: Zeitpunkt der geplanten Umsetzung der Unterrichtseinheit</i> .....	106
<i>Abb. 28: Zusammenarbeit von Studierenden und Lehrern bei der Betreuung von Schülern</i> .....	127
<i>Abb. 29: Betreuung kleiner Schülergruppen: Chance für eine Auseinandersetzung mit Einzelnen</i> .....	128
<i>Abb. 30: Charakteristika des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“</i> .....	130
<i>Abb. 31: Ein Schüler der 7. Klasse untersucht die Verbrennung von Magnesiumpulver</i> .....	136
<i>Abb. 32: Schüler stellen Valenzstrichformeln von Molekülen mit Hilfe von Modellen dar</i> .....	139
<i>Abb. 33: Schüler untersuchen Korrosionsvorgänge</i> .....	140
<i>Abb. 34: Die Spitzerbatterie</i> .....	141
<i>Abb. 35: Fachliche Gespräche zwischen Studierenden und Schülern - auf einer Wellenlänge</i> .....	149

## Tabellenverzeichnis

<i>Tab. 1: Schülerleistungen im internationalen Ranking (mit Angabe der erreichten Punktzahl).....</i>	<i>6</i>
<i>Tab. 2: Kompetenzbereiche im Fach Chemie .....</i>	<i>12</i>
<i>Tab. 3: Kompetenzbereiche und Kompetenzen .....</i>	<i>13</i>
<i>Tab. 4: Allgemeine Interessensgebiete Berliner Chemielehrer im Vergleich .....</i>	<i>27</i>
<i>Tab. 5: Fortbildungsverhalten v. GDCh-Kurs-Teilnehmern u. Frankfurter Chemielehrern im Zeitraum von 10 Jahren .....</i>	<i>29</i>
<i>Tab. 6: Mögliche Ursachen für die Nichtteilnahme an Fortbildungen.....</i>	<i>30</i>
<i>Tab. 7: Fortbildungsangebot der Thüringer Fachberater für das Winterhalbjahr 2003/04.....</i>	<i>44</i>
<i>Tab. 8: regionale Fortbildungsstandorte in den Ostthüringer Landkreisen .....</i>	<i>61</i>
<i>Tab. 9: Regionale Fortbildungen im Untersuchungszeitraum .....</i>	<i>62</i>
<i>Tab. 10: Zentrale Fortbildungen an der Universität Jena im Untersuchungszeitraum .....</i>	<i>63</i>
<i>Tab. 11: Reduktion und Abstraktion eines Interviewtextes .....</i>	<i>72</i>
<i>Tab. 12: Charakterisierung der verwendeten statistischen Testverfahren.....</i>	<i>75</i>
<i>Tab. 13: Schularten der Fortbildungsteilnehmer und Thüringer Chemielehrer.....</i>	<i>86</i>
<i>Tab. 14: Regelschul- und Gymnasiallehrer unter den Fortbildungsteilnehmern.....</i>	<i>87</i>
<i>Tab. 15: Teilnehmer regionaler Lehrerfortbildungen von Regelschulen und Gymnasien .....</i>	<i>88</i>
<i>Tab. 16: Teilnehmer an einer bzw. an zwei und mehr Fortbildungen.....</i>	<i>89</i>
<i>Tab. 17: Altersverteilung von Teilnehmern regionaler und zentraler Lehrerfortbildungen .....</i>	<i>91</i>
<i>Tab. 18: Besuch des Fortbildungsangebots anderer Organisationen.....</i>	<i>92</i>
<i>Tab. 19: Bewertung verschiedener Teilaspekte des regionalen Fortbildungskonzepts.....</i>	<i>95</i>
<i>Tab. 20: Korrelation zwischen verschiedenen Teilaspekten des regionalen Fortbildungskonzepts und der geplanten Umsetzung der Anregungen im Unterricht.....</i>	<i>96</i>
<i>Tab. 21: Gruppengröße und Clusterprofile der vier Lehrergruppen.....</i>	<i>96</i>
<i>Tab. 22: Gründe für den Fortbildungsbesuch.....</i>	<i>97</i>
<i>Tab. 23: Befürchtungen der Lehrer vor dem Fortbildungsbesuch.....</i>	<i>99</i>
<i>Tab. 24: Bewertung der vorgestellten Praktika und Lernzirkel.....</i>	<i>101</i>
<i>Tab. 25: gewünschte Unterstützung .....</i>	<i>104</i>
<i>Tab. 26: geplante Umsetzung der Unterrichtsmaterialien im Unterricht.....</i>	<i>106</i>
<i>Tab. 27: Chemiedidaktische Lehrveranstaltungen im Sommersemester 1996.....</i>	<i>116</i>
<i>Tab. 28: Aufbau der Seminarveranstaltung „Lernwerkstatt Chemie“ .....</i>	<i>132</i>
<i>Tab. 29: Hospitationen, Erprobungen und Gesprächstermine .....</i>	<i>133</i>
<i>Tab. 30: Inhalte der Vorbereitungsgespräche .....</i>	<i>144</i>
<i>Tab. 31: Inhalte der Auswertungsgespräche.....</i>	<i>146</i>
<i>Tab. 32: Versuchsauswahl für den Lernzirkel Redoxreaktionen (für Klasse 10, Gymnasium).....</i>	<i>161</i>
<i>Tab. 33: Modelle und Spiele aus dem Lernzirkel Ionen- und Atombindung (Klasse 8, RS).....</i>	<i>162</i>
<i>Tab. 34: Aufzeigen von Kontexten im Lernzirkel Redoxreaktionen (für Klasse 10, Gymnasium).....</i>	<i>164</i>

# 1 Einleitung

Durch die Ergebnisse der internationalen Leistungsvergleichsstudien TIMSS und PISA wurde das öffentliche Interesse an einer Reform des Bildungswesens geweckt. Die Leistungen deutscher Schüler liegen im internationalen Vergleich im unteren Mittelfeld. So belegt Deutschland bei dem PISA-Test 2000 unter 31 Industrienationen lediglich Platz 21 im Lesetest sowie Platz 20 in der Mathematik und in den Naturwissenschaften.<sup>1</sup> Dabei wird der hohe Anteil an Schülern mit geringer Kompetenzausprägung als alarmierend empfunden. Den deutschen Schülern fällt es insbesondere schwer, ihr Wissen auf komplexe Alltagsfragen anzuwenden und selbstgesteuertes Lernen zu realisieren. Wie die folgenden Schlagzeilen von überregionalen Zeitschriften und Zeitungen verdeutlichen, wurde deshalb seit 2001 in der Presse ein düsteres Bild des deutschen Schulwesens gezeichnet:

„Pisa-Studie: Die neue Bildungskatastrophe. Sind deutsche Schüler doof?“ Der Spiegel, Heft 50 (2001), Titelseite

„Pfusch am Kind. Nach dem Pisa-Schock und dem Erfurter Amoklauf wird das katastrophale deutsche Bildungswesen zum Wahlkampfthema“ Der Spiegel, Heft 20 (2002), S. 96

„Wissen + Bildung = 6. Wie sollen unsere Kinder fit fürs Leben werden, wenn die Schule mit ihrem Latein am Ende ist?“ Journal für die Frau, Heft 03 (2002), S. 91

„Bessere Schüler, bessere Lehrer. Die Bundesregierung fordert als Antwort auf die schlechten Ergebnisse der Pisa-Studie einen nationalen Kraftakt, damit Deutschland im internationalen Vergleich wieder besser abschneidet.“ Süddeutsche Zeitung, 26.06.2002, S. 45

„Lehrerstand: Alt, krank, frustriert – gut bezahlt“, Die Tageszeitung, 22.09.2004, S.1

In der öffentlichen Debatte litt insbesondere das Ansehen des Berufsstands der Lehrer. So erlangte das Kanzlerzitat, in dem er Lehrer pauschal als „faule Säcke“ bezeichnete, in den letzten Jahren hohen Bekanntheitsgrad.<sup>2</sup> Das allgemein große Interesse an den Themen Schule und Bildung verwundert nicht. So ist jeder Bürger betroffen: als Schüler bzw. ehemaliger Schüler, als Elternteil schulpflichtiger Kinder oder als im Bildungswesen Beschäftigter. Die meisten Menschen haben bis ins hohe Alter lebhaftere Erinnerungen an ihre Schulzeit. Wer kann nicht von Lehrern berichten, die das eigene Leben mehr oder weniger entscheidend prägten? So denkt auch der Schriftsteller und Friedenspreisträger Siegfried Lenz heute noch gerne an seine Schulzeit zurück:<sup>3</sup>

„Weil ich einen wunderbaren Deutschlehrer hatte: Dr. Adolf Paul. Er bleibt unvergessen. [...] Der hervorragende Deutschunterricht hat meinen Berufswunsch mitbestimmt.“

Nicht selten wird jedoch Enttäuschung über eine als mangelhaft erlebte Förderung in der Schulzeit laut, wie das Zitat des amtierenden deutschen Innenministers Otto Schily belegt.<sup>4</sup>

„Ich hatte nur wenige gute Lehrer, die es verstanden haben, den Lerneifer zu wecken und zu fördern. Sollte ich der Schule eine Gesamtzensur erteilen, ob ich wirklich fürs Leben gelernt habe, käme ich bei sehr nachsichtiger Beurteilung allenfalls auf ein `noch ausreichend´.“

---

<sup>1</sup> AUGSTEIN, R. (Hrsg.): Der Spiegel, Hamburg: Spiegel-Verlag, 2001 Heft 50

<sup>2</sup> LEICHT, R.: Die Pflicht zur Faulheit, [http://www.zeit.de/archiv/2001/15/200115\\_robortleicht\\_0409.xml](http://www.zeit.de/archiv/2001/15/200115_robortleicht_0409.xml), Zugriff 29.07.2005

<sup>3</sup> AUGSTEIN, R. (2001), S. 123

<sup>4</sup> AUGSTEIN, R. (2001), S. 99

Die öffentlichen Schulzuweisungen waren in den letzten Jahren mannigfaltig. So wurde nicht nur Lehrern, sondern auch Politikern und Eltern Versagen vorgeworfen. Aber auch bei differenzierterer Analyse der Ergebnisse internationaler Studien als in der Presse werden Defizite in der Lehrerbildung deutlich. So zeigt insbesondere die OECD-Studie „Anwerbung, berufliche Entwicklung und Verbleib von qualifizierten Lehrerinnen und Lehrern“ Mängel in der deutschen Lehrerbildung auf.<sup>5</sup> Die Bildungsexperten weisen auf eine fehlende Verzahnung der drei Phasen der Lehrerbildung hin, weshalb bereits vermittelte Kenntnisse und Fähigkeiten nicht ausgebaut werden können. In der ersten Phase, der universitären Ausbildung, mangelt es an Praxisbezug, d. h. schulpraktischen Erfahrungen wird nicht ausreichend große Bedeutung beigemessen. Die zweite Phase der Lehrerbildung bietet zwar eine einmalige Chance für das Lernen im Beruf. Da die begleitende Seminarbildung häufig wenig praxisorientiert gestaltet ist, kann diese Chance bisher jedoch nicht effektiv genutzt werden. Die internationalen Experten sehen es als bewiesen an, dass deutsche Lehrer auf diese Weise nicht ausreichend befähigt werden, die Lernkompetenz von Schülern zu entwickeln und individuelle Bedürfnisse im Unterricht zu berücksichtigen. Weiterhin werden Lehrer nicht darauf vorbereitet, selbstgesteuertes Lernen zu fördern, Schüler durch aktive Methoden zu motivieren und das kooperative Lernen in Gruppen zu unterstützen. Die dritte Phase der Lehrerbildung, das Lernen im Beruf, wird in Deutschland im Gegensatz zu anderen Ländern bisher nicht als fester Bestandteil der Lehrerbildung erkannt. So machen die Bildungsexperten auf das Fehlen eines berufsbegleitenden Unterstützungssystems für Lehrer aufmerksam. Gleichzeitig muss die Fortbildungsaktivität deutscher Lehrer im internationalen Vergleich als relativ gering bezeichnet werden. Aufgrund dieser Rahmenbedingungen kann die Qualifikation der Lehrkräfte im Beruf nicht kontinuierlich weiterentwickelt werden und es droht eine Stagnation.

Die Forderungen an eine Reform der Lehrerbildung sind zum Teil nicht neu. So mahnte die Philosophische Fakultät der Universität Berlin im Deutschen Philologenblatt schon 1925 einen stärkeren Praxisbezug in der Lehrerausbildung an.<sup>6</sup> Es gelang bis heute jedoch nicht, adäquate Lösungen in der Praxis umzusetzen. In der vorliegenden Arbeit werden deshalb Konzepte für die Verbesserung der Lehrerfortbildung und -ausbildung entwickelt, erprobt und evaluiert. Insgesamt wird eine Erweiterung der methodischen Kompetenzen von Chemielehrern angestrebt. Dafür wird auf verschiedene Weise eine Auseinandersetzung mit alltagsorientierten und offenen Unterrichtsformen gefördert und auf ihre Wirkung hin analysiert. Die Arbeit gliedert sich in zwei Teile: Im ersten Teil der Arbeit wird die Entwicklung eines regionalen Unterstützungssystems für Lehrer dargestellt. Durch die Zusammenarbeit mit Lehrern und Fachberatern soll ein bedarfsorientiertes Fortbildungsangebot gestaltet werden. Bei der Evaluation dieses Ansatzes interessiert insbesondere die Frage, ob durch regionale Veranstaltungen mehr Lehrer erreicht und in regelmäßige Fortbildungsmaßnahmen eingebunden werden können. Des Weiteren wird untersucht, inwieweit Anregungen aus den Fortbildungen in den Chemieunterricht der Lehrer einfließen.

---

<sup>5</sup> HALASZ, G., SANTIAGO, P., EKHOLM, M., MATTHEWS, P., MCKENZIE, P.: Anwerbung, berufliche Entwicklung und Verbleib von qualifizierten Lehrerinnen und Lehrern. Länderbericht Deutschland, Paris: OECD, 2004

<sup>6</sup> BECKER, P.: Die Ausbildung der höheren Lehrer an der Universität: zur Denkschrift der Philosophischen Fakultät der Friedrich-Wilhelm-Universität in Berlin, Deutsches Philologen-Blatt, 33 (1925) 44, S. 693-695, <http://www.bbf.dipf.de/cgi-shl/digibert.pl?id=BBF0578813>, Zugriff 29.07.2005

Im Bereich der Lehrerausbildung wird im zweiten Teil der Arbeit eine Seminarveranstaltung für Studierende im Grundstudium entwickelt, mit der frühzeitige Kontakte zum späteren Berufsfeld realisiert werden. Dabei wird eine mögliche Verzahnung der ersten und dritten Phase erprobt und empirisch begleitet: In der Veranstaltung erarbeiten und erproben Studierende und Lehrer gemeinsam offene Unterrichtseinheiten. Der Fokus der empirischen Begleitung liegt auf den Lernprozessen, die bei Studierenden und Lehrern angeregt werden, so dass aus den Ergebnissen der Evaluation Schlussfolgerungen für die weitere Gestaltung der Lehrerbildung abgeleitet werden können.

In der vorliegenden Arbeit werden zunächst aktuelle Forderungen an die Lehrerbildung beschrieben und anhand verschiedener Studien theoretisch begründet (siehe Kapitel 2). Im Anschluss an die Ergebnisse internationaler Schulleistungsvergleiche (TIMSS, PISA) werden Studien zur Analyse der deutschen Lehrerbildung vorgestellt. Aktuelle Reformbestrebungen werden skizziert. Nach dieser theoretischen Einführung teilt sich die Arbeit in zwei Teile: In Kapitel 3-6 wird die dritte Phase der Lehrerbildung, das Lernen im Beruf, behandelt. In Kapitel 7-9 wird die erste Phase der Lehrerbildung sowie eine mögliche Verzahnung mit der dritten Phase thematisiert. Die beiden Teile der Arbeit sind auf ähnliche Weise gegliedert, wobei auf Querverweise geachtet wird, um mögliche Verbindungen aufzuzeigen. Zunächst wird der Stand der Forschung im Bereich der Lehrerfortbildung bzw. -ausbildung beschrieben (siehe Kapitel 3 und 7). Dafür werden die Ergebnisse aktueller fachdidaktischer Studien präsentiert. In Kapitel 3 werden darüber hinaus verschiedene Ansätze zur Verbesserung des Fortbildungsangebots für Chemielehrer vorgestellt. Auf Grundlage der Ergebnisse bisheriger Forschung wird der eigene Ansatz im Bereich der Lehrerfort- bzw. -ausbildung entwickelt (siehe Kapitel 4 bzw. 8). Die Ausführungen gehen auf den organisatorischen Rahmen sowie die inhaltliche Konzeption der Veranstaltungen ein. In Kapitel 5 werden zunächst theoretische Grundlagen der empirischen Untersuchungen erläutert und in die Aktionsforschung eingeordnet. Im Anschluss daran werden die Forschungsfragen sowie die eingesetzten Untersuchungsinstrumente dargelegt. Kapitel 6 bzw. 9 stellt die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsinstrumente vor. Unter der Überschrift „Zusammenfassung und Bewertung“ werden sie zusammengeführt und hinsichtlich der verfolgten Ziele beurteilt. Schlussfolgerungen für die weitere Gestaltung von Lehrerfortbildung und -ausbildung werden abgeleitet. In Kapitel 10 sind die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kurz zusammengefasst. Dabei wird auch ein Ausblick gegeben.

## 2 Aktuelle Forderungen an die Lehrerbildung

### 2.1 Ergebnisse internationaler Schulleistungsvergleiche

Deutschland hatte seit den 1970er Jahren nicht an internationalen Schulleistungsvergleichen teilgenommen. Die hohe Leistungsfähigkeit der deutschen Wirtschaft bis Anfang der neunziger Jahre und die große Stabilität der Institutionen verdeckte den Reformbedarf des Bildungssystems, so dass Reformen, die das Bildungssystem in vielen anderen Ländern grundlegend verändert hatten, bis Mitte der neunziger Jahre in Deutschland nicht zur Debatte standen. Die Beteiligung an TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) widerlegte das Bild eines „vorbildlichen und leistungsfähigen deutschen Schulsystems“.<sup>7,8</sup> Nur einige Jahre später machte PISA („Programme for International Student Assessment“) die deutsche Öffentlichkeit darauf aufmerksam, dass die Probleme noch größer und nicht auf die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer beschränkt sind.<sup>9</sup>

In der TIMS-Studie belegt Deutschland in der internationalen Rangliste einen Platz im Mittelfeld.<sup>10</sup> Detaillierte Analysen zeigen, dass deutsche Schüler Schwierigkeiten bei Verständnis- und Anwendungsaufgaben haben.<sup>11</sup> So treten Probleme insbesondere dann auf, wenn mathematisch-naturwissenschaftliches Denken und Argumentieren gefordert ist oder bekannte Inhalte auf neue Kontexte übertragen werden sollen. Die Schüler schneiden lediglich bei der Anwendung von Routinen gut ab. Da in der TIMS-Studie aufeinander folgende Jahrgänge (7. und 8. Klassenstufe) gestestet wurden, kann aus den Daten der Leistungszuwachs über die Schuljahre abgeschätzt werden. Er fällt vergleichsweise gering aus. Besonders Hauptschüler verfügen am Ende der achten Klasse in der Regel nur über ein erfahrungsbasiertes Wissen, welches das Grundschulniveau nicht übersteigt. Obwohl deutsche Schüler relativ lange zur Schule gehen, liegen ihre Leistungen auch am Ende der Sekundarstufe II lediglich im internationalen Mittelfeld.

Mit Hilfe einer Videostudie in den drei Ländern USA, Japan und Deutschland, die parallel zu TIMSS durchgeführt wurde, konnten spezifische Muster der Unterrichtsführung ermittelt werden. Dieser Studie zufolge ist der deutsche Mathematikunterricht durch fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräche geprägt, in denen komplexe Inhalte in „kleinschrittiger Weise

---

<sup>7</sup> BAUMERT, J., LEHMANN, R., LEHRKE, M.: TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich, Opladen: Leske + Budrich, 1997

<sup>8</sup> BAUMERT, J., BOS, W., LEHMANN, R. (Hrsg.): TIMSS/III – Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und Naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn, Opladen: Leske + Budrich, 2000

<sup>9</sup> BAUMERT, J., NEUBRAND, M. (Hrsg.): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich, Opladen: Leske + Budrich, 2001

<sup>10</sup> BEATEN, A.E., MARTIN, M.O., MULLIS, I.V.S., GONZALES, E.J., SMITH, T.A., KELLY, D.L.: Science Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS), Chestnut Hill, MA: Center for the Study of Testing, Evaluation and Educational Policy, Boston College, 1997

<sup>11</sup> PRENZEL, M., DRECHSEL, B.: Schulleistungsforschung und Lehrerbildung, Die Deutsche Schule, 95 (2003) 7, S. 32-53

in einem Frage-Antwort-Spiel“ erarbeitet werden.<sup>12</sup> Kooperative Lernformen werden dagegen nur selten eingesetzt.

In der PISA-Studie werden die Leistungen 15-jähriger Schüler im internationalen Vergleich analysiert. Wie PRENZEL et al. darstellen, soll durch PISA insbesondere untersucht werden, ob Schüler ihr Wissen anwenden und für Problemlösungen einsetzen können.<sup>13</sup> Die Testaufgaben orientieren sich deshalb weniger an nationalen Lehrplänen, sondern vielmehr an „Basiskompetenzen, die in modernen Gesellschaften für eine befriedigende Lebensführung in persönlicher und wirtschaftlicher Hinsicht sowie für eine aktive Teilnahme am gesellschaftlichen Leben notwendig sind“.<sup>14</sup> In der PISA-Studie sind mehrere Erhebungswellen im Abstand von drei Jahren geplant: Bei der ersten Erhebung im Jahr 2000 stand die Lesekompetenz im Vordergrund. 2003 wurde vorwiegend die mathematische Grundbildung der Schüler untersucht. Im Jahr 2006 wird der Schwerpunkt der Untersuchung auf der naturwissenschaftlichen Grundbildung liegen. Die beiden anderen Kompetenzbereiche wurden in den Tests 2000 und 2003 bereits als Nebenkompontenten analysiert. Darüber hinaus wurden fächerübergreifende Kompetenzen wie etwa die Fähigkeit zum selbstregulierten Lernen untersucht.

Die Ergebnisse der ersten PISA-Erhebung im Jahr 2000 können wie folgt zusammengefasst werden.<sup>15</sup> Die durchschnittlichen Leistungen deutscher Schüler liegen in den drei untersuchten Kompetenzbereichen (Lesekompetenz, mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung) unter dem internationalen Durchschnitt (siehe Tab. 1, Seite 6). Probleme treten - wie in der TIMS-Studie - insbesondere dann auf, wenn Aufgaben ein konzeptuelles Verständnis erfordern und bekanntes Wissen auf neue Sachverhalte übertragen werden soll. Darüber hinaus stellt die Realisierung selbstgesteuerten Lernens und Arbeitens für viele Schüler eine Hürde dar.<sup>16</sup> So fällt es den deutschen Schülern vergleichsweise schwer, sich selbstständig Informationen aus Texten zu erschließen und diese zu interpretieren.

Weiterhin streuen die Leistungen deutscher Schüler stark, wobei sich ein starker Zusammenhang zwischen der sozialen Herkunft und den erzielten Leistungen zeigt. Insbesondere Kinder aus Familien mit Migrationshintergrund bleiben in ihren durchschnittlichen Testergebnissen weit hinter Deutschen zurück. Im Gegensatz dazu erzielen eine Reihe anderer Staaten sehr hohe Durchschnittsleistungen bei einer geringen Streubreite. Folglich gelingt es in Deutschland schlechter als in anderen Ländern, Kinder aus sozialschwächeren Schichten und Zuwanderer in das Bildungssystem zu integrieren. Das bedeutet, dass Schüler durch das deutsche Bildungssystem nicht entsprechend ihrer spezifischen Stärken und Schwächen gefördert werden können.

---

<sup>12</sup> OSTERMEIER, C.: Kooperative Qualitätsentwicklung in Schulnetzwerken, Münster: Waxmann, 2004a, S. 8

<sup>13</sup> PRENZEL, M., DRECHSEL, B. (2003)

<sup>14</sup> BAUMERT, J., KLIEME, E., NEUBRAND, M., et al. (2001), S. 16

<sup>15</sup> KULTUSMINISTERKONFERENZ: PISA 2000 – Zentrale Handlungsfelder 2002, <http://www.kmk.org/schul/pisa/massnahmen.pdf>, Zugriff 08.06.2005

<sup>16</sup> PRENZEL, M., DRECHSEL, B. (2003)

Tab. 1: Schülerleistungen im internationalen Ranking (mit Angabe der erreichten Punktzahl)<sup>17</sup>

Rang	Lesekompetenz	math. Grundbildung	naturwiss. Grundbildung
1	Finnland (546)	Japan (557)	Korea (552)
2	Kanada (534)	Korea (547)	Japan (550)
3	Neuseeland (529)	Neuseeland (537)	Finnland (538)
4	Australien (528)	Finnland (536)	Großbritannien (532)
5	Irland (527)	Australien (533)	Kanada (529)
6	Korea (525)	Kanada (533)	Neuseeland (528)
7	Großbritannien (523)	Schweiz (529)	Australien (528)
8	Japan (522)	Großbritannien (529)	Österreich (519)
9	Schweden (516)	Belgien (520)	Irland (513)
10	Österreich (507)	Frankreich (517)	Schweden (512)
11	Belgien (507)	Österreich (515)	Tschechien (511)
12	Island (507)	Dänemark (514)	Frankreich (500)
13	Norwegen (505)	Island (514)	Norwegen (500)
14	Frankreich (505)	Liechtenstein (514)	USA (499)
15	USA (504)	Schweden (510)	Ungarn (496)
16	Dänemark (497)	Irland (503)	Island (496)
17	Schweiz (494)	Norwegen (499)	Belgien (496)
18	Spanien (493)	Tschechien (498)	Schweiz (496)
19	Tschechien (492)	USA (493)	Spanien (491)
20	Italien (487)	<b>Deutschland (490)</b>	<b>Deutschland (487)</b>
21	<b>Deutschland (484)</b>	Ungarn (488)	Polen (483)
22	Liechtenstein (483)	Russ. Föderation (478)	Dänemark (481)
23	Ungarn (480)	Spanien (476)	Italien (478)
24	Polen (479)	Polen (470)	Liechtenstein (476)
25	Griechenland (474)	Lettland (463)	Griechenland (461)
26	Portugal (470)	Italien (457)	Russ. Föderation (460)
27	Russ. Föderation (462)	Portugal (454)	Lettland (460)
28	Lettland (458)	Griechenland (447)	Portugal (459)
29	Luxemburg (441)	Luxemburg (446)	Luxemburg (443)
30	Mexiko (422)	Mexiko (387)	Mexiko (422)

---

<sup>17</sup> BAUMERT, J., KLIEME, E., NEUBRAND, M., et al. (2001), S. 107, 173, 229

Der PISA-Test 2003 bestätigt weitgehend die Ergebnisse der ersten Erhebung im Jahr 2000.<sup>18</sup> So ist seit dem Jahr 2000 keine nennenswerte Verbesserung der Lesekompetenz zu verzeichnen. Auch die Schülerleistungen streuen weiterhin stark. Leistungszuwächse wurden in den letzten Jahren insbesondere in den Gymnasien erzielt, wogegen sich immer noch ein beachtlicher Teil deutscher Hauptschüler auf der untersten Kompetenzstufe befindet. Unverändert besteht auch im Jahr 2003 die starke Abhängigkeit der Schülerleistungen von der sozialen Herkunft. In Teilbereichen der mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundbildung sind dagegen signifikante Leistungszuwächse zu erkennen. Im internationalen Vergleich werden überdurchschnittlich gute Ergebnisse beim Problemlösen erzielt. Dieses Potenzial können die Schüler jedoch nur in begrenztem Umfang in fachliches Wissen und Verständnis umsetzen.

Die internationalen Studien erfassen eine Reihe von Informationen über Unterricht und Schule, sie berücksichtigen jedoch nicht alle Einflussfaktoren auf die Schülerleistungen. So wurden Lehrkräfte bei TIMSS nur im Rahmen einer Befragung und der Videostudie in die Untersuchung einbezogen. In der PISA-Studie spielen die Lehrer eine noch geringere Rolle. Somit kann laut TERHART aus den empirischen Daten nicht abgeleitet werden, dass ein Zusammenhang zwischen Schülerleistungen und Lehrerverhalten vorliegt.<sup>19</sup> Es besteht jedoch ein breiter Konsens darüber, dass die Lehrer Schlüsselfiguren in einer Reform des Bildungssystems sind.<sup>20,21,22</sup> TERHART führt dazu aus: „Wenn es überhaupt eine Erfahrung gibt, die von allen mit Bildung und Schulentwicklung Befassten geteilt wird, so ist es die Einsicht, dass die Realität in den Schulen, in den Klassen und Lehrerzimmern entscheidend durch die dort arbeitenden Lehrkräfte geprägt wird und dass insofern Reformvorhaben im Schulbereich nicht ohne oder gar gegen, sondern schlussendlich immer nur mit den Lehrkräften vollzogen werden.“<sup>23</sup> VON GROEBEN äußert sich zu diesem Thema wie folgt: „Schule entsteht in den Köpfen derer, die sie machen, und nur dort kann sie auch nachhaltig verändert werden.“<sup>24</sup> So regten die Ergebnisse der internationalen Leistungsvergleichsstudien die Diskussion um eine Reform der Lehrerbildung an. Die Kultusministerkonferenz (KMK) erklärte die Lehrerbildung Ende 2001 zu einem ihrer vordringlichen Handlungsfelder und strebt damit vor allem eine „Verbesserung der Professionalität der Lehrertätigkeit, insbesondere im Hinblick auf methodische und dia-

---

<sup>18</sup> PISA-KONSORTIUM DEUTSCHLAND: PISA 2003: Kurzfassung der Ergebnisse, [http://www.pisa.ipn.uni-kiel.de/Kurzfassung\\_PISA\\_2003.pdf](http://www.pisa.ipn.uni-kiel.de/Kurzfassung_PISA_2003.pdf), Zugriff 08.06.2005, S. 7

<sup>19</sup> TERHART, E.: Lehrerbildung nach PISA in Merckens, H.: Lehrerbildung in der Diskussion, Opladen: Leske + Budrich, 2003

<sup>20</sup> ARBEITSSTAB FORUM BILDUNG IN DER BLK-KOMMISSION (Hrsg.): Empfehlungen und Einzelergebnisse des Forum Bildung, Bonn: Forum Bildung, 2002

<sup>21</sup> ORGANISATION FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG (OECD) (Hrsg.): Anwerbung, berufliche Entwicklung und Verbleib von qualifizierten Lehrerinnen und Lehrern (Länderbericht Deutschland), [http://www.kmk.org/aktuell/Germany%20Country%20Note\\_Endfassung\\_deutsch.pdf](http://www.kmk.org/aktuell/Germany%20Country%20Note_Endfassung_deutsch.pdf), Zugriff 13.06.2005

<sup>22</sup> VAN DRIEL, J.H., BEIJAARD, D., VERLOOP, N.: Professional development an reform in science education: The role of teachers´practical knowledge, *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (2001), S. 137-158

<sup>23</sup> TERHART, E.: *Lehrerberuf und Lehrerbildung*, Weinheim, Basel: Beltz, 2001, S. 40

<sup>24</sup> VON GROEBEN, A.: Lernen in heterogenen Gruppen. Chance und Herausforderung, *Pädagogik*, 55 (2003) 9, [http://www.beltz.de/html/frm\\_paedagogikZ.htm](http://www.beltz.de/html/frm_paedagogikZ.htm), Zugriff 01.06.2005

agnostische Kompetenz als Bestandteil systematischer Schulentwicklung“ an.<sup>25</sup> Zudem muss ihrer Meinung nach der Umgang mit Heterogenität in den Schulen stärker ins Blickfeld gerückt werden.

## 2.2 Diskussion um eine Reform der Lehrerbildung

Die gegenwärtige Diskussion um eine Reform der Lehrerbildung begann im Jahr 1998 und wurde durch steigende Studentenzahlen in den Lehramtsstudiengängen ausgelöst.<sup>26</sup> Darüber hinaus stellen veränderte Rahmenrichtlinien und Lehrpläne neue Anforderungen an die Lehrkräfte - und damit auch an ihre Ausbildung. So wurden in den letzten 25 Jahren aus stark am Fach orientierten Vorgaben Handreichungen, die zunehmend Schüler und ihre Lernprozesse in den Vordergrund stellen.<sup>27</sup> Treibender Motor für die Reformbestrebungen ist die 1998 von der Kultusministerkonferenz in Auftrag gegebene Studie „Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland“, in der Stärken und Schwächen der deutschen Lehrerbildung dargestellt werden.<sup>28</sup> Gegliedert nach den drei Phasen der Lehrerbildung (Studium, Referendariat, Lernen im Beruf) werden die folgenden zentralen Kritikpunkte formuliert:

Als Stärke der universitären Ausbildung wird das hohe Niveau der Fachausbildung angesehen, die sowohl im internationalen Vergleich als auch im Urteil erfahrener Lehrkräfte von sehr guter Qualität ist. Dagegen wird die pädagogische und didaktisch-methodische Ausbildung vielfach als nicht zufrieden stellend und insgesamt als zu wenig berufsbezogen beurteilt. Es wird insbesondere kritisiert, dass die fachliche und fachdidaktische Ausbildung, die erziehungswissenschaftlichen Studien sowie die schulpraktischen Übungen weitgehend unverbunden nebeneinander stehen. Da die Lehrangebote nicht aufeinander abgestimmt sind, stellen sie nach Ansicht der Bildungsexperten einen „lückenhaften Flickenteppich“ dar.<sup>29</sup> Eine Ursache für dieses Problem wird in der geringen Aufmerksamkeit gesehen, die deutsche Universitäten der Lehrerausbildung schenken.

Wie in der Studie dargestellt, ist die zweite Phase der Lehrerbildung nicht ausreichend mit der ersten und dritten Phase verbunden, so dass kein systematischer Anschluss an bereits vermittelte Kenntnisse erfolgen kann. Gerade in der Berufseingangsphase müssen junge Lehrkräfte stärker als bisher begleitet werden, um sie beim Ausbau ihres Kompetenzprofils zu unterstützen. Gleichzeitig soll in diesen ersten, prägenden Berufsjahren die Einstellung zum kontinuierlichen Weiterlernen im Beruf entwickelt werden. Weiterhin wurde kritisch angemerkt, dass die Doppelfunktion der Ausbilder als Berater und Prüfer in der zweiten Phase der Lehrerbildung zu Problemen führt und Abhängigkeiten schafft. Als dritter Kritikpunkt wird in der Studie die fehlende Qualifizierung der Ausbilder im Referendariat angeführt.

---

<sup>25</sup> <http://www.kmk.org/schul/pisa/massnahmen.pdf>, Zugriff 08.06.2005

<sup>26</sup> TERHART, E. (2001)

<sup>27</sup> KLIEME, E., AVENARIUS, H., BLUM, W., et al.: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise, Berlin: BMBF, 2003

<sup>28</sup> TERHART, E. (Hrsg.): Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland, Weinheim, Basel: Beltz, 2000

<sup>29</sup> TERHART, E. (2000), S. 27

Nach Ansicht der Bildungsexperten wird die dritte Phase der Lehrerbildung, das Lernen im Beruf, nicht als fester Bestandteil der Lehrerbildung erkannt. So fehlt ein berufsbegleitendes Unterstützungssystem, mit Hilfe dessen Lehrer bei der Bewältigung beruflicher Belastungen unterstützt werden. Es mangelt jedoch nicht nur an Angeboten, um die Kompetenz von Lehrkräften kontinuierlich weiterzuentwickeln, sondern es fehlt den Lehrern auch an der Einsicht, dass das Lernen im Beruf ein selbstverständliches Element ihrer Professionalisierung sein muss. Eine Ursache für diese Einstellung ist die fehlende Verbindung von Karriere und Kompetenzentwicklung (Leistung), wodurch die Motivation der Lehrkräfte zu einem Ausbau ihrer Fähigkeiten nicht hinreichend gefördert wird.

Die von der Kultusministerkonferenz eingesetzte Kommission spricht sich für den Erhalt der dreiphasigen Lehrerbildung aus, empfiehlt jedoch eine Weiterentwicklung und bessere Koordinierung aller drei Phasen. Sie macht insbesondere darauf aufmerksam, dass die dritte Phase der Lehrerbildung zu verbessern ist. So liegt die Antwort auf die Lehrerbildungsfrage nach Ansicht der Kommission im kontinuierlichen Weiterlernen im Beruf.<sup>30</sup> Sie führt dazu aus: „Die einheitliche Sicht auf alle drei Phasen der Lehrerbildung ist notwendig, weil man [...] nicht davon ausgehen kann, alle Anforderungen an zukünftige Lehrerinnen und Lehrer schon in den ersten beiden Phasen der Ausbildung abschließend vermitteln zu können.“<sup>31</sup> Im Urteil von TERHART haben die empirischen Untersuchungen zur beruflichen Sozialisation und Berufsbiographie gezeigt, dass die Herausbildung des Lehrers als kompetent Handelnder erst nach der Lehrerausbildung in einem langjährigen Entwicklungsprozess stattfindet.<sup>32</sup> Ein alleiniges Ansetzen an der Lehrerausbildung greift deshalb zu kurz. Da der Zustrom neu ausgebildeter Lehrer an die Schulen gering ist, ist es umso wichtiger, das Lernen im Beruf zu fördern. Deshalb müssen neue institutionelle Strukturen für die dritte Phase der Lehrerbildung geschaffen werden. Laut KMK-Kommission gibt es jedoch noch zu wenig detailliertes Wissen über den Zustand und die Wirkung von Lehrerbildung. Folglich müssen in einem ersten Schritt gezielte Untersuchungen als Grundlage für weitere Entscheidungen durchgeführt werden.

Die Schwächen der deutschen Lehrerbildung werden durch die internationale Vergleichsstudie „Anwerbung, berufliche Entwicklung und Verbleib von qualifizierten Lehrerinnen und Lehrern“ der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) weitgehend bestätigt.<sup>33</sup>

Die Autoren der Studie sehen einen Schwachpunkt der ersten Phase der Lehrerbildung in der geringen schulpraktischen Erfahrung der Studierenden. So ist die erste Phase ihrer Meinung nach zu stark am Fach orientiert und steht in zu geringer Verbindung zu den fachdidaktischen Studien. Unter den Bildungsexperten besteht Einigkeit darüber, dass die deutschen Lehrkräfte durch diese Ausbildung „nicht hinreichend darauf vorbereitet sind, die Lernkompetenzen der Schülerinnen und Schüler zu entwickeln, den Unterricht auf individuelle Bedürfnisse abzu-

---

<sup>30</sup> TERHART, E. (2000), S. 18

<sup>31</sup> TERHART, E. (2000), S. 15

<sup>32</sup> TERHART, E. (2001), S. 187

<sup>33</sup> HALASZ, G., SANTIAGO, P., EKHOLM, M., MATTHEWS, P., MCKENZIE, P. (2004)

stimmen, das selbstregulierte Lernen zu fördern, die Schüler durch Anwendung aktiver Methoden zu motivieren, komplexe Projekte für das Lernen zu initiieren oder kooperatives Lernen in Gruppen zu organisieren“.<sup>34</sup>

Nach Ansicht der internationalen Bildungsexperten bietet die zweite Phase der Lehrerbildung in Deutschland eine einmalige Chance für das Lernen im Beruf, da Lehrkompetenzen in der alltäglichen Schulpraxis im Austausch mit erfahrenen Lehrkräften erworben werden können. Diese Chance kann bisher jedoch nicht effektiv genutzt werden, da die Seminausbildung zu geringe Bezüge zu den Erfahrungen der Referendare in der Schulpraxis aufweist und insgesamt zu wenig praxisorientiert gestaltet ist. Darüber hinaus wird kritisiert, dass die zweite Phase der Lehrerbildung zu sehr von der ersten und dritten Phase abgekoppelt ist, so dass nicht an bereits vermittelte Kenntnisse angeknüpft werden kann.

Im Länderbericht Deutschland heißt es weiter, dass die Erstausbildung der Lehrkräfte in Deutschland eine der längsten in Europa ist. Die internationalen Bildungsexperten führen dazu aus: „In gewissem Sinne gibt die lange Vorbereitungszeit auf den Beruf und der erfolgreiche Abschluss des Ersten und Zweiten Staatsexamens wie auch die anschließende Probe- und Bewährungszeit ihnen [den Lehrern] die Autorität, in ihrer weiteren Berufslaufbahn weitgehend autonom zu arbeiten. Diese Auffassung der Lehrerautonomie impliziert, dass die Qualität der pädagogischen Fähigkeiten weitgehend durch die Erstausbildung der Lehrkräfte und frühe Berufserfahrungen bestimmt wird. Der nachfolgende persönliche Ausbau der Fertigkeiten und Techniken bleibt dem einzelnen Lehrer überlassen und hängt von seinem Interesse und Enthusiasmus ab. Lehrkräfte im Amt werden nur selten erneut beurteilt“.<sup>35</sup> So hängt das Aufsteigen von einer Gehaltsstufe in die nächste im Wesentlichen von den Jahren der Berufserfahrung, nur in geringem Umfang jedoch von der Leistung ab. In allen Bundesländern sind die Lehrer gesetzlich oder durch ministerielle Verordnungen zur Fortbildung verpflichtet. Dennoch ist die Fortbildungsaktivität deutscher Lehrer unter den OECD-Ländern am geringsten. So hatten bei einer Befragung im Rahmen der PISA-Studie im Jahr 2000 nur 26 % der Lehrkräfte in den letzten drei Monaten an einer Fortbildung teilgenommen, während der OECD-Durchschnitt bei 42 % der befragten Lehrer liegt.

Wie BELLENBERG und THIERACK darlegen, „besteht in der bundesdeutschen Diskussion zur LehrerInnenbildung übereinstimmend Konsens über ihre grundsätzliche Reformbedürftigkeit und über ihre charakteristischen Schwächen, jedoch nicht hinsichtlich ihrer Schlussfolgerungen“.<sup>36</sup> So werden unterschiedliche Maßnahmen vorgeschlagen, um gegen die erkannten Defizite anzugehen. Die KMK-Kommission fordert den Erhalt eines grundständigen Universitätsstudiums mit einer gleichzeitigen Ausbildung im Fach, in Fachdidaktik und Erziehungswissenschaften. Der Wissenschaftsrat sprach sich dagegen 2001 für die Einführung konsekutiver Studiengänge mit einer stärkeren Abkopplung der Fachausbildung von der Fachdidaktik und den Erziehungswissenschaften aus. Nach den Vorstellungen des Wissenschaftsrates sol-

---

<sup>34</sup> HALASZ, G., SANTIAGO, P., EKHOLM, M., MATTHEWS, P., MCKENZIE, P. (2004), S. 33

<sup>35</sup> HALASZ, G., SANTIAGO, P., EKHOLM, M., MATTHEWS, P., MCKENZIE, P. (2004), S. 26f

<sup>36</sup> BELLENBERG, G., THIERACK, A.: Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern in Deutschland, Opladen: Leske + Budrich, 2003, S. 13

len zunächst die fachlichen Grundlagen im Rahmen eines dreijährigen Bachelorstudiums unterrichtet werden. Die lehramtspezifische Ausbildung schließt sich dann erst in einer zweijährigen Masterphase an. Durch das beschriebene konsekutive Studienmodell könnte die Verwirklichung des wichtigen Ziels, mehr Schulpraxis in die Lehrerausbildung einzubeziehen, in Frage gestellt werden. Der Vorschlag des Wissenschaftsrates orientiert sich jedoch an den Vorgaben der Bologna-Erklärung von 1999 zur Schaffung eines gemeinsamen europäischen Hochschulraumes.<sup>37</sup> Durch den Bologna-Prozess soll mit Hilfe einer gemeinsamen Ausbildungsstruktur die Mobilität von Studierenden und Akademikern in der Europäischen Union erleichtert sowie die Anerkennung europäischer Abschlüsse weltweit verbessert werden. Demnach sind die Reformvorschläge in der bundesdeutschen Debatte zur Lehrerbildung im Wesentlichen von drei Leitideen geprägt.<sup>38</sup>

- Schaffung von Transfermöglichkeiten von Studienleistungen im In- und Ausland, Erhöhung der Polyvalenz der Abschlüsse
- verbesserte Koordination der Studieninhalte und bessere Verzahnung der drei Phasen der Lehrerbildung
- Stärkung der Lehrerfortbildung und Weiterbildung

### 2.3 Bildungsstandards - Standards für die Lehrerbildung

Wie in Kapitel 2.1 dargelegt, lösten die Ergebnisse der internationalen Vergleichsstudien TIMSS und PISA in Deutschland eine Diskussion um die Reform des Bildungssystems aus. Die Bundesregierung beschloss im Frühjahr 2003 ein Programm für die Einführung nationaler Bildungsstandards und verfolgt mit dieser Initiative zwei wesentliche Ziele: „Die erste Funktion der Bildungsstandards besteht in der Orientierung der Schulen auf verbindliche Ziele. [...] Kompetenzmodelle bieten den Lehrerinnen und Lehrern ein Referenzsystem für ihr professionelles Handeln“.<sup>39</sup> Dabei fokussieren die Standards auf zentralen Ideen, die ein Fach konstituieren. „Eine zweite Funktion der Bildungsstandards besteht darin, dass auf ihrer Grundlage Lernergebnisse erfasst und bewertet werden. Mit Bezug auf die Bildungsstandards kann man überprüfen, ob die angestrebten Kompetenzen tatsächlich erworben wurden“.<sup>40</sup> Somit soll zukünftig verstärkt untersucht werden, ob das Schulsystem sowie einzelne Schulen ihre Bildungsaufgabe erfüllen. In diesem Sinne sind Standards ein Instrument der Qualitätssicherung. Sie definieren Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse, die alle Schüler in einem bestimmten Alter erreicht haben sollen. Die Anforderungen orientieren sich an Basiskompetenzen, die für eine aktive Teilnahme am sozialen, gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, kulturellen und politischen Leben als unverzichtbar gelten und stützen sich auf Kompetenzmodelle. Laut KMK-Expertise „verändern sie den Blick auf Unterricht von einer rein fachsystematischen Perspektive zu einer stärker `schülerorientierten`, d.h. an der kognitiven Entwicklung

---

<sup>37</sup> HOCHSCHULREKTORENKONFERENZ (HRK): National Report Germany. Realizing the goals of the Bologna Declaration in Germany, [http://www.bologna-berlin2003.de/en/national\\_reports/national\\_rep\\_germany.htm](http://www.bologna-berlin2003.de/en/national_reports/national_rep_germany.htm), Zugriff 13.06.2005

<sup>38</sup> BELLENBERG, G., THIERACK, A. (2003)

<sup>39</sup> KLIEME, E., AVENARIUS, H., BLUM, W., et al. (2003), S. 9

<sup>40</sup> KLIEME, E., AVENARIUS, H., BLUM, W., et al. (2003), S. 10

der Lernenden ausgerichteten Perspektive“.<sup>41</sup> Folglich wird durch die Einführung von Bildungsstandards von den Lehrern gefordert, Lehr- und Lernprozesse neu zu überdenken und ihre Professionalität weiterzuentwickeln.

Für das Fach Chemie legte die Kultusministerkonferenz Ende 2004 einen Entwurf für Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss vor.<sup>42</sup> Damit werden fachspezifische Leistungserwartungen formuliert. Zum einen wird es als Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung bezeichnet, dass Schüler Phänomene erfassen, die Sprache und Geschichte der Naturwissenschaften verstehen und ihre Ergebnisse kommunizieren können. Zum anderen soll sich Unterricht mit naturwissenschaftlichen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinandersetzen. Dabei sind im Fachunterricht Grundlagen für ein berufsbezogenes Weiterlernen vorzubereiten. Insgesamt werden in dem Entwurf der KMK vier zentrale Kompetenzbereiche für das Fach Chemie genannt: Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Neben der Vermittlung fachlicher Konzepte sollen folglich im Unterrichtsfach Chemie auch fächerübergreifende Kompetenzen entwickelt werden.

Tab. 2: Kompetenzbereiche im Fach Chemie

Kompetenzbereich	Kompetenzen
Fachwissen	chemische Phänomene, Begriffe, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen
Erkenntnisgewinnung	experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen
Kommunikation	Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
Bewertung	chemische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Die Formulierung von Standards für die Lehrerbildung ist eine logische Konsequenz aus der Festlegung nationaler Bildungsstandards. BECKER und HILDEBRANDT bezeichnen Standards für die fachdidaktische Ausbildung sogar als Voraussetzung für Standards im Chemieunterricht.<sup>43</sup> „Mit den Standards für die Lehrerbildung definiert die Kultusministerkonferenz Anforderungen, die die Lehrerinnen und Lehrer erfüllen sollen“.<sup>44</sup> Durch die Einführung von Standards können die Ziele der drei Phasen der Lehrerbildung sowie der beruflichen Praxis genauer gefasst werden, indem Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen definiert werden, über die eine Lehrkraft für die Bewältigung ihrer beruflichen Aufgaben verfügen sollte. Somit bieten sie einen Orientierungsrahmen für Studiengänge und Fortbildungsprogramme und die-

<sup>41</sup> KLIEME, E., AVENARIUS, H., BLUM, W., et al. (2003), S. 50

<sup>42</sup> KULTUSMINISTERKONFERENZ: Bildungsstandards, <http://www.kmk.org/schul/home1.htm>, Zugriff 02.06.2005

<sup>43</sup> BECKER, H.-J., HILDEBRANDT, H.: Standards für die chemiedidaktische Ausbildung. Voraussetzung für Standards im Chemieunterricht!, PdN-ChiS, 52 (2003) 1, S. 21-24

<sup>44</sup> SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BRD: Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften (Standards Lehrerbildung\_16-12-05.doc) [http://www.kmk.org/doc/beschl/standards\\_lehrerbildung.pdf](http://www.kmk.org/doc/beschl/standards_lehrerbildung.pdf), Zugriff 06.06.2005, S. 3

nen als Grundlage für die Evaluationen von Lehrkräften und Lehrerbildungseinrichtungen. Die Kultusministerkonferenz legte Ende 2004 Standards für die Bildungswissenschaften vor, die den Bundesländern ab 2005/06 als Basis für die Gestaltung von Lehramtsstudiengängen und das Referendariat dienen sollen.<sup>45</sup> Obwohl die Fort- und Ausbildung von Lehrern nicht ausdrücklich thematisiert wird, „sind die dargestellten Kompetenzen auch Ziele des lebenslangen Lernens im Lehrerberuf“.<sup>46</sup> Für den Bereich der Bildungswissenschaften formuliert die KMK die vier Kompetenzbereiche Unterrichten, Erziehen, Beurteilen und Innovieren und präzisiert sie durch einzelne Kompetenzen (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Kompetenzbereiche und Kompetenzen

Bereiche	Kompetenzen
Unterrichten	Lehrer planen Unterricht fach- und sachgerecht und führen ihn fachlich und sachlich korrekt durch.
	Lehrer unterstützen durch die Gestaltung von Lernsituationen das Lernen von Schülern. Sie motivieren Schüler und befähigen sie, Zusammenhänge herzustellen und Gelerntes zu nutzen.
	Lehrer fördern die Fähigkeiten von Schülern zu selbstbestimmten Lernen und Arbeiten.
Erziehen	Lehrer kennen die sozialen und kulturellen Lebensbedingungen von Schülern und nehmen im Rahmen der Schule Einfluss auf deren individuelle Entwicklung.
	Lehrer vermitteln Werte und Normen und unterstützen selbstbestimmtes Urteilen und Handeln.
	Lehrer finden Lösungsansätze für Schwierigkeiten u. Konflikte in Schule und Unterricht.
Beurteilen	Lehrer diagnostizieren Lernvoraussetzungen und Lernprozesse von Schülern. Sie fördern Schüler gezielt und beraten Lernende und Eltern.
	Lehrer erfassen Leistungen auf der Grundlage transparenter Beurteilungsmaßstäbe.
Innovieren	Lehrer verstehen ihren Beruf als öffentliches Amt mit besonderer Verantwortung und Verpflichtung.
	Lehrer verstehen ihren Beruf als ständige Lernaufgabe.
	Lehrer beteiligen sich an der Umsetzung schulischer Projekte und Vorhaben.

<sup>45</sup> [http://www.kmk.org/doc/beschl/standards\\_lehrerbildung.pdf](http://www.kmk.org/doc/beschl/standards_lehrerbildung.pdf)

<sup>46</sup> [http://www.kmk.org/doc/beschl/standards\\_lehrerbildung.pdf](http://www.kmk.org/doc/beschl/standards_lehrerbildung.pdf), S. 4

Die Ergebnisse von TIMSS und PISA finden bei der Gestaltung der Lehrerbildungsstandards Berücksichtigung. So sollen Lehrer die Schüler befähigen, Zusammenhänge herzustellen und ihr Wissen anzuwenden. Die Förderung selbstbestimmten Lernens sowie die gezielte, individuelle Unterstützung von Schülern werden als grundlegende Aufgaben von Lehrkräften bezeichnet. Auch die Bedeutung der Diagnose von Lernvoraussetzungen und der Beratung von Schülern und Eltern wird in den Lehrerbildungsstandards hervorgehoben. Darüber hinaus wird durch den Kompetenzbereich „Innovieren“ die Notwendigkeit eines Weiterlernens im Beruf betont. Folglich gilt es als Aufgabe von Universitäten und Studienseminaren, in der ersten und zweiten Phase der Lehrerbildung die Bereitschaft und Fähigkeit für ein Lernen im Beruf zu entwickeln.

Bis dato liegen keine verbindlichen Vorschläge für die Fachdidaktik Chemie vor. Die Fachverbände GDCh (Gesellschaft Deutscher Chemiker) und MNU (Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts) stellten ihre Vorstellungen jedoch Mitte 2004 in einem Positionspapier dar.<sup>47</sup> Darin wird ein Kompetenzprofil beschrieben, über das Universitätsabsolventen zu Beginn des Referendariats verfügen sollen. Weiterhin wird ein Kerncurriculum für die universitäre fachdidaktische Ausbildung vorgestellt und Modellprojekte für die Vernetzung der drei Phasen der Lehrerbildung vorgeschlagen.

Die Fachverbände nennen zwölf Kompetenzen, über die ein Lehramtsanwärter verfügen sollte.<sup>48</sup> Eine vollständige Ausbildung der genannten Kompetenzen kann laut GDCh und MNU jedoch erst während der praktischen Ausbildung im Referendariat erfolgen. Zu Beginn des zweiten Ausbildungsabschnittes sollen Referendarinnen und Referendare:

- über ein didaktisch strukturiertes Fachwissen zu schulrelevanten, am Lehrplan orientierten Themen der Chemie verfügen.
- fachliche Grundkenntnisse anderer naturwissenschaftlicher Disziplinen haben, um fachübergreifende Themen unterrichten zu können.
- mit der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweise vertraut sein (Methoden der Erkenntnisgewinnung).
- Sicherheitsrichtlinien für den Chemieunterricht kennen, praktische Erfahrungen im Experimentieren haben und über ein Repertoire an Schulexperimenten verfügen.
- verschiedene Unterrichtsmethoden sowohl theoretisch als auch aus der Gestaltung chemiedidaktischer Veranstaltungen kennen.
- erste Erfahrungen in der Planung einer eigenen Unterrichtsreihe gesammelt haben.
- erste Erfahrungen bei der Planung einer problemorientierten Unterrichtsstunde haben.
- eigene Unterrichtserfahrungen möglichst auch bei der Betreuung von kleineren Schülergruppen haben.
- Einblicke in chemiedidaktische Positionen und Konzeptionen haben.
- mit Ergebnissen fachdidaktischer Forschung zu Lernschwierigkeiten und nicht belastbaren Vorstellungen sowie mit geeigneten Diagnoseinstrumenten bekannt sein.

---

<sup>47</sup> A CAMPO, A., MONTFORTS, F.-P.: Empfehlungen zur Ausbildung von Chemielehrern in Chemiedidaktik an Hochschule und Seminar, Bremen: GDCh, MNU, 2004

<sup>48</sup> A CAMPO, A., MONTFORTS, F.-P. (2004), S. V

- über ein Grundwissen in Erziehungswissenschaften und Lernpsychologie verfügen, das exemplarisch mit chemiedidaktischen Inhalten verknüpft werden kann.
- fähig sein, in kollegialer Kooperation und Teamarbeit eigene Kompetenzen einzubringen und weiterzuentwickeln.

Die Kompetenzen beschreiben vor allem fachdidaktische und zum Teil auch fachliche Grundlagen, über die Studierende am Ende ihres Studiums verfügen sollen wie etwa ein didaktisch strukturiertes Fachwissen, fachliche Grundkenntnisse in anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen oder die Kenntnis naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen. Darüber hinaus wird in dem Vorschlag der Fachverbände die Bedeutung schulpraktischer Übungen betont. So sollen Studierende in der ersten Phase ihrer Ausbildung Erfahrungen im Unterrichten sammeln, möglichst auch bei der Betreuung kleiner Schülergruppen. Nach Ansicht der Fachverbände bietet die Arbeit mit Kleingruppen eine besondere Chance der intensiven Beobachtung von Lernvorgängen. Von den Studierenden wird jedoch noch nicht gefordert, bereits unterrichten zu können. Weiterhin sollen Studierende verschiedene Unterrichtsmethoden sowohl theoretisch als auch aus der Gestaltung chemiedidaktischer Seminare kennen. Somit wird die Forderung nach Methodenvielfalt in chemiedidaktischen Veranstaltungen gestellt. Dabei wird das Ziel verfolgt, den Studierenden eigene Erfahrungen mit verschiedenen Unterrichtsmethoden zu erlauben. „Beurteilen“ und „Innovieren“ werden in einzelnen Kompetenzbereichen angesprochen (siehe „mit Diagnoseinstrumenten bekannt sein“ oder „in Teamarbeit eigene Kompetenzen weiterentwickeln“). Insgesamt liefert das Positionspapier der Fachverbände ein realistisches Bild des Kompetenzprofils, das Studierende bis zum Beginn der zweiten Ausbildungsphase erreichen können, und bietet demnach eine interessante Diskussionsgrundlage für die Gestaltung der chemiedidaktischen Ausbildung. Es muss angemerkt werden, dass in den verschiedenen Kompetenzbereichen kaum eine kritische Auseinandersetzung mit den Ausbildungsinhalten gefordert wird. Dabei sollte die universitäre Ausbildung die Studierenden anregen, fachliche und methodische Konzepte zu hinterfragen und auf ihre Wirkung zu analysieren. Im Vergleich zu den Bildungsstandards für das Unterrichtsfach Chemie fällt auf, dass die Kompetenz, über fachliche Inhalte zu kommunizieren, in den Ausbildungsstandards nicht berücksichtigt wird. Es muss jedoch als wichtige Aufgabe des Universitätsstudiums gelten, Lehramtsstudenten zu befähigen, fachliche Inhalte adressatengerecht zu vermitteln und mit der Öffentlichkeit in einen Diskurs zu treten.

Diese beiden Kritikpunkte können nach Analyse des Kerncurriculums, das die beiden Fachverbände vorschlagen, nicht mehr aufrecht erhalten werden. Das Kerncurriculum beschreibt drei Module für die chemiedidaktische Ausbildung an der Universität. In Modul 1 (Fachbezogene Reflexions- und Kommunikationskompetenzen) werden fachwissenschaftliche Kenntnisse mit chemiedidaktischen Sichtweisen verknüpft. Es richtet sich sowohl an Studierende des Faches Chemie als auch des Lehramts Chemie und beinhaltet die Ausbildung von Kommunikationskompetenzen für die Vermittlung fachwissenschaftlicher Inhalte an eine interessierte Öffentlichkeit. In Modul 2 (fachdidaktische unterrichtsbezogene Basiskompetenzen) sollen die Studierenden wichtige Elemente des Chemieunterrichts wie Experimente und Modelle kennen lernen. Dabei sollen sie u.a. lernen, mit den Besonderheiten des Lehrens und Lernens im Fach Chemie umzugehen, diese zu hinterfragen und sich des Rollenwechsels von der Lerner- in die Lehrerrolle bewusst zu werden. Modul 3 (fachdidaktische unterrichtsbezo-

gene Handlungs- und Bewertungskompetenzen) ist in das Haupt- bzw. Masterstudium einzuordnen und bildet die Basis für eine Vertiefung in der zweiten Phase der Lehrerbildung. Es beinhaltet z.B. die Ausbildung der Fähigkeit zur lern- und erkenntnistheoretisch fundierten Strukturierung des Lehrens und Lernens und zur Diagnose von Lernleistungen sowie Lernschwierigkeiten. Darüber hinaus wird eine Auseinandersetzung mit aktuellen chemiedidaktischen Forschungsarbeiten gefordert. Ein Defizit des Kerncurriculums ist die fehlende Zuordnung schulpraktischer Erfahrungen zu einem oder mehreren der Module, weshalb diese keine ausreichende Verankerung in dem vorgeschlagenen Studiengang finden.

Das Kompetenzprofil und das Kerncurriculum von GDCh und MNU können als Grundlage für die fachdidaktische Ausbildung von Studierenden an der Universität gelten. Für die dritte Phase der Lehrerbildung liefern sie hingegen nur einzelne Anknüpfungspunkte wie etwa die Erweiterung der Methodenkenntnis oder die Auseinandersetzung mit neuen fachdidaktischen Forschungsergebnissen.

## **2.4 Zusammenfassung und Bewertung**

Die internationalen Vergleichsstudien TIMSS und PISA zeigen Defizite deutscher Schüler in der Anwendung grundlegender Kulturtechniken auf. Es wird deutlich, dass die Schüler Schwierigkeiten bei der Anwendung ihres Wissens in verschiedenen Kontexten haben und dass das Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte insbesondere in der Hauptschule wenig ausgeprägt ist. Darüber hinaus stellt selbstgesteuertes Arbeiten für viele Schüler eine große Hürde dar. Obwohl das Lehrerverhalten bei TIMSS und PISA nur am Rande untersucht wurde, regten die Ergebnisse beider Studien die Diskussion um eine Reform der Lehrerbildung an. So besteht unter Bildungsexperten Einigkeit darüber, dass eine Verbesserung der Schulbildung nur in Zusammenarbeit mit den Lehrern erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen auf neue Herausforderungen, die etwa durch die Einführung von Bildungsstandards an sie gestellt werden, vorbereitet werden. Neben der Vermittlung fachlicher Konzepte wird von ihnen zunehmend gefordert, fächerübergreifende Kompetenzen aus dem Fach Chemie heraus zu entwickeln. Darüber hinaus müssen Lehrer zukünftig besser für den Umgang mit heterogenen Lerngruppen geschult werden. Somit muss eine moderne Lehrerbildung Lehrende befähigen, Schüler individuell zu unterstützen, selbstgesteuertes Lernen zu initiieren und Schüler durch neue Unterrichtsmethoden stärker zu aktivieren. Dafür müssen nach Ansicht der Kultusministerkonferenz zukünftig insbesondere die diagnostischen und methodischen Kompetenzen der Lehrer verbessert werden.

Nationale wie internationale Studien zeigen Defizite in der deutschen Lehrerbildung auf. So stehen die drei Phasen der Lehrerbildung nach Ansicht der Bildungsexperten in zu geringer Verbindung, so dass nur unzureichend an bereits erworbenes Wissen angeknüpft werden kann. In der ersten Phase der Lehrerbildung fehlt es an Praxisorientierung; d.h. schulpraktische Studien finden in zu geringem Umfang statt. Die zweite Phase der Lehrerbildung bietet zwar eine einmalige Chance für das Lernen im Beruf, diese kann bisher jedoch nicht effektiv genutzt werden, da die begleitende Seminarbildung zu wenig praxisorientiert gestaltet ist. Die dritte Phase der Lehrerbildung wird in Deutschland noch nicht als fester Bestandteil der beruflichen Weiterentwicklung von Lehrkräften erkannt. Da es an geeigneten berufsbegleitenden Unterstützungssystemen mangelt, werden Lehrkräfte im Beruf allein gelassen.

Gleichzeitig muss die Fortbildungsbereitschaft deutscher Lehrer als zu gering bezeichnet werden.

Die Lehrerbildung erfreut sich in den letzten Jahren steigenden Interesses, was nicht nur durch die öffentlich geführte Debatte, sondern auch durch eine Vielzahl von Expertisen und fachdidaktischer Veröffentlichungen belegt wird (siehe dazu auch Kapitel 3 und 7). Reformvorschläge werden von verschiedenen Seiten erarbeitet. So soll durch die Festlegung von Standards Lehrerbildung verbindlicher und besser überprüfbar gestaltet werden. Darüber hinaus wurden bereits erste Vorschläge für einen sinnvollen Anschluss der zweiten Phase an die erste Phase der Lehrerbildung unterbreitet.<sup>49</sup> Nach Ansicht vieler Bildungsexperten liegen bisher jedoch noch keine ausreichenden Erkenntnisse über Zustand und Wirkung von Lehrerbildung vor, weshalb gezielte Forschungsarbeiten angebracht sind.

An dieser Stelle setzt die vorliegende Arbeit an, indem sie Vorschläge für eine Verbesserung der ersten und dritten Phase der Lehrerbildung erarbeitet und auf ihre Wirkung analysiert. Im ersten Teil der Arbeit wird ein regionales berufsbegleitendes Unterstützungssystem für Chemielehrer in enger Zusammenarbeit mit Lehrern entwickelt, erprobt und empirisch begleitet. Dabei sollen durch die Vorstellung neuer, offener und alltagsorientierter Unterrichtseinheiten die methodischen Kompetenzen der Lehrer geschult werden. Im zweiten Teil der Arbeit wird eine fachdidaktische Seminarveranstaltung für Lehramtsstudenten entwickelt, die die Vorschläge der Fachverbände für Standards in der chemiedidaktischen Ausbildung berücksichtigt. Durch eine Kooperation von Studierenden mit erfahrenen Lehrkräften wird der Forderung nach einer Verzahnung der drei Phasen der Lehrerbildung Rechnung getragen.

---

<sup>49</sup> STAATLICHES STUDIENSEMINAR FÜR DAS LEHRAMT AN GYMNASIEN KOBLENZ: Die Pflichtmodule, <http://www.studienseminar-koblenz.de>, Zugriff 19.08.2005

### 3 Der Status Quo in der Lehrerfortbildung

Wie in Kapitel 2 dargelegt, besitzt die Fortbildung von Chemielehrern große Entwicklungspotenziale. Neue Fortbildungsstrukturen sollen helfen, Lehrer besser zu erreichen und sie effektiver bei einer Weiterentwicklung ihres Unterrichts zu unterstützen. Seit 1998 verfolgen verschiedene Initiativen in der Bundesrepublik Deutschland das Ziel, regionale Strukturen in der Lehrerfortbildung zu etablieren. Die unterschiedlichen Ansätze im Bereich der Chemiedidaktik werden in Kapitel 3.1 kurz charakterisiert. Im Anschluss daran werden Untersuchungen zum Fortbildungsverhalten von Chemielehrern und der Wirkung von Lehrerfortbildung vorgestellt (siehe Kapitel 3.2). Dabei wird insbesondere auf für diese Arbeit relevante Ergebnisse eingegangen. In Kapitel 3.2.7 werden die wichtigsten Ergebnisse kurz zusammengefasst und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Entwicklung eines neuen Fortbildungskonzepts bewertet. Im letzten Unterkapitel wird schließlich das staatliche Fortbildungsangebot für Chemielehrer im Freistaat Thüringen analysiert (siehe Kapitel 3.3).

#### 3.1 Ansätze zur Etablierung regionaler Fortbildungsstrukturen für Chemielehrer

##### 3.1.1 Lehrerfortbildungszentren der Gesellschaft Deutscher Chemiker

Seit Ende 2001 finanziert die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) in Zusammenarbeit mit dem Verband der Chemischen Industrie (VCI) und den Bundesländern die Einrichtung regionaler Lehrerfortbildungszentren an den Universitäten. Die Initiative verfolgt das Ziel, eine flexible und effiziente Organisationsstruktur für Lehrerfortbildung zu schaffen, mit Hilfe derer optimal auf die Bedürfnisse von Chemielehrern reagiert werden kann.<sup>50</sup>

Bisher wurden bundesweit sieben Fortbildungszentren eröffnet. Sie werden größtenteils von Universitätsprofessoren der Fachrichtung Chemiedidaktik geleitet und befinden sich an den Standorten Braunschweig, Dortmund, Frankfurt am Main, Erlangen-Nürnberg, Oldenburg-Bremen, Rostock und Stuttgart-Hohenheim (siehe Abb. 1). Durch Kooperation mit weiteren Hochschulen wird versucht, ein flächendeckendes Angebot zu bieten. Dennoch können viele Regionen bisher nicht erreicht werden. Weiße Flecken auf der Deutschlandkarte sind Bundesländer wie Thüringen, Sachsen-Anhalt oder Schleswig-Holstein.

---

<sup>50</sup> GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER: Fortbildung für Chemielehrer, <http://www.gdch.de/vas/fortbildung/lehrer.htm>, Zugriff 04.05.2005



Abb. 1: Fortbildungszentren und Veranstaltungsorte<sup>51</sup>

Aufgabe der Zentren ist es, hochwertige Fortbildungen zu vielfältigen Themen anzubieten. Dafür legt eine Fortbildungskommission in der GDCh regelmäßig Schwerpunktthemen fest, zu denen regionale Veranstaltungen zu gestalten sind. Aktuell sind es die folgenden sieben Themen:

- Nachhaltigkeit,
- Life Science (Biowissenschaften),
- Informationstechnologie (Nutzung von Software und Internet im Chemieunterricht),
- Neue Lehr- und Lernstrategien,
- Bildungsstandards,
- Lernschwierigkeiten im Chemieunterricht,
- Naturwissenschaftliche Früherziehung.

Eine Sichtung der Fortbildungsprogramme zeigt, dass im Zeitraum von Januar bis Mai 2005 bundesweit insgesamt 117 Veranstaltungen und pro Fortbildungszentrum durchschnittlich 12 Fortbildungen angeboten werden.<sup>52</sup> Innerhalb dieses umfangreichen Angebots sind drei Arbeitsschwerpunkte zu erkennen, die in insgesamt 75,1 % der Veranstaltungen thematisiert werden. Es handelt sich um die Themen „neue Lehr- und Lernstrategien“ und „naturwissenschaftliche Früherziehung“. Den dritten Arbeitsschwerpunkt bilden inhaltliche und experimentelle Anregungen zu klassischen Unterrichtsthemen.

<sup>51</sup> <http://web.uni-frankfurt.de/didachem/gdchfb>, Zugriff 10.05.2005

<sup>52</sup> Da das Angebot für 01.-05.2005 für das Lehrerfortbildungszentrum in Rostock zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht im Internet bereitgestellt wurde, musste für dieses Zentrum der Zeitraum 05.-09.2005 als alternativer Untersuchungszeitraum gewählt werden.

Die weiteren fünf Schwerpunktthemen der GDCh spielen dagegen im Untersuchungszeitraum nur eine untergeordnete Rolle (siehe Abb. 2).

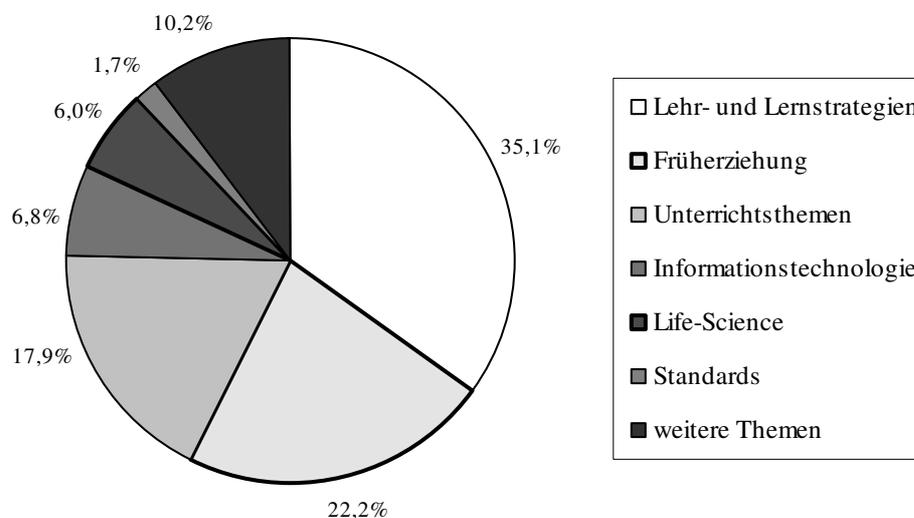


Abb. 2: Veranstaltungsschwerpunkte der Lehrerfortbildungszentren

Unter dem Arbeitsschwerpunkt „neue Lehr- und Lernstrategien“ werden moderne Unterrichtsmethoden wie Projektunterricht, Lernen an Stationen, Gruppenpuzzle oder alltagsorientierte Schülerpraktika an konkreten Unterrichtsbeispielen vorgestellt. Vor allem an den Standorten Oldenburg, Bremen und Rostock werden zahlreiche Veranstaltungen zu diesen Themen unter der Überschrift „Chemie im Kontext“, „kooperative Lernformen“ oder „Chemie fürs Leben“ angeboten.

Viele der Fortbildungszentren haben es sich darüber hinaus zur Aufgabe gemacht, Grundschullehrer, Erzieher oder Kindergärtner in den Naturwissenschaften fortzubilden. Unter dem Themenschwerpunkt „naturwissenschaftliche Früherziehung“ werden Veranstaltungen zusammengefasst, in denen einfache chemische Experimente für Kinder im Alter von etwa vier bis zwölf Jahren vorgestellt werden. Sehr viele Fortbildungen zu diesem Arbeitsschwerpunkt bietet das Fortbildungszentrum und Schülerlabor Fehling-Lab in Stuttgart-Hohenheim an.

Der dritte Arbeitsschwerpunkt umfasst Fortbildungen zu klassischen Themen des Chemieunterrichts wie beispielsweise Metalle, Stoffe und Stoffeigenschaften oder Redoxreaktionen. Nicht nur in diesen Veranstaltungen nimmt das chemische Schulexperiment einen wichtigen Stellenwert ein. So können Lehrer im Untersuchungszeitraum in insgesamt 74,4 % der Fortbildungen neue Lehrer- und Schülerexperimente kennen lernen. Der überwiegende Teil der GDCh-Veranstaltungen besteht folglich aus einem einleitenden Vortrag und einem anschließenden praktischen Teil, der häufig in Form von Laborarbeit durchgeführt wird.

Im Untersuchungszeitraum treten in 91,5 % der Veranstaltungen Universitätsmitarbeiter als Referenten auf, wogegen nur 8,5 % der Fortbildungen von Fachberatern oder Lehrern geleitet werden. Somit handelt es sich bei den GDCh-Veranstaltungen vor allem um ein Angebot der Hochschulen an Chemielehrer in der Region. Wie die Programme zeigen, bestehen in einigen Fällen Kooperationen mit Lehrern, sie sind jedoch nicht Bestandteil der von der GDCh verfolgten Programmatik. So werden auch 66,6 % der Veranstaltungen in den Fortbildungszent-

ren sowie an einzelnen weiteren Hochschulstandorten angeboten und nur 11,1 % der Fortbildungen finden an Schulen statt. Sehr positiv zu bewerten ist, dass zwei Fortbildungszentren (Braunschweig und Rostock) Abrufangebote für Schulen anbieten, bei denen Lehrer Fortbildungen ihrer Wahl an der eigenen Schule veranstalten können. Als einzige Voraussetzung wird hier eine Teilnehmerzahl von mindestens zehn Personen genannt.

Das Angebot der Fortbildungszentren umfasst halbtägige, ein- und mehrtägige Kurse. Im Untersuchungszeitraum werden aber mit 61,5 % der Fortbildungen vor allem Halbtagsveranstaltungen angeboten. Durch das Angebot sollen Lehrer aller Schulstufen angesprochen werden: So werden Fortbildungsthemen für die Grundschule bis hin zur Sekundarstufe II angeboten.

### **3.1.2 Das Projekt Chemobil**

Im Jahr 2000 wurde das Projekt „Chemobil“ in Sachsen-Anhalt ins Leben gerufen. Mit Hilfe der finanziellen Unterstützung der Dow Chemical Foundation konnte an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg ein mobiles Chemielabor eingerichtet werden, mit Hilfe dessen Lehrerfortbildungen und Schülerpraktika im Flächenland Sachsen-Anhalt auch außerhalb der Ballungsräume gewährleistet werden sollen. Im Rahmen dieses Projekts boten Angestellte der Universität Halle im Zeitraum von 2000 bis 2004 Fortbildungen und Praktika an Schulen in der Region an. In den ersten zwei Jahren wurden circa 60-80 Veranstaltungen pro Jahr realisiert. Nach Weggang des Chemiedidaktikers Dr. A. Kometz aus Halle konnten bis 2004 noch circa 25 Veranstaltungen pro Jahr angeboten werden. Seit 2005 gibt es dieses regionale Angebot in Sachsen-Anhalt nicht mehr.

Das Projekt zeichnet sich durch eine Verbindung von Lehrerfortbildung und Schülerprojekten aus: Die in den Fortbildungen vorgestellten Experimentierpraktika können - und sollen - in den Chemieunterricht integriert werden. Den Chemielehrern wird angeboten, dass Chemobil nach Fortbildungsbesuch für Praktika und Projektstage an die Schulen zu ordern. Folglich werden mit dem Chemobil verschiedene Ziele verknüpft: Es soll „ein regional erweitertes Umfeld, d.h. dezentralisiert im gesamten Bundesland, für die Fortbildung von Lehrenden“ erschlossen werden.<sup>53</sup> Darüber hinaus sollen Lehrer und Schüler über moderne Entwicklungen informiert und die Experimentiermöglichkeiten an mitteldeutschen Schulen verbessert werden. Des Weiteren soll durch das Chemobil die Einrichtung von Schülerarbeitsgemeinschaften im Sinne von „Jugend forscht“ initiiert und ein Nachwuchs für die naturwissenschaftlich-technischen Berufe qualifiziert werden.

Seit Beginn des Schuljahres 2000/01 wurden im Chemobil vier Themen angeboten: Moderne Energietechnologien, Computereinsatz im Chemieunterricht, Duftstoffe und kosmetische Präparate sowie Kunststoffe. Im Gegensatz zu den anderen in diesem Kapitel beschriebenen Fortbildungsansätzen liegen keine Ergebnisse der empirischen Begleitung des Projekts Chemobil vor.

---

<sup>53</sup> KOMETZ, A.: Das Projekt Chemobil, NiU-Chemie, 13 (2002) 70/71, S. 95

### 3.1.3 Arbeit mit Schulsets im BLK-Modellprogramm Sinus

Anlass für die Einrichtung des Modellprogramms zur „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (Sinus) waren die Ergebnisse der TIMS-Studie. Das schlechte Abschneiden deutscher Schüler im internationalen Vergleich veranlasste die Bund-Länder-Kommission (BLK) eine Expertise in Auftrag zu geben, in der eine Expertengruppe unter Leitung von Professor Dr. J. Baumert Problembereiche des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Bundesrepublik Deutschland aufzeigte und das Modellprogramm Sinus vorbereitete.<sup>54</sup> Ziel des bundesweiten Modellversuchs ist es, den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in Zusammenarbeit mit Lehrern weiterzuentwickeln. Da frühere Untersuchungen zeigten, dass sich Innovationen im Bildungsbereich nur dann durchsetzen können, wenn sie von Lehrern angenommen und in eigene Handlungsroutinen integriert werden, setzt das Modellvorhaben an dieser Basis an.<sup>55</sup>

Neu in dem Modellversuch ist die Einführung von Schulsets. Hier arbeiten Lehrer aus verschiedenen Schulen in sogenannten Lerngemeinschaften zusammen. Diese Art von Lehrerfortbildung wurde in den USA entwickelt und bereits erfolgreich erprobt.<sup>56,57</sup> Im Modellprogramm Sinus arbeiteten von 1998 bis 2003 etwa 1000 Lehrer aus 180 Schulen in 30 Schulsets zusammen (siehe Abb. 3). Die einzelnen Schulsets legen eigene Zielvorgaben fest und entwickeln in kooperativem Austausch den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht weiter. Auf diese Weise versucht das Modellprogramm, Lehrer vor Ort in einem aktiven und selbstverantwortlichen Prozess fortzubilden und Qualitätsentwicklungsverfahren dauerhaft an den Schulen zu etablieren.

Die unterste Ebene der Zusammenarbeit stellen die Fachgruppen an den Schulen dar. Jeweils sechs dieser Schulen werden zu einem Set zusammengefasst, welches aus einer Pilotschule und fünf Netzwerkschulen besteht. Die Pilotschulen haben Vorreiterfunktion, da sie die Koordination des Schulsets übernehmen. Pro Schule beteiligen sich durchschnittlich fünf Lehrer aus dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich, die durch Entlastungsstunden für ihren Mehraufwand entschädigt werden. Darüber hinaus nimmt in etwa jeder dritten Schule die Schulleitung aktiv an dem Programm teil.

---

<sup>54</sup> BUND-LÄNDER-KOMMISSION (BLK) FÜR BILDUNGSPLANUNG UND FORSCHUNGSFÖRDERUNG (Hrsg.): Gutachten zur Vorbereitung des Programms 'Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts', Bonn: BLK, 1997

<sup>55</sup> BLK, BmBF (Hrsg.): BLK-Modellversuchsprogramm 'Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts' (Informationsheft)

<sup>56</sup> BRUER, J.T.: Schools for thought, Cambridge: MIT Press, 1993

<sup>57</sup> THOMAS, G., WINEBURG, S., GROSSMANN, P., MYHRE, O., WOOLWORTH, S.: In the company of colleagues: An interim report on the development of a community of teacher learners, Teaching and Teaching Education, 14 (1998), S. 21-32



Abb. 3: Pilot Schulen im Modellprogramm Sinus, Projektträger IPN in Kiel und Projektpartner<sup>58</sup>

Inhaltlich wird der Unterricht auf Grundlage von elf Modulen weiterentwickelt:<sup>59</sup>

- Weiterentwicklung der Aufgabekultur,
- Naturwissenschaftliches Arbeiten,
- Aus Fehlern lernen,
- Sicherung von Basiswissen – verständnisvolles Lernen auf unterschiedlichen Niveaus,
- Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen,
- Fächergrenzen erfahrbar machen: Fächerübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten,
- Förderung von Mädchen und Jungen,
- Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern,
- Verantwortung für das eigene Lernen stärken,
- Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs,
- Qualitätssicherung innerhalb der Schule und Entwicklung von schulübergreifenden Standards.

Diese elf Module leiten sich aus den erkannten Problembereichen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts ab. Den Schulsets wird überlassen, einzelne Module als Schwerpunkt für ihre Arbeit auszuwählen, so dass ein problemorientiertes Arbeiten ermög-

<sup>58</sup> BLK, BMBF (Hrsg.): Informationsheft, S. 2

<sup>59</sup> PRENZEL, M., OSTERMEIER, C.: Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts – Ein unterrichtsbezogenes Qualitätsentwicklungsprogramm, Beiträge zur Lehrerbildung, 21 (2003) 2, S. 265-276

licht wird: Die Schulsets können an aus ihrer Sicht dringlichen Problemen ansetzen. Weiterhin sollen die Lehrkräfte anhand der Arbeit an einzelnen Modulen in absehbarer Zeit Erfolge erzielen, ohne sofort den gesamten Unterricht verändern zu müssen. Die meisten Schulsets entscheiden sich für die folgenden drei Module: „Weiterentwicklung der Aufgabekultur“, „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ und „Fächergrenzen erfahrbar machen“. Viele der Schulsets bearbeiten ausschließlich das Fach Mathematik, andere engagieren sich zusätzlich in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Physik und Chemie. Da nur ein Fünftel der beteiligten Lehrkräfte im Fach Chemie unterrichtet, ist die Bedeutung der Chemie im Modellprogramm Sinus verhältnismäßig gering.

Hinsichtlich der Qualitätsentwicklung an den Schulen stehen die Lehrkräfte nach Einschätzung von PRENZEL vor verschiedenen Teilaufgaben:<sup>60</sup> In der ersten Phase der Zusammenarbeit geht es zunächst darum, sich der konkreten Probleme im Unterricht bewusst zu werden, die Ausgangslage zu beschreiben und Ziele der gemeinsamen Arbeit festzulegen. In der zweiten Phase erarbeiten die Lehrergruppen Lösungsstrategien und entwickeln im Diskurs konkrete Ansätze für eine Verbesserung des Unterrichts. In der dritten und letzten Phase sollen diese Ansätze in die Praxis umgesetzt und die gesammelten Erfahrungen in den Gruppen reflektiert werden. In regelmäßigen Treffen auf Schul- und Setebene soll somit eine „unterrichtsbezogene Kooperation“ zwischen Lehrkräften etabliert werden.<sup>61</sup>

Die Programmträger von Sinus bieten den Lehrkräften vor allem inhaltliche sowie organisatorische Unterstützung an. So werden die beteiligten Lehrerinnen und Lehrer mit umfangreichen Materialien versorgt, in denen die einzelnen Module differenziert dargestellt und durch Beispiele veranschaulicht werden. Es werden keine fertigen Unterrichtsvorschläge vorgestellt, die die Lehrer einfach in den Unterricht übernehmen können. Zur Unterstützung der Set-Arbeit wurden darüber hinaus während der ersten Programmlaufzeit von 1998 bis 2003 zehn zentrale Fortbildungen für die Koordinatoren und Lehrkräfte aus Programmschulen angeboten und mehrere Tagungen zu fachspezifischen Themen sowie ein Schulleiter-Kongress durchgeführt.

Der Ansatz von Sinus zur Qualitätsentwicklung in Schulnetzwerken soll systematisch in die Breite getragen werden. Im August 2003 startete das Folgeprojekt Sinus-Transfer, an dem sich 84 Schulsets mit 750 Schulen beteiligen.<sup>62</sup> In dem relativ personalintensiven Programm ist für die Koordination jedes Schulsets eine halbe Stelle (Bat IIa) veranschlagt.<sup>63</sup> Seit Sommer 2004 wird auch an der Übertragung von Sinus auf die Grundschule gearbeitet.<sup>64</sup> Dabei versuchen zehn Bundesländer mit 124 Schulen in einer Laufzeit von fünf Jahren, das Interesse

---

<sup>60</sup> PRENZEL, M.: Qualitätsentwicklungsansätze im Rahmen des BLK-Modellversuchsprogramms 'Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts' in Forum Bildung (Hrsg.): Qualitätssicherung im internationalen Wettbewerb, Bonn: Forum Bildung, 2000.

<sup>61</sup> OSTERMEIER, C. (2004a), S. 15

<sup>62</sup> OSTERMEIER, C.: Kooperative Unterrichtsentwicklung in Netzwerken, IPN-Blätter, 21 (2004b) 4, S.4

<sup>63</sup> PARCHMANN; I, DEMUTH, R., CHRISTANSEN, D., et al.: Forschungsprojekt Optimierung von Implementationsstrategien bei innovativen Unterrichtskonzeptionen am Beispiel von 'Chemie im Kontext'. 1. Zwischenbericht, Kiel: Leibniz-Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften, 2003, [http://www.uni-saarland.de/fak5/graesel/forschung/Zwischenbericht\\_ohne%20Beirat.pdf](http://www.uni-saarland.de/fak5/graesel/forschung/Zwischenbericht_ohne%20Beirat.pdf), Zugriff 16.04.2005

<sup>64</sup> FISCHER, C.: SINUS jetzt auch in der Grundschule!, IPN-Blätter, 22 (2005) 1, S. 1, S. 3

für Mathematik und Naturwissenschaften in der Grundschule zu fördern. Somit nimmt im Jahr 2004 etwa jede tausendste Schule (Primarstufe und Sekundarstufe I – II) in der Bundesrepublik Deutschland an Sinus teil.<sup>65</sup> Um die erarbeiteten Unterrichtsvorschläge auch anderen Lehrkräften zugänglich zu machen, werden ausgewählte Beispiele über den zentralen Server des Programms auf den Internetseiten der Universität Bayreuth zur Verfügung gestellt.<sup>66</sup> Auf regionaler Ebene werden Broschüren erarbeitet und beispielhafte Unterrichtsmaterialien sollen zukünftig über einen Schulbuchverlag veröffentlicht werden.

### 3.1.4 Arbeit mit Schulsets im Programm „Chemie im Kontext“

Das durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BmBF) geförderte Projekt „Chemie im Kontext“ (ChiK) baut auf einer ähnlichen Struktur wie das Modellvorhaben Sinus auf und arbeitet mit diesem eng zusammen.<sup>67</sup> Auch in diesem Projekt sind Schulen in Netzwerken organisiert, in denen Lehrer gemeinsam den Chemieunterricht weiterentwickeln. Im Unterschied zu Sinus wird bei „Chemie im Kontext“ eine neue kontextorientierte Unterrichtskonzeption in Kooperation mit Lehrkräften realisiert.<sup>68</sup> Dabei werden die Lehrkräfte stärker als bei Sinus durch universitäre Mitarbeiter betreut und geführt.<sup>69</sup>

Das Unterrichtskonzept „Chemie im Kontext“ beschreibt „die Grundlegung für ein neues Chemiecurriculum für die Sekundarstufe II“, welches an dieser Stelle nur kurz erläutert werden soll.<sup>70</sup> Zentrales Merkmal ist die Verwendung authentischer und relevanter Kontexte, durch die fachliche Inhalte in Bedeutungsgehalte eingebunden werden. Durch den Einsatz einer Vielfalt von Unterrichtsmethoden soll vor allem eine stärkere Gewichtung des selbstgesteuerten Lernens im Chemieunterricht erzielt werden.<sup>71</sup> Der fachsystematische Unterricht wird dabei auf wenige grundlegende Basiskonzepte reduziert wie etwa das Donator-Akzeptor-Konzept oder das Konzept des chemischen Gleichgewichts, deren Gültigkeit in verschiedenen Kontexten erschlossen wird.<sup>72</sup> Mit Hilfe der Verknüpfung von Kontexten und Basiskonzepten wird der Aufbau eines strukturierten Fachwissens angestrebt.

In dem Projekt „Chemie im Kontext“ arbeiten seit 2002 Lehrer aus zwölf Bundesländern in Sets zusammen. Nur Thüringen, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern beteiligen sich derzeit nicht an „Chemie im Kontext“. Die Sets bestehen aus zehn bis zwölf Chemielehrern (je zwei Lehrer aus fünf bis sechs Schulen), die sich in konstanter Zusammensetzung circa alle zwei Monate treffen. Dabei werden sie von wissenschaftlichen Mitarbeitern der be-

---

<sup>65</sup> <http://www.destatis.de>, Zugriff 23.05.2005

<sup>66</sup> <http://blk.mat.uni-bayreuth.de>, Zugriff 23.05.2005

<sup>67</sup> PARCHMANN, I., DEMUTH, R., CHRISTANSEN, D., et al. (2003)

<sup>68</sup> GRÄSEL, C., PARCHMANN, I.: Die Entwicklung und Implementation von Konzepten situierter, selbstgesteuerter Lernens, Zeitschrift für Erziehungswissenschaften, 6 (2004) 3. Beiheft, S. 171-184

<sup>69</sup> OSTERMEIER, C. (2004b)

<sup>70</sup> PARCHMANN, I.: Chemie im Kontext. Eine Konzeption zum Aufbau und zur Aktivierung fachsystematischer Strukturen in lebensweltlichen Fragestellungen, MNU, 53 (2000) 3, S. 132-137, S. 132

<sup>71</sup> PARCHMANN, I., DEMUTH, R., RALLE, B., PASCHMANN, A., HUNTEMANN, H.: Chemie im Kontext – Begründung und Realisierung eines Lernens in sinnstiftenden Kontexten, PdN-Chemie, 50 (2001), S. 2-7

<sup>72</sup> DEMUTH, R., RALLE, B., PARCHMANN, I.: Basiskonzepte – eine Herausforderung an den Chemieunterricht, Chemkon, 12 (2005) 2, S. 55-60

teiligten Universitäten begleitet (Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften IPN an der Universität Kiel, Universität Dortmund und Universität des Saarlandes). In einige Sets sind auch Vertreter staatlicher Lehrerfortbildungsinstitutionen oder der Schulverwaltung eingebunden. Die verfolgte Implementationsstrategie basiert auf folgenden Prinzipien: „Die Lerngemeinschaften ermöglichen einen unmittelbar auf die Schulpraxis bezogenen Austausch verschiedener `Unterrichtsexperten´: Neben den Lehrkräften nehmen auch Unterrichtsforscher, Personen der Schuladministration und der Lehrerfortbildung teil“.<sup>73</sup> Da die Untersuchungen von DE JONG zeigten, dass Forschungsergebnisse bisher nur geringe Wirkung auf die Unterrichtspraxis haben, soll ein Austausch zwischen Forschern und Unterrichtspraktikern realisiert werden.<sup>74</sup> Dabei wird das Ziel verfolgt, die beschriebene Kluft zwischen Forschung und Praxis zu überwinden. Des Weiteren „erhebt Chemie im Kontext nicht den Anspruch, eine `fertige Konzeption´ zu verbreiten. Vielmehr soll die Konzeption einen Anlass und Rahmen für eine Diskussion und Weiterentwicklung von Unterricht bieten“.<sup>75</sup>

In dem Projekt werden vorhandene Unterrichtseinheiten in der Unterrichtspraxis umgesetzt und weiterentwickelt. Darüber hinaus werden neue Unterrichtseinheiten nach dem Konzept „Chemie im Kontext“ in den Sets erarbeitet, im Unterricht erprobt und evaluiert.<sup>76</sup> Im ersten Projektjahr 2002/03 wurde vorwiegend an inhaltlichen Aspekten gearbeitet. Wie die Erfahrungen des bayrischen Sets zeigen, wurden vor allem Unterrichtseinheiten nach Vorlagen des Programmträgers realisiert.<sup>77</sup> Erst im zweiten Projektjahr begann die Planung eigener Unterrichtseinheiten. In den weiteren Projektjahren bis 2005 sollen die Lehrkräfte gezielt dazu angeregt werden, über die fachliche und fachdidaktische Entwicklungsarbeit hinaus ihren Unterricht gemeinsam zu reflektieren und lernförderliche Bedingungen zu diskutieren.

Im Schuljahr 2002/03 waren 121 Lehrer aus 58 Schulen an „Chemie im Kontext“ beteiligt. Ende 2003 wurden acht neue Sets in den beteiligten Bundesländern vorbereitet und gebildet, so dass im zweiten Jahr etwa 210 Lehrkräfte in dem Projekt mitarbeiteten.<sup>78</sup> Durch ein Multiplikatorensystem soll die Projektidee zukünftig im gesamten Bundesgebiet verbreitet werden, indem zum einen Projekt-erfahrene Lehrer die Unterrichtskonzeption in Vorträgen an anderen Schulen vorstellen. Zum anderen sollen sie neue Lerngemeinschaften aus den bestehenden Sets ausgründen, in denen der geplante Austausch zwischen Forschern und Unterrichtspraktikern jedoch vergleichsweise gering ist.

### 3.2 Chemiedidaktische Untersuchungen zur Lehrerfortbildung

Im Folgenden werden Ergebnisse chemiedidaktischer Untersuchungen zur Lehrerfortbildung vorgestellt. Nach einer ersten Studie aus dem Jahr 1976-1979 (Kapitel 3.2.1) werden in den Kapiteln 3.2.2-3.2.4 Ergebnisse der Evaluation von GDCh-Kursen zusammengefasst. Das

---

<sup>73</sup> PARCHMANN; I, DEMUTH, R., CHRISTANSEN, D., et al. (2003), S. 4

<sup>74</sup> DE JONG, O.: Crossing the borders: chemical education research and teaching practice, University Chemistry Education, 4 (2000) 1, S.29-32

<sup>75</sup> PARCHMANN; I, DEMUTH, R., CHRISTANSEN, D., et al. (2003), S. 4

<sup>76</sup> RALLE, B., DI FUCCIA, D.-S.: Lehrer planen gemeinsam, Posterbeitrag auf der GDCh-Tagung 2004

<sup>77</sup> RALLE, B., DI FUCCIA, D.-S. (2004)

<sup>78</sup> PARCHMANN; I, DEMUTH, R., CHRISTANSEN, D., et al.:(2003)

Fortbildungsverhalten sowie die Ergebnisse der begleitenden Evaluation der Projekte Sinus und „Chemie im Kontext“ werden anschließend präsentiert (Kapitel 3.2.5-3.2.6).

### 3.2.1 Evaluation eines regionalen Fortbildungsmodells in West-Berlin

PASTILLE entwickelte und erprobte zwischen 1976 und 1979 ein regionales Fortbildungsmodell für Chemielehrer der Sekundarstufe II in West-Berlin. Im Rahmen der Evaluation befragte er sowohl die Fortbildungsteilnehmer als auch alle Berliner Chemielehrer der gymnasialen Oberstufe schriftlich.<sup>79,80</sup> Es war ein wichtiges Ziel der Evaluation, die Akzeptanz des Fortbildungskonzepts zu untersuchen und allgemein die Fortbildungsinteressen von Chemielehrern zu ermitteln.

Innerhalb seiner Untersuchung schrieb Pastille 272 Berliner Oberstufenlehrer an, von denen sich 187 (69 %) an der Befragung beteiligten. Seine Erhebung zeigt das zentrale Interesse von Chemielehrern, in Fortbildungen neue chemische Experimente kennen zu lernen. So positionieren die Berliner Lehrer das chemische Experiment auf einer Rangordnung allgemeiner Interessensgebiete auf Platz 1 (siehe Tab. 4). Des Weiteren interessieren sich die Lehrer für fachliche und fachdidaktische Fragestellungen. Der Erfahrungsaustausch mit Kollegen hat für sie dagegen nur mittlere Bedeutung.

Tab. 4: Allgemeine Interessensgebiete Berliner Chemielehrer im Vergleich<sup>81</sup>

Interessensgebiete	Bewertung
Neue Experimente	12,9 Punkte
Fachtheorie (Schließen von Wissenslücken, Vermittlung neuer fachlicher Erkenntnisse und Methoden)	12,5 Punkte
Fachdidaktik (Umsetzung neuer Inhalte im Unterricht)	11,9 Punkte
Sozio-ökonomische Aspekte (Umwelt)	8,7 Punkte
Prüfungspraxis (Aufgabenstellungen, Leistungsnachweise)	8,6 Punkte
Erfahrungsaustausch mit Kollegen	8,3 Punkte
Impulse (Anregungen zur Weiterbeschäftigung mit dem Thema)	7,7 Punkte
Technologische Probleme	7,2 Punkte

(Erläuterung der Bewertungsskala: 0 Punkte „völlig unwichtig“ - 15 Punkte „äußerst wichtig“)

<sup>79</sup> PASTILLE, R.: Die Evaluation eines didaktischen Modells der Chemielehrer-Fortbildung, *Chimica didactica*, 5 (1979a) 2, S. 115-146

<sup>80</sup> PASTILLE, R.: Beteiligung der Betroffenen. Ergebnisse einer Chemielehrer-Befragung in Berlin (West), *PdN-Chemie*, 12 (1979b), S. 323-330

<sup>81</sup> PASTILLE, R. (1979a), S. 124

Darüber hinaus konnte Pastille unter den Befragten drei Lehrergruppen mit verschiedenen Fortbildungsinteressen ausmachen, die sich in ihrer Bereitschaft zur Eigenaktivität unterscheiden lassen. Nach Pastille gehören 52,9 % der Lehrer Gruppe 1 an. Lehrer dieser Gruppe wünschen in Fortbildungen ein ausgewogenes Verhältnis zwischen fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Anteilen und zeigen sich bereit, gemeinsam mit Kollegen neue Unterrichtseinheiten oder Schulexperimente zu entwickeln. 24,6 % der Lehrer (Gruppe 2) interessieren sich dagegen vor allem für fachdidaktische Inhalte mit einem starken Bezug zum Schulalltag. Diese Lehrer möchten sich nicht an der Entwicklung neuer curricularer Elemente beteiligen, sondern wünschen vielmehr, dass ihnen konkrete Unterrichtseinheiten und schulrelevante Experimente vorgestellt werden. Mit 5,9 % der Befragten spricht sich eine kleine Lehrergruppe (Gruppe 3) für fachwissenschaftliche Inhalte in Fortbildungen aus. Diese Oberstufenlehrer interessiert die Vorstellung oder Entwicklung konkreter Unterrichtseinheiten nur am Rande.

Das Fortbildungsmodell von Pastille richtete sich vor allem an Lehrer der ersten Gruppe. Durch die Unterteilung der Fortbildungen in drei Einheiten (theoretische Vorbereitung, Praktikum und fachdidaktischer Teil) sollte jedoch auch Lehrern aus Gruppe 2 und 3 der Zugang zu den Kursen ermöglicht werden. Pastille entwickelte und erprobte im Untersuchungszeitraum 1976-1979 fünf Fortbildungskurse zu den Themen „Instrumentelle Analytik“, „Pharmazeutische Chemie“ und „Lebensmittelchemie“. Im Rahmen des ersten fachwissenschaftlichen Teils der Veranstaltungen erstellte er gemeinsam mit Fachkollegen und ausgewählten Lehrern Manuskripte, die an die Fortbildungsteilnehmer versandt wurden. Nach einer häuslichen Vorbereitung arbeiteten die Fortbildungsteilnehmer diese Unterlagen in Kleingruppen durch und setzten sich anschließend im Praktikum mit den vorgeschlagenen Experimenten auseinander. Im letzten, fachdidaktischen Teil der Veranstaltungen entwickelten die Lehrer auf Basis der Kursunterlagen konkrete Unterrichtseinheiten für den Chemieunterricht in der Oberstufe, welche in der Fortbildung erprobt und nachbereitet werden sollten. Über diesen letzten Teil der Veranstaltungen liegt jedoch keine Dokumentation vor.

In der durchgeführten Evaluation wurden viele Elemente von Pastilles Fortbildungskursen von den Lehrern als gut befunden. So beurteilen die Fortbildungsteilnehmer die beschriebene Organisationsform hinsichtlich der Kursgröße (25 Teilnehmer), des Umfangs des fachwissenschaftlichen Teils, der Dauer der Vorträge und der Arbeitsunterlagen als „gut“. Außerdem schätzen sie die vorausgesetzten Vorkenntnisse sowie die Möglichkeit des Eingehens auf individuelle Probleme als „gut“ ein. Der Erfahrungsaustausch mit Kollegen wird von etwa der Hälfte der Lehrer als „gut“ beschrieben. Dagegen bewerten sie die Möglichkeit zur Durchführung praktischer Übungen nur als „ausreichend“. Nur 10 % der Lehrer geben in dem Fragebogen an, dass sie die im Kurs erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Unterricht verwenden können. Da die Befragung vor dem fachdidaktischen Teil der Veranstaltung stattfand, ist dieses Ergebnis nur begrenzt aussagekräftig. Es weist jedoch darauf hin, dass Lehrer Schwierigkeiten haben, Anregungen aus Fortbildungen im Unterricht umzusetzen, wenn keine konkreten fachdidaktischen Hinweise gegeben werden.

### 3.2.2 Evaluation des flexibel-strukturierten und offenen Fortbildungsmodells

1996 untersuchte Melle das Fortbildungsverhalten von Chemielehrern (Untersuchung 1). Da ihre Untersuchung zeigte, dass viele Chemielehrer durch bestehende Fortbildungsangebote nicht erreicht werden, entwickelte sie zusammen mit Neu zwei innovative Fortbildungsmodelle, die sie in den Jahren 1996-1998 im Rahmen von GDCh-Kursen erprobte. Diese beiden Fortbildungsmodelle, das flexibel-strukturierte und das offene Fortbildungsmodell, wurden mit Hilfe von Fragebögen und Interviews evaluiert (Untersuchung 2 und 3, siehe Abb. 4). Wichtige Ziele der empirischen Begleitung waren, die Akzeptanz der Fortbildungsmodelle zu untersuchen und zu analysieren, inwieweit Anregungen aus den Fortbildungen im Chemieunterricht umgesetzt werden.

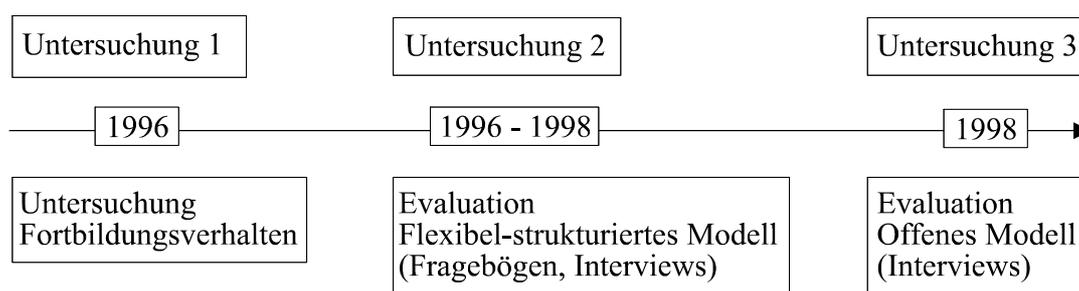


Abb. 4: Untersuchungen von Melle und Neu in den Jahren 1996-1998

Bei der Untersuchung des Fortbildungsverhaltens von Frankfurter Chemielehrern zum einen und Teilnehmern mehrtägiger überregionaler GDCh-Fortbildungskurse zum anderen stellte MELLE 1996 fest, dass sich diese beiden Lehrergruppen signifikant unterscheiden.<sup>82</sup> Während es sich bei den GDCh-Kurs-Teilnehmern um eine Gruppe sehr fortbildungsaktiver Lehrer handelte, besuchte etwa ein Drittel der Frankfurter Chemielehrer in den letzten zehn Jahren keine Fortbildung im Fach Chemie (siehe Tab. 5). Folglich können viele Chemielehrer durch bestehende Fortbildungsangebote nicht erreicht werden.

Tab. 5: Fortbildungsverhalten v. GDCh-Kurs-Teilnehmern u. Frankfurter Chemielehrern im Zeitraum von 10 Jahren

Fortbildungsverhalten	GDCh-Kurs-Teilnehmer	Frankfurter Chemielehrer
Anzahl besuchter Chemiefortbildungen (Mittelwert)	8,9	2,9
Anteil der Lehrer, die keine Chemiefortbildung besuchten	0 %	31 %

Als Ursache für die Nichtteilnahme an Fortbildungen führen viele der Frankfurter Chemielehrer die geringe Attraktivität des Fortbildungsangebots an und vermissen dabei vor allem deutliche Bezüge zur Unterrichtspraxis (siehe Tab. 6). Weiterhin äußert ein Viertel der Befragten, dass der Besuch von Fortbildungen nur schwer mit ihrer familiären Situation vereinbar ist.

<sup>82</sup> MELLE. I.: Entwicklung und Erprobung neuer Formen der Fortbildung von Chemielehrerinnen und -lehrern (unveröffentlichte Habilitationsschrift), Frankfurt a. Main: 1999

Darüber hinaus sind 80 % der Frankfurter Lehrer nicht bereit, mehr als 30 Kilometer für den Besuch eintägiger Fortbildungen bzw. mehr als 100 Kilometer für mehrtägige Fortbildungen zurückzulegen, weshalb überregionale Fortbildungskurse für viele nicht in Frage kommen.

Tab. 6: Mögliche Ursachen für die Nichtteilnahme an Fortbildungen<sup>83</sup>

Mögliche Ursachen	Anteil der Nennungen
Das Fortbildungsangebot ist unattraktiv.	~ 50 %
Die familiäre Situation macht Teilnahme schwierig.	~ 25 %
Die Umsetzbarkeit der Inhalte ist zu gering.	~ 10 %
Kein Fortbildungsbedürfnis	~ 10 %
Die Schulleitung macht Schwierigkeiten bei der Freistellung.	~ 10 %

Als Quelle neuer Anregungen für ihren Unterricht messen die Frankfurter Chemielehrer Fortbildungen und fachdidaktischen Zeitschriften nur eine mittlere Bedeutung zu (siehe Abb. 5).

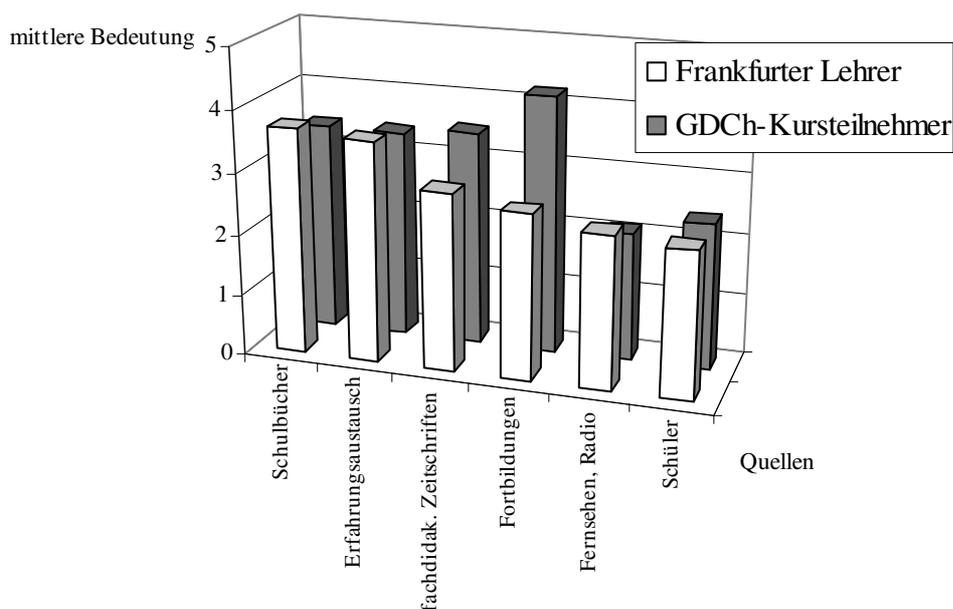


Abb. 5: Bedeutung verschiedener Quellen für neue Anregungen für den Chemieunterricht<sup>84</sup>

(0 = „keine Bedeutung“ – 5 = „sehr große Bedeutung“)

Dagegen beziehen sie Anregungen an erster Stelle aus Schulbüchern oder Gesprächen mit Kollegen.

<sup>83</sup> NEU, C., MELLE, I.: Die Fortbildung von Chemielehrerinnen und -lehrern, Chemkon, 5 (1998) 4, S. 181-186, S. 182

<sup>84</sup> NEU, C., MELLE, I. (1998), S. 183

Da es im Allgemeinen Jahre dauert, bis Neuerungen in Schulbücher aufgenommen werden, erhalten diese Lehrer kaum Einblick in aktuelle fachdidaktische Fragestellungen. Im Vergleich dazu haben Fortbildungen für GDCh-Kurs-Teilnehmer einen signifikant höheren Stellenwert. Daraus lässt sich folgern, dass Fortbildungen, wenn sie erst einmal von den Lehrern angenommen wurden, als positiver Impuls wahrgenommen werden.

Trotz des unterschiedlichen Fortbildungsverhaltens stellen Frankfurter Lehrer und GDCh-Kurs-Teilnehmer ähnliche Erwartungen an Lehrerfortbildungen. So möchten beide Lehrergruppen vor allem neue Schulexperimente kennen lernen, was die Ergebnisse von Pastilles Untersuchung bestätigt (siehe Kapitel 3.2.1). Darüber hinaus interessieren sie sich für neue Unterrichtskonzepte, fachliche Hintergründe und methodische Themen sowie für einen Erfahrungsaustausch mit Kollegen. Vergleichsweise geringe Bedeutung messen sie dagegen didaktischen oder historischen Themen bei. Weiterhin wünschen 70 % der Befragten, dass Fortbildungen nach Schulform getrennt angeboten werden.

Ausgehend von diesen Ergebnissen entwickelten, erprobten und evaluierten MELLE und NEU das flexibel-strukturierte Fortbildungsmodell und verfolgten dabei das Ziel, mehr Lehrer und vor allem auch weniger fortbildungsaktive Lehrer zu erreichen.<sup>85,86</sup> Des Weiteren wollten sie einen besseren Informationsfluss von der Universität an die Schulen ermöglichen, um neue Entwicklungen schneller als bisher zu verbreiten. Darüber hinaus sollten durch die Fortbildungen aktuelle Inhalte und neue Experimente in den Chemieunterricht einfließen und fachliche Lücken der Lehrer geschlossen werden. Eine methodische Veränderung des Chemieunterrichts stand für Melle und Neu dagegen nicht im Vordergrund ihres Interesses.

Durch das flexibel-strukturierte Fortbildungsmodell sollte Lehrern vor allem die Teilnahme an Fortbildungen erleichtert werden.

- Die Lehrer konnten sich kurzfristig und telefonisch zu den Fortbildungen anmelden.
- Sie hatten die Möglichkeit, einen Termin innerhalb eines Fortbildungsblocks auszuwählen. Dafür wurde dieselbe Veranstaltung in einem Zeitraum von etwa sechs Wochen fünf bis sieben Mal an verschiedenen Wochentagen angeboten.
- Den Lehrern wurde zur Wahl gestellt, ob sie an einem oder an mehreren dieser Termine teilnehmen.

Melle und Neu gestalteten Fortbildungen, in denen neue Experimente, fachliche Hintergründe und Unterrichtskonzepte vorgestellt wurden. Daneben sollten die Veranstaltungen den Rahmen für einen Erfahrungsaustausch unter Lehrern und Universitätsmitarbeitern bieten, weshalb die Teilnehmerzahl auf zehn Personen pro Kurs beschränkt wurde. Des Weiteren konnten die Fortbildungsteilnehmer selbst entscheiden, wie sie den praktischen Teil der Fortbildungen gestalten. So hatten sie neben der Arbeit im Labor die Möglichkeit, die Infrastruktur des Instituts z.B. für eine Literaturrecherche in der Universitätsbibliothek zu nutzen.

Im Rahmen des flexibel-strukturierten Modells wurden in den Jahren 1996-1998 sechs Fortbildungsblöcke mit insgesamt 34 Veranstaltungen an der Universität Frankfurt angeboten, an

---

<sup>85</sup> MELLE, I. (1999)

<sup>86</sup> NEU, C.: Fortbildung von Chemielehrerinnen (unveröffentlichte Dissertationsschrift), Frankfurt a. Main: 1999

denen 97 Chemielehrer teilnahmen. In den Veranstaltungen wurden folgende experimentell ausgerichtete Themen behandelt: „PVC“, „Chromatographie und Kaffee“, „Energetik und Elektrochemie“, „Genuss- und Lebensmittel“ und „Nachwachsende Rohstoffe“. Das Fortbildungsmodell wurde mit Hilfe von Fragebögen und Interviews evaluiert (Untersuchung 2). Diese empirischen Untersuchungen zeichnen sich durch einen sehr hohen Anteil an Befragten unter den Fortbildungsteilnehmern aus.

Mit Hilfe der schriftlichen Befragung konnten Melle und Neu zeigen, dass durch das neue flexibel-strukturierte Fortbildungsmodell auch wenig und nichtfortbildungsaktive Lehrer erreicht werden können. Dafür verglichen sie die Fortbildungsteilnehmer mit den Frankfurter Chemielehrern (aus Untersuchung 1 von 1996) und konnten hinsichtlich der Anzahl der besuchten Fortbildungen und der Häufigkeit des Lesens fachdidaktischer Zeitschriften keine signifikanten Unterschiede erkennen. Da mehr als die Hälfte der Fortbildungsteilnehmer zwei bis drei der angebotenen Veranstaltungen besuchten, konnten Melle und Neu ihre Annahme bestätigen, dass Fortbildungen als positiver Impuls erfahren werden, sobald sie erst einmal von Lehrern angenommen wurden. Dennoch konnten durch das neue flexibel-strukturierte Fortbildungsmodell insgesamt nur wenige Lehrer für den Fortbildungsbesuch mobilisiert werden. So erreichten Melle und Neu mit ihren Veranstaltungsangeboten im Untersuchungszeitraum von drei Jahren nur etwa 12 % der Chemielehrer aus Frankfurt und Umgebung.

Die befragten Lehrer bewerten das neue flexibel-strukturierte Fortbildungsmodell positiv. So sagt es ihnen zu, dass ein Rahmenthema für die Veranstaltungen vorgegeben wird, der Fortbildungstag jedoch individuell gestaltet und Versuche im Praktikum nach eigenen Interessen ausgewählt werden können. Auch die Möglichkeit, sich kurzfristig und telefonisch für die Fortbildungen anzumelden, wird von den Lehrern begrüßt. Obwohl es vielen der Befragten wünschenswert erscheint, einen langfristigen Kontakt zu einem fachdidaktischen Institut aufzubauen, zeigen sich nur 14 % der Lehrer bereit, sich aktiv an der Planung zukünftiger Fortbildungen zu beteiligen. Somit ist nur ein Teil der Lehrer bereit, sich für die Umsetzung eigener Vorstellungen in Fortbildungen zu engagieren.

Nach Fortbildungsbesuch geben etwa Dreiviertel der Fortbildungsteilnehmer an, ausgewählte Experimente sowie weitere Inhalte der Fortbildung im Unterricht umsetzen zu wollen. Bei der mündlichen Befragung etwa sechs Monate nach Fortbildungsbesuch hatten 41 % der Lehrer tatsächlich ein oder mehrere Experimente umgesetzt. Dagegen behandelten nur 5 % der Befragten das Fortbildungsthema im Unterricht, weil nach Ansicht vieler keine Zeit für Themen bleibt, die nicht explizit durch den Lehrplan vorgegeben sind. Somit können durch die beschriebenen Fortbildungen neue Experimente erfolgreich in der Unterrichtspraxis implementiert werden. Neue Unterrichtskonzeptionen werden dagegen kaum umgesetzt.

Insgesamt konnten durch das flexibel-strukturierte Fortbildungsmodell Teilerfolge erzielt werden. So wurden etwa wenig fortbildungsaktive Lehrer erreicht. Dennoch besuchte insgesamt nur ein geringer Anteil der Chemielehrer aus Frankfurt und Umgebung die Fortbildungen, was dafür spricht, dass das Fortbildungsangebot für viele Lehrer weiterhin nicht attraktiv ist. Neben dem flexibel-strukturierten Modell entwickelten Melle und Neu deshalb alternativ ein zweites Fortbildungsmodell, das sogenannte offene Fortbildungsmodell. Mit dem Ziel noch stärker auf individuelle Fragen von Lehrern einzugehen, gaben sie in den Veranstaltungen

gen kein Rahmenthema vor. Die Organisation der Fortbildungstage lag vollständig in den Händen der Lehrer, denen freigestellt wurde, sich mit Hilfe von Literatur oder Internet über Themen ihrer Wahl zu informieren, im Labor zu experimentieren oder konkrete Unterrichtsplanungen vorzunehmen. Bei ihrer Arbeit wurden sie individuell von Universitätsmitarbeitern beraten.

Im Untersuchungszeitraum von zwei Jahren wurden neun offene Fortbildungsveranstaltungen angeboten, an denen jedoch nur insgesamt elf Lehrer teilnahmen. Die Resonanz auf das offene Fortbildungsmodell muss demnach als sehr gering bezeichnet werden. Um zu ergründen, warum sich nur so wenige durch das Angebot angesprochen fühlten, führten Melle und Neu Interviews mit 22 ausgewählten Chemielehrern durch. Diese Lehrer machen vor allem Schwellenängste für die geringe Resonanz verantwortlich. So befürchteten Lehrer ihrer Meinung nach, dass bei dieser Art von Fortbildungen ein sehr hoher Vorbereitungsaufwand anfällt und viel Engagement sowie eigene Ideen von den Lehrern verlangt werden. Die Ergebnisse von Melle und Neu weisen demnach darauf hin, dass es sinnvoll ist, in Fortbildungen einen gewissen inhaltlichen und organisatorischen Rahmen vorzugeben, um Lehrer nicht zu überfordern.

### 3.2.3 Untersuchung des Fortbildungsverhaltens und der Fortbildungswünsche

Ausgehend von den Untersuchungen von Melle und Neu führten die drei GDCh-Lehrerfortbildungszentren Braunschweig, Dortmund und Frankfurt 2002 eine bundesweite Studie durch, mit der das Fortbildungsverhalten von Chemielehrern sowie ihre Erwartungen an Fortbildungen untersucht wurden.<sup>87</sup> Darüber hinaus wurden Ursachen für die Nichtteilnahme an Fortbildungen erhoben. Da die Studie von Melle und Neu aus einem Ballungsgebiet mit möglichen regionalen Besonderheiten stammte, sollte eine bundesweite Untersuchung repräsentative Ergebnisse liefern. Weiterhin sollte analysiert werden, ob sich das Fortbildungsverhalten von Lehrern unter dem Einfluss von TIMSS und PISA verändert hatte.

PIETZNER et al. befragten hierzu schriftlich 2000 Chemielehrer aller Schulformen aus Bayern, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen.<sup>88</sup> An der Befragung beteiligten sich 852 Lehrer, die etwa zu gleichen Anteilen weiblichen und männlichen Geschlechts waren. Während unter den westdeutschen Chemielehrer mehr Männer vertreten waren, waren fast 70 % der sächsischen Chemielehrer weiblichen Geschlechts. 51 % der Befragten waren 45 Jahre und älter, was bedeutet, dass seit den Untersuchungen von Melle und Neu ein deutlicher Altersanstieg zu verzeichnen ist. Damals waren erst 37 % der befragten Chemielehrer über 46 Jahre alt.

Die Untersuchung bestätigt die Ergebnisse von Melle und Neu in vielen Punkten:

- Nur etwa ein Fünftel der deutschen Chemielehrer besuchte eine oder mehrere Chemiefortbildungen in den letzten fünf Jahren und kann damit als fortbildungsaktiv bezeichnet

---

<sup>87</sup> BADER, H.J., HÖNER, K., MELLE, I. (Hrsg.): Frankfurter Beiträge zur Didaktik der Chemie (Band 3), Frankfurt a. Main: Schutt, 2004

<sup>88</sup> PIETZNER, V., SCHEUER, R., DAUS, J.: Fragebogenstudie zum Fortbildungsverhalten von Chemielehrerinnen und -lehrern in Bader, H.J., Höner, K., Melle, I. (Hrsg.): Frankfurter Beiträge zur Didaktik der Chemie (Band 3), Frankfurt a. Main: Schutt, 2004

werden. Ein hoher Anteil von 30,8 % der Lehrer nahm in den vergangenen Jahren an keiner Chemiefortbildung teil.

- Chemielehrer nutzen für die Unterrichtsvorbereitung an erster Stelle Schulbücher. Fortbildungsveranstaltungen oder fachdidaktische Zeitschriften haben für sie dagegen nur mittlere Bedeutung.
- Fortbildungsaktive Lehrer messen Fortbildungen einen signifikant höheren Stellenwert bei als Lehrer, die nur wenige Fortbildungen besuchen.

Auch die Suche nach Ursachen für die Nichtteilnahme an Fortbildungen lieferte ähnliche Ergebnisse wie die Untersuchung von Melle und Neu (siehe Abb. 6).

- Die Chemielehrer nennen an erster Stelle die geringe Attraktivität des Fortbildungsangebots sowie den mangelnden Schulbezug der behandelten Inhalte.
- Des Weiteren spielen große Entfernungen zum Veranstaltungsort sowie die familiäre/private Situation der Lehrer eine entscheidende Rolle. Je stärker die familiäre Situation als Belastung empfunden wird, desto geringere Entfernungen zum Fortbildungsort akzeptieren die Lehrer, wobei Frauen eher betroffen sind als Männer.

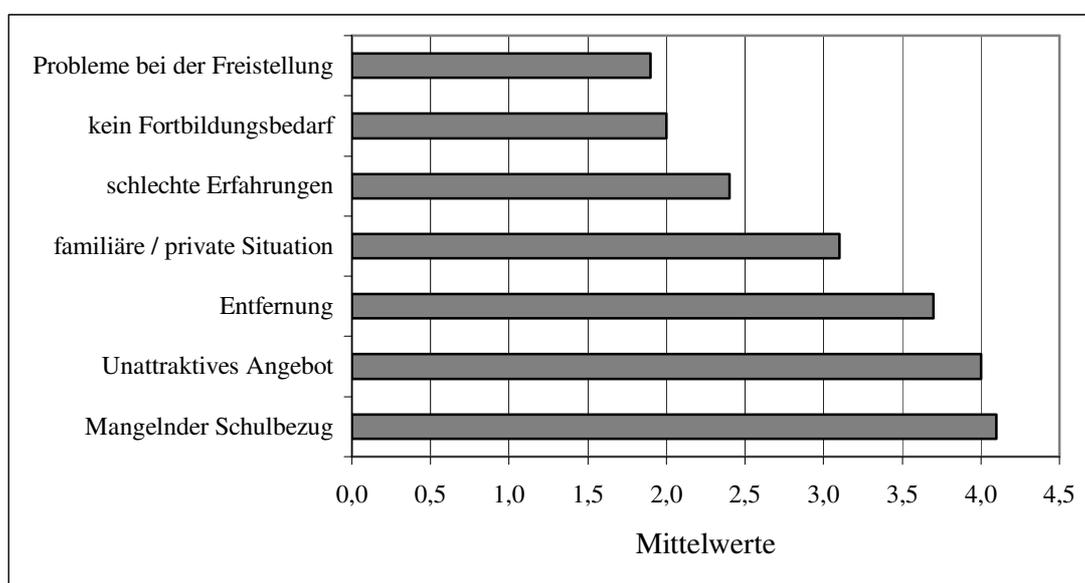


Abb. 6: Gründe für die Nichtteilnahme an Fortbildungen<sup>89</sup>

(1 = „keine Bedeutung“ bis 6 = „sehr hohe Bedeutung“)

Durch die Analyse des Teilnehmerkreises konnten Pietzner et al. darüber hinaus zeigen, dass eine hoch signifikante positive Korrelation zwischen der Anzahl der besuchten Fortbildungen und der Stunden, die im Fach Chemie unterrichtet werden, besteht. Auch nehmen Gymnasiallehrer an signifikant mehr Chemiefortbildungen teil als Real- oder Hauptschullehrer: Sie besuchten durchschnittlich 3,4 Veranstaltungen in den letzten fünf Jahren im Vergleich zu nur 1,7 Veranstaltungen für die Regelschullehrer. Dagegen wurde keine Abhängigkeit der Fortbildungsaktivität vom Alter festgestellt. Ältere Lehrer besuchen Fortbildungen jedoch mit geringeren Erwartungen als Jüngere.

<sup>89</sup> PIETZNER, V., SCHEUER, R., DAUS, J. (2004), S. 30

Die befragten Chemielehrer nehmen vor allem Fortbildungsangebote von Universitäten und Bezirksregierungen wahr, über die sie meist durch Benachrichtigung der Veranstalter oder Hinweise von Kollegen erfahren. Wie bereits die früheren Untersuchungen zeigten, erwarten Chemielehrer in Fortbildungen vor allem das Kennenlernen von neuen Experimenten (siehe Abb. 7). Die Bereitstellung neuer Unterrichtsmaterialien ist für viele ebenso wichtig wie die Vermittlung neuer fachlicher Inhalte oder die Vorstellung von Unterrichtsmethoden. Nur mittlere Bedeutung messen die Lehrer dagegen der gemeinsamen Planung von Unterrichtsreihen oder einer Mitbestimmung bei der Themenwahl bei. Demnach ist die Bereitschaft vieler Lehrer, sich mit eigenen Vorstellungen und Ideen an der Gestaltung von Fortbildungen zu beteiligen, nur begrenzt (vgl. dazu auch Kapitel 3.2.2).

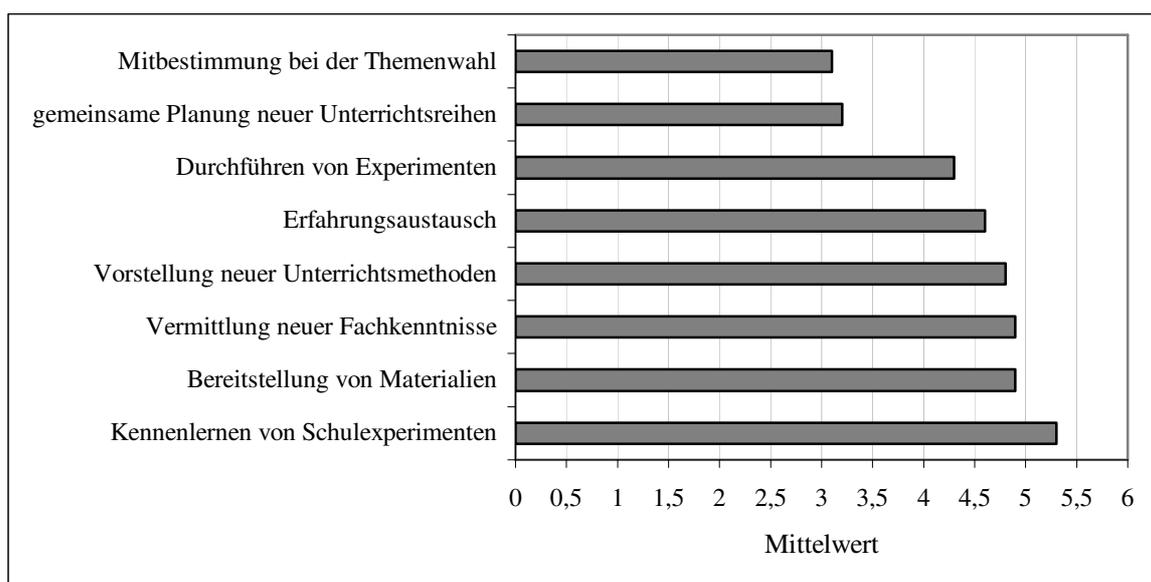


Abb. 7: Erwartungen an Fortbildungsveranstaltungen<sup>90</sup>

(1 = „keine Bedeutung“ bis 6 = „sehr hohe Bedeutung“)

Als Fortbildungsinhalte wünschen die Chemielehrer vorwiegend alltagsorientierte Themen wie Arzneimittel und Drogen, Lebensmittel oder alternative Energiequellen. An der Fachsystematik orientierte Themen wie etwa die Atombindung, Chemische Grundgesetze oder das Chemische Gleichgewicht werden dagegen von einer deutlich geringeren Anzahl von Lehrern gewünscht.

Bezüglich der Veranstaltungsform äußern die Chemielehrer folgende Wünsche:

- 56,2 % der Befragten sprechen sich bei regionalen Fortbildungen (Entfernung bis 50 Kilometer) für eintägige Veranstaltungen aus. 26,1 % der Befragten bevorzugen dagegen Nachmittagsveranstaltungen.
- Als bevorzugte Veranstaltungstermine werden die Wochentage Montag bis Donnerstag genannt. Am Wochenende und insbesondere am Sonntag möchten nur wenige Lehrer Fortbildungen besuchen.
- 56,7 % der Befragten sind bereit, sich in den Schulferien fortzubilden. Diese Bereitschaft ist insbesondere in Sachsen mit 89,4 % der Lehrer sehr hoch.

<sup>90</sup> PIETZNER, V., SCHEUER, R., DAUS, J. (2004), S. 34

In der Untersuchung wurde auch der Frage nachgegangen, inwieweit ein Austausch über Fortbildungsinhalte in den Lehrerkollegien stattfindet. 53,2 % der Befragten geben in der Befragung an, die Fortbildungsunterlagen an Kollegen weiterzugeben; 44,1 % der Lehrer diskutieren mit ihren Kollegen über Fortbildungsinhalte. Somit profitieren ganze Fachschaften von den Fortbildungsbesuchen.

Die Ergebnisse der Fragebogenuntersuchung sollten durch eine mündliche Befragung erweitert und überprüft werden. SCHMIDT und NEU befragten 96 Chemielehrer aller Schulformen an den Standorten Braunschweig, Dortmund, Frankfurt a. Main und Umgebung.<sup>91</sup> Um eine möglichst repräsentative Stichprobe zu erhalten, machten sie die Teilnahme ganzer Kollegien zur Voraussetzung. Die Untersuchung bestätigt weitgehend die Ergebnisse der schriftlichen Befragung und zeigt einige neue und interessante Aspekte auf. So führen vor allem eine hohe Stundenzahl im Fach Chemie, positive Erfahrungen mit vergangenen Fortbildungen sowie ein allgemein großes Fortbildungsinteresse zu hoher Fortbildungsaktivität. Dagegen spielen der erwartete Nutzen oder der persönliche Fortbildungsbedarf für die Lehrer keine entscheidende Rolle. Als eine weitere Ursache für die Nichtteilnahme an Fortbildungen nannten die Chemielehrer in der mündlichen Befragung unpassende Zeitpunkte.

### 3.2.4 Empirische Untersuchung zur Wirkung einer Lehrerfortbildung

SCHEUER entwickelte ausgehend vom Konzept der Alltagschemie den dreitägigen GDCh-Fortbildungskurs „Textilien/Kleidung – sich richtig kleiden lernen“ und erprobte ihn dreimal in den Jahren 1998 – 2000.<sup>92</sup> In dem Kurs wurden als Themenschwerpunkte Natur- und Chemiefasern sowie deren bekleidungsphysiologische Eigenschaften behandelt. Außerdem wurden Umsetzungsmöglichkeiten in der Sekundarstufe I aufgezeigt. Die Fortbildungsinhalte wurden durch Vorträge und Praktika sowohl theoretisch als auch experimentell bearbeitet. Lernzirkel wurden den Lehrern am Schwerpunkt „Textilfärbung“ vorgestellt, so dass sie eigene Erfahrungen mit dieser neuen Unterrichtsmethode sammeln konnten.

Bei der Evaluation stand für Scheuer die Frage nach der Wirkung des Fortbildungskurses auf die Unterrichtspraxis im Vordergrund. Durch schriftliche Befragung der Lehrer sechs bzw. 18 Monate nach Fortbildungsbesuch untersuchte er, ob und inwieweit Elemente aus der Fortbildung in die Unterrichtspraxis einfließen. An der Befragung beteiligten sich jedoch nur 17 von 47 Fortbildungsteilnehmern (36,2 %), weshalb in Frage steht, inwieweit die Ergebnisse repräsentativ sind. Es muss die Vermutung angestellt werden, dass sich diejenigen Lehrer, die die Fortbildungsinhalte nicht im Unterricht einsetzten, weniger häufig an der Fragebogenuntersuchung beteiligten. Scheuer setzte in seiner Untersuchung ein Bündel von Forschungsmethoden ein. „Durch systematisches Aufeinanderbeziehen unterschiedlich erhobener Daten und Ergebnisse“ wollte er „zu einer besseren Beschreibung des Forschungsgegenstands“ gelangen.<sup>93</sup> Neben der schriftlichen Befragung interviewte er fünf Lehrer, wählte die Interviewpartner jedoch aus der kleinen Gruppe der Lehrer aus, die sich

<sup>91</sup> SCHMIDT, S., NEU, C.: Interviewstudie zum Fortbildungsverhalten von Chemielehrerinnen und -lehrern in Bader, H.J., Höner, K., Melle, I. (Hrsg.): Frankfurter Beiträge zur Didaktik der Chemie (Band 3), Frankfurt a. Main: Schutt, 2004

<sup>92</sup> SCHEUER, R.: Alltagschemie am Beispiel Textilien / Kleidung, Düsseldorf: Staccato-Verlag, 2002

<sup>93</sup> SCHEUER, R., S. 60

ner jedoch aus der kleinen Gruppe der Lehrer aus, die sich auch an der schriftlichen Befragung beteiligten. Folglich können die Ergebnisse der mündlichen Befragung keine neue Sichtweise auf die Fragestellung eröffnen.

Sechs Monate nach der Fortbildung haben sechs der zwölf zu diesem Zeitpunkt befragten Lehrer bereits einen oder mehrere Schwerpunkte aus der Fortbildung im Unterricht erprobt. 18 Monate nach Fortbildungsbesuch haben alle fünf Befragten mehrere Fortbildungsschwerpunkte umgesetzt. Die Mehrzahl der befragten Chemielehrer übernimmt somit schon kurze Zeit nach der Fortbildung Anregungen in den Unterricht. Die Frage, ob Lernzirkel mit Schülern erprobt wurden, beantworten die Lehrer dagegen unterschiedlich. Lehrer, die diese Unterrichtsmethode schon früher einsetzten, berichten von positiven Erfahrungen. Die anderen Lehrer setzen Lernzirkel nicht ein, weil sie die Vorbereitung für zu aufwändig und somit nicht mit dem Schulalltag vereinbar halten. Folglich können Lehrer durch den beschriebenen Fortbildungskurs nicht angeregt werden, neue Unterrichtsmethoden in der Praxis zu erproben.

Des Weiteren befragte Scheuer die Lehrer zu ihren Fortbildungserwartungen. Wie in allen früheren Untersuchungen zeigte sich auch hier, dass Chemielehrer an erster Stelle neue Experimente kennen lernen möchten. Darüber hinaus hat es für sie große Bedeutung, Bezugsquellen für Materialien zu erfahren und sich mit Kollegen auszutauschen. Vergleichsweise geringe Bedeutung messen die Sekundarstufe-I-Lehrer der Vermittlung neuer Fachkenntnisse bei.

### 3.2.5 Kooperative Qualitätsentwicklung in Schulnetzwerken

Die Zusammenarbeit von Lehrkräften im Rahmen des Modellvorhabens Sinus wurde durch das Forschungsvorhaben von OSTERMEIER empirisch begleitet.<sup>94</sup> Wichtiges Ziel der Untersuchungen war es, eine Rückmeldung der Lehrkräfte zur allgemeinen Wahrnehmung des Programms sowie zu den Unterstützungsleistungen des Programmträgers zu erhalten. Grundlage der Arbeit bilden zwei schriftliche Akzeptanzstudien, die nach eineinhalb Jahren Laufzeit bzw. zum Ende des Programms durchgeführt wurden und an denen sich 58 % (Studie I) bzw. 47 % (Studie II) der Lehrer beteiligten. Für OSTERMEIER standen folgende drei Fragestellungen im Zentrum seines Interesses:<sup>95</sup>

- Welche Prozesse einer kooperativen Qualitätsentwicklung in Schulnetzwerken lassen sich im Verlauf des Programms rekonstruieren?
- Unterscheiden sich die Netzwerke zu Beginn und im Verlauf des Programms in Hinblick auf die kooperative Qualitätsentwicklung?
- Erklären ausgewählte Bedingungen der Schulnetzwerke Unterschiede in der kooperativen Qualitätsentwicklung?

Als Prozessindikatoren für eine Beschreibung und Bewertung der kooperativen Qualitätsentwicklung in den Schulnetzwerken wählte er die folgenden vier Bereiche aus: Er untersuchte die Formen und die Qualität der Kooperation und analysierte die Zufriedenheit mit der Arbeit am Programm sowie die durch die Lehrkräfte wahrgenommenen Entwicklungen.

---

<sup>94</sup> OSTERMEIER, C. (2004a)

<sup>95</sup> OSTERMEIER, C. (2004a), S. 90

Insgesamt ist auf Schulebene eine höhere Kooperationsaktivität als auf Setebene zu verzeichnen. So geben 80 % der Befragten in der ersten Studie an, auf Schulebene zwischen einmal pro Woche und einmal im Monat Materialien auszutauschen und gemeinsame Zielabsprachen zu treffen (siehe Abb. 8). 70 % der Lehrer denken in den Fachgruppen häufig über Unterricht nach oder arbeiten an den Programmmodulen. Außerdem holt sich etwa die Hälfte der Lehrer regelmäßig Rückmeldung von Kollegen bzw. gibt selbst Rückmeldung weiter.

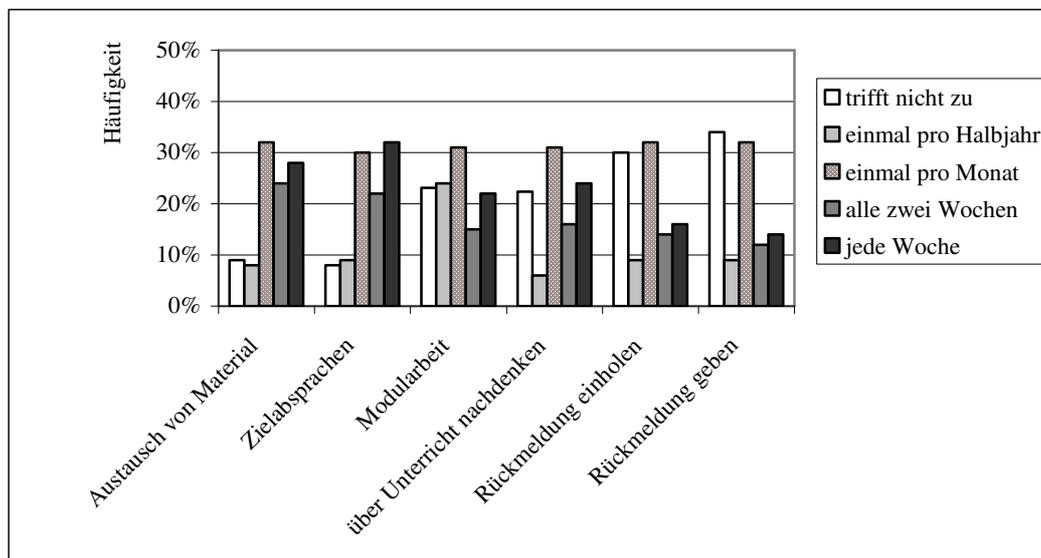


Abb. 8: Häufigkeit verschiedener Kooperationsaktivitäten auf Schulebene<sup>96</sup>

Auf Setebene berichten dagegen nur 30 % der Lehrer davon, häufig Materialien auszutauschen oder gemeinsam Arbeitsziele abzusprechen (siehe Abb. 9).

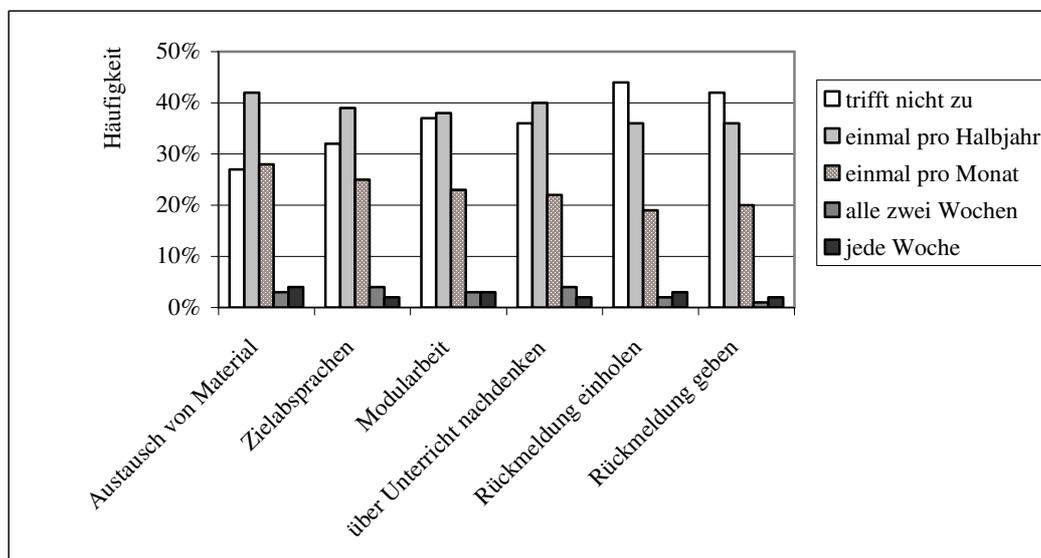


Abb. 9: Häufigkeit verschiedener Kooperationsaktivitäten auf Setebene<sup>97</sup>

<sup>96</sup> OSTERMEIER, C. (2004a), S. 94

<sup>97</sup> OSTERMEIER, C. (2004a), S. 94

Nur ein Viertel der Lehrer arbeitet in engen Zeitabständen an den Modulen weiter oder denkt mit Kollegen über Unterricht nach. Insgesamt geben 30 bis 40 % der Lehrer bei der Befragung an, dass die beschriebenen Aktivitäten auf Setebene überhaupt nicht stattfinden.

Aus den Abbildungen lässt sich auch erkennen, dass die am häufigsten vertretenen Kooperationsaktivitäten der Austausch von Materialien sowie gemeinsame Zielabsprachen sind. Eine Zusammenarbeit, bei der der Unterricht einzelner Lehrer stärker hinterfragt wird, wie etwa beim gemeinsamen Nachdenken über Unterricht oder beim Einholen einer Rückmeldung von Kollegen finden dagegen seltener statt. Der vergleichsweise hohe Anteil an Lehrern, die sich an diesen Aktivitäten überhaupt nicht beteiligen, weist auf gewisse Berührungängste bzw. auf eine eventuelle Verweigerungshaltung hin.

Bei der Analyse der zeitlichen Entwicklung lässt sich feststellen, dass das Ausmaß der Kooperationsaktivitäten bis zum Ende des Programms abnimmt. So sind in der ersten Studie sowohl auf Schul- als auch auf Setebene vergleichsweise hohe Aktivitäten zu verzeichnen: Die Lehrer kooperieren durchschnittlich zweimal pro Woche mit Kollegen in der Schule und einmal im Monat bzw. einmal im Halbjahr im Set. Bei der zweiten Studie am Ende der Programmlaufzeit arbeiten die Lehrer dagegen nur noch einmal pro Monat in den Schulen und einmal im Halbjahr in den Sets zusammen.

Die Einschätzung der Lehrkräfte zur Qualität der Zusammenarbeit, der Zufriedenheit und den wahrgenommenen Entwicklungen fällt eineinhalb Jahre nach Beginn des Programms (Studie I) positiv aus und steigert sich - trotz sinkender Kooperationsaktivitäten - bis zum Ende (Studie II) nennenswert. Die deutlichsten Effektstärken sind im Bereich der wahrgenommenen Entwicklungen zu verzeichnen. Demzufolge nehmen die Lehrer eine „professionelle Weiterentwicklung“, „unterrichtsbezogene Veränderungen“ sowie eine Steigerung der „Akzeptanz des Programms im schulischen Umfeld“ wahr.<sup>98</sup>

Betrachtet man die Rangfolge der Bewertungen der unterschiedlichen Sets, so fällt auf, dass die meisten Sets die kooperative Qualitätsentwicklung konstant entweder positiv oder negativ einschätzen. Dabei zeigt sich in beiden Erhebungen ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Einschätzung der Qualitätsentwicklung und der Unterstützung durch die Koordination. Folglich weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die Koordinierung von Schulnetzen durch kompetente Betreuer ein wichtiger Faktor für das Gelingen eines solchen Programms ist. Darüber hinaus ist in der Untersuchung ein schwach ausgeprägter Zusammenhang zwischen der Einschätzung der Qualitätsentwicklung und der Anzahl der Entlastungsstunden zu verzeichnen: Lehrer mit mehr Entlastungsstunden bewerten das Programm besser als Lehrer mit keinen oder wenigen Entlastungsstunden. Auch in kleinen Schulen mit einer geringen Anzahl an beteiligten Lehrkräften (3 – 5 Personen) wird das Programm besser eingeschätzt, was einen Hinweis darauf gibt, dass effektive Kooperationsstrukturen besser in kleineren Gruppen etabliert werden können.

Durch den Programmträger von Sinus, das Leibniz-Institut für Didaktik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel, wird darüber hinaus der Kompetenzzuwachs und das

---

<sup>98</sup> OSTERMEIER, C. (2004a), S. 167

fachbezogene Interesse der Schüler an den Netzwerk-Schulen mit Hilfe der PISA-Instrumente untersucht. Zur Beschreibung der Ausgangslage fand ein erster Test im Jahr 2000 statt; ein zweiter erfolgte zum Ende des Modellprogramms 2003. Die Ergebnisse dieser Erhebung sollen jedoch erst im Jahr 2005 veröffentlicht werden, weshalb aktuell noch keine Erkenntnisse über die Wirkung dieser Art von Lehrerfortbildung auf Unterricht und Schüler vorliegt.<sup>99</sup>

### **3.2.6 Bedingungen für die Implementation einer neuen Unterrichtskonzeption**

Im Rahmen des BmBF-Projekts<sup>100</sup> „Chemie im Kontext“ soll untersucht werden, welche Effekte die Einführung von Chemie im Kontext sowie die verfolgte Implementationsstrategie auf die Praxis hat. Dabei sollen insbesondere Bedingungen für die erfolgreiche Implementation neuer Unterrichtskonzeptionen in den Chemieunterricht erfasst werden.<sup>101</sup> Um diesen Fragestellungen nachzugehen, wird eine Vielzahl von Forschungsinstrumenten eingesetzt wie etwa die schriftliche Befragung von Lehrern und Schülern, Interviews mit Vertretern der Bildungsadministration, Unterrichtsdokumentationen und Lernbegleitbögen.

Derzeit liegen erste Ergebnisse der schriftlichen Lehrerbefragung zu Beginn des Projekts und nach Ablauf des ersten Projektjahres vor.<sup>102</sup> An der ersten Untersuchung beteiligten sich 76 %, an der zweiten 47 % der Lehrer, die in dem Projekt mitarbeiten. Im Jahr 2002 stellen die Lehrkräfte große Erwartungen an das Projekt und hoffen dabei vor allem auf eine Steigerung der eigenen Kompetenz in fachlicher und methodischer Hinsicht. Sie erwarten außerdem, durch den Einsatz kontextorientierter Unterrichtseinheiten das Interesse der Schüler am Chemieunterricht zu steigern und die Fähigkeit zur Übertragung fachlicher Kenntnisse auf Alltagsfragen zu verbessern. Nach dem ersten Projektjahr fällt die Einschätzung der Lehrer weiterhin positiv aus, liegt jedoch in allen drei Punkten unter den Erwartungen zu Projektbeginn.

In der ersten Befragung bezweifeln viele Lehrer, dass eine durchgängige Umsetzung der Unterrichtskonzeption realisierbar ist. Sie befürchten insbesondere, dass die Schüler durch die stärkere Selbststeuerung des Unterrichts überfordert werden und fachliche Inhalte im Unterricht zu kurz kommen. Diese Befürchtungen bestehen am Ende des ersten Projektjahres unverändert und sind gerade bei Lehrkräften, denen die Vermittlung fachsystematischen Wissens sehr wichtig ist, stark ausgeprägt. Ausgehend von diesen Ergebnissen können zwei Schlüsselvariablen für eine erfolgreiche Implementation der Unterrichtskonzeption identifiziert werden: Zum einen spielt die Übereinstimmung mit dem Lehrplan und anderen Rahmenvorgaben eine wichtige Rolle. Zum anderen sind Befürchtungen der Lehrer gegenüber einer Veränderung bekannter Muster der Unterrichtsführung von großer Bedeutung.

Durch die Teilnahme an dem Projekt wird der eigene Unterricht aus Sicht der Lehrer verändert. So belegt die Fragebogenuntersuchung eine Zunahme von offenen Unterrichtsformen im Laufe des ersten Projektjahres. Dieses erste Untersuchungsergebnis von „Chemie im Kon-

---

<sup>99</sup> OSTERMEIER, C. (2004b), S.4

<sup>100</sup> BmBF: Bundesministerium für Bildung und Forschung

<sup>101</sup> FEY, A., GRÄSEL, C., PARCHMANN, I., PUHL, T.: Implementation einer kontextorientierten Unterrichtskonzeption für den Chemieunterricht, Unterrichtswissenschaft, 32 (2004) 3, S. 238-256

<sup>102</sup> PARCHMANN; I, DEMUTH, R., CHRISTANSEN, D., et al (2003)

text“ weist darauf hin, dass der Chemieunterricht durch kooperative Entwicklungsarbeit methodisch verändert werden kann. So sind die Lehrer bereit, neue Unterrichtsmethoden zu erproben, obwohl sie gewisse Zweifel und Befürchtungen hegen. Eine abschließende Bewertung dieser Ergebnisse ist erst zu Projektende möglich.

### 3.2.7 Zusammenfassung und Bewertung

Die Ergebnisse fachdidaktischer Studien zur Lehrerfortbildung können wie folgt zusammengefasst werden:

- Durch bestehende Fortbildungsangebote werden viele Chemielehrer nicht erreicht. So besuchten etwa 30 % der deutschen Chemielehrer in den vergangenen fünf Jahren keine Chemie-Fortbildung. Nur ein Fünftel der deutschen Chemielehrer kann als fortbildungsaktiv bezeichnet werden.
- Chemielehrer beziehen neue Anregungen für ihren Unterricht in erster Linie aus Schulbüchern sowie aus Gesprächen mit Kollegen. Fortbildungen oder fachdidaktische Zeitschriften spielen dagegen eine vergleichsweise geringe Rolle. Die Untersuchungen weisen jedoch darauf hin, dass Fortbildungen - wenn sie erst einmal von Lehrern angenommen wurden - als positiver Impuls bewertet werden.
- Die Studien belegen, dass folgende Ursachen für die Nichtteilnahme an Fortbildungen verantwortlich sind: Das Fortbildungsangebot wird von vielen Chemielehrern als unattraktiv bezeichnet, wobei vor allem deutliche Bezüge zur Unterrichtspraxis vermisst werden. Darüber hinaus sind bestehende Angebote für viele Lehrer nur schwer mit ihrer familiären Situation vereinbar. Lange Anfahrtsstrecken und unpassende Zeitpunkte spielen hier eine entscheidende Rolle.
- Chemielehrer möchten in Fortbildungen vor allem neue chemische Schulexperimente kennen lernen. Außerdem interessieren sie sich für fachliche Themen, neue Unterrichtskonzeptionen und Methoden. Viele suchen dabei einen Erfahrungsaustausch mit Kollegen und Universitätsmitarbeitern.
- Der Aufbau von Fortbildungsnetzwerken, z.B. durch die Einrichtung von Schulsets, ist ein geeigneter Weg, um einen regelmäßigen Erfahrungsaustausch unter Chemielehrern und Forschern zu etablieren. Bei der Zusammenarbeit in Netzwerken erfahren die Lehrer eine Weiterentwicklung ihrer Kompetenzen und stellen in Bezug auf ihre Unterrichtsgestaltung Veränderungen fest.
- Lehrer können in verschiedene Gruppen mit unterschiedlich großem Engagement unterteilt werden. So ist ein Teil der Chemielehrer bereit, sich aktiv an der Gestaltung von Fortbildungen zu beteiligen und gemeinsam neue curriculare Elemente zu entwickeln. Ein zweiter Teil der Lehrer bevorzugt dagegen Fortbildungen, in denen neue Experimente oder „fertige“ Unterrichtsmaterialien vorgestellt werden.
- Es konnte bisher nicht abschließend geklärt werden, inwieweit Anregungen aus Fortbildungen in den Unterricht einfließen und welche Einflussfaktoren dabei eine Rolle spielen. Während die bisherigen Untersuchungen belegen, dass neue Experimente relativ zeitnah im Chemieunterricht erprobt werden, konnten neue Unterrichtsmethoden oder Unterrichtsinhalte durch Fortbildungen bisher nur bedingt in der Praxis implementiert werden.

Diese Ergebnisse erlauben wichtige Schlüsse für die Entwicklung eines neuen Fortbildungskonzepts. Neue Fortbildungsmodelle sind vor allem so zu gestalten, dass zukünftig mehr Chemielehrer erreicht werden. Fortbildungen müssen dafür zum einen stärker am tatsächlichen Bedarf der Lehrer orientiert werden, wobei insbesondere darauf geachtet werden muss,

dass in den Fortbildungen deutliche Bezüge zum Unterrichtsalltag der Lehrer zu erkennen sind. Deshalb erscheint eine enge Zusammenarbeit mit Chemielehrern bei der Vorbereitung und Durchführung der Veranstaltungen wichtig. Zum anderen muss die Teilnahme an den Veranstaltungen erleichtert werden, etwa indem die Fortbildungen dezentral an verschiedenen regionalen Standorten angeboten werden.

Da Chemielehrer Anregungen für ihren Unterricht bisher vor allem aus Schulbüchern beziehen, erreichen neue fachdidaktische Erkenntnisse nur sehr zeitverzögert die Schulpraxis. Fortbildungen bieten hier die Chance für einen regen Austausch unter Wissenschaftlern und Lehrern über aktuelle fachdidaktische Fragestellungen. Ein solcher Austausch kann in regionalen Netzwerken etabliert werden, in denen regelmäßige Treffen zwischen Universitätsmitarbeitern und Lehrern stattfinden. Während verschiedene bundesweite Initiativen (z.B. Sinus oder „Chemie im Kontext“) versuchen, netzwerkartige Strukturen in jahrelanger Projektarbeit aufzubauen, erscheint es effektiver, bereits bestehende Netzwerke zu nutzen und diese zu erweitern. Deshalb bietet sich eine inhaltliche und organisatorische Zusammenarbeit von Universitäten und Bezirksregierungen an, die als die wichtigsten Akteure im Bereich der Lehrerfortbildung erkannt wurden. Dabei soll an bereits bestehende Kooperationsstrukturen sinnvoll angeknüpft werden.

Chemielehrer interessieren sich für Fortbildungen, in denen neue Experimente, fachliche Hintergründe, Unterrichtskonzeptionen und Methoden thematisiert werden. Nicht alle Lehrer sind jedoch bereit, sich an der Gestaltung von Veranstaltungen aktiv zu beteiligen. Fortbildungsmodelle, in denen entweder ausschließlich neue curriculare Elemente gemeinsam mit den Lehrern entwickelt oder „fertige“ Unterrichtsmaterialien vorgestellt werden, können demnach immer nur einen Teil der Lehrer erreichen. Aus diesem Grund müssen neue Fortbildungsmodelle den Lehrern verschiedene Formen der Beteiligung eröffnen, wobei interessierten Lehrern die Möglichkeit geboten wird, sich mit eigenen Ideen und Vorstellungen in die Gestaltung des Fortbildungsangebots einzubringen.

In Bezug auf Lehrerfortbildung ist insbesondere die Frage nach der Wirkung auf die Praxis bis heute nicht hinreichend geklärt. Es muss differenziert untersucht werden, inwieweit Anregungen aus Fortbildungen in die Praxis einfließen und welche Einflussfaktoren dabei von Bedeutung sind. Erste Ergebnisse der empirischen Begleitung zu „Chemie im Kontext“ weisen darauf hin, dass die Übereinstimmung der Fortbildungsinhalte mit Lehrplanvorgaben von Bedeutung ist. Darüber hinaus spielen Vorbehalte gegen eine Veränderung etablierter Muster der Unterrichtsführung eine wichtige Rolle. Weitere Einflussgrößen werden durch die empirische Begleitung des neuen Fortbildungskonzepts untersucht.

### **3.3 Staatliche Fortbildung von Chemielehrern in Thüringen**

Wie in Kapitel 3.2.7 dargelegt, erscheint eine Zusammenarbeit zwischen Universitäten und staatlichen Fortbildungsinstitutionen sinnvoll, um mehr Lehrer mit Fortbildungen zu erreichen und sie effektiver fortzubilden. Die Arbeitsgruppe Chemiedidaktik der Universität Jena entwickelte 2003 ein solches Projekt, bei dem eine Zusammenarbeit mit den regionalen Fachberatern für das Fach Chemie geplant war. Zur Darstellung der Ausgangslage wurde das regio-

nale Fortbildungsangebot der Thüringer Schulamtsbereiche im Winterhalbjahr 2003/04 analysiert.<sup>103</sup>

Der Freistaat Thüringen ist auf Schulverwaltungsebene in 13 Schulamtsbereiche unterteilt, deren Größe von etwa 100 km<sup>2</sup> (für kreisfreie Städte) bis 2000 km<sup>2</sup> reicht (siehe Abb. 10).



Abb. 10: Die 13 Schulamtsbereiche im Freistaat Thüringen

In jedem dieser Bereiche gibt es die Arbeitsstelle eines Fachberaters Chemie für das Gymnasium und ein bis zwei Stellen für die Regel- und Förderschule. Im Schuljahr 2003/04 waren 26 Fachberater für das Fach Chemie tätig; vier Stellen waren zum Zeitpunkt der Analyse unbesetzt. Die Fachberater bieten im Winterhalbjahr 2003/04 insgesamt 73 regionale Fortbildungen an, die sich zum Großteil an Lehrer einer Schulart richten. Dagegen werden nur zu 35,6 % der Fortbildungen Lehrer verschiedener Schularten gemeinsam eingeladen. Die einzelnen Fachberater führen im Winterhalbjahr 2003/04 durchschnittlich 3,2 Veranstaltungen durch, wobei das Minimum bei einer, das Maximum bei sechs Fortbildungen liegt. Des Weiteren finden die Veranstaltungen meist an zwei verschiedenen Schulen innerhalb der Schulamtsbereiche und vorwiegend donnerstagnachmittags statt.

<sup>103</sup> <http://www.thillm.de>, Zugriff 15.08.2003

Die Fortbildungsthemen können folgenden Kategorien zugeordnet werden (siehe Tab. 7):

Tab. 7: Fortbildungsangebot der Thüringer Fachberater für das Winterhalbjahr 2003/04

Thema	Fortbildungsanzahl*
Prüfungsvorbereitung u. -auswertung; Wettbewerbe	13
Belehrungen zum Umgang mit Gefahrstoffen	9
Exkursionen zu chemischen Betrieben	4
Fachliche Hintergründe	8
Methodische Themen	17
Beispiele für alltagsorientierte oder offene Unterrichtseinheiten	12
Lehreralltag (Erfahrungsaustausch, Stressbewältigung, etc.)	4
Computereinsatz im Chemieunterricht	4

\* Wiederholungen einer Veranstaltung innerhalb eines Schulamtsbereiches werden nicht berücksichtigt.

Es ist Aufgabe der Thüringer Fachberater, Prüfungen vorzubereiten bzw. auszuwerten und ihre Kollegen über den Umgang mit Gefahrstoffen zu belehren. Deshalb verwundert es nicht, dass zu diesen Themen zahlreiche Veranstaltungen angeboten werden. Das vielseitige Angebot an methodischen Themen ist erfreulich: Es werden insgesamt 17 Veranstaltungen zu kooperativen Lernformen, zur Förderung der Lesekompetenz oder z.B. zur Arbeit mit einem Wochenplan angeboten. Bei einer genaueren Analyse zeigt sich jedoch, dass sich 16 dieser Fortbildungen an Lehrer der Regelschulen und nur vier an Gymnasiallehrer richten<sup>104</sup>. Anders stellt es sich bei Fortbildungen zu fachlichen Themen dar: Sieben von acht Veranstaltungen werden für Lehrer der Gymnasien, dagegen nur drei Veranstaltungen für Regelschullehrer angeboten. Beispiele für alltagsorientierte oder offene Unterrichtseinheiten werden in zwölf Fortbildungen, die zu einem Großteil nicht von den Fachberatern selbst gestaltet sind, vorgestellt. Aus diesem Grund wurden die Referenten der Fortbildungen einer genaueren Analyse unterzogen.<sup>105</sup> Die Fachberater und Fachberaterinnen referieren in nur 54 % der Veranstaltungen selbst. Sie verstehen sich vielmehr als Organisatoren von Fortbildung und laden deshalb zahlreiche externe Referenten in ihren Schulamtsbereich ein. Dabei handelt es sich zu etwa gleichen Anteilen um Angestellte der Hochschulen, Mitarbeiter von chemischen Betrieben und Vertriebsfirmen, Referenten der Schulbuchverlage, andere Fachberater und Mitarbeiter der Thüringer Unfallkasse. Nur fünf Prozent der Fortbildungen werden durch Lehrer aus dem eigenen Schulamtsbereich bzw. aus anderen Regionen gestaltet. Diese Zahlen machen deut-

<sup>104</sup> Ein Teil dieser Veranstaltungen richtet sich sowohl an Regelschullehrer als auch an Gymnasiallehrer.

<sup>105</sup> Bei acht Prozent der Fortbildungen war aufgrund der Angabe im Fortbildungskatalog keine Zuordnung zu einer der Gruppen möglich bzw. war der Referent noch nicht festgelegt.

lich, dass externe Referenten in Thüringen wichtig sind, um ein vielseitiges regionales Fortbildungsangebot bieten zu können.

Neben dem regionalen Angebot der Fachberater bietet das Thüringer Institut für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien (Thillm) im Untersuchungszeitraum drei zentrale Fortbildungen für Chemielehrer am Standort Bad Berka an. In Zusammenarbeit mit den Universitäten Jena und Ilmenau sowie der Thüringer Energie AG (TEAG) werden drei weitere überregionale Ganztagsfortbildungen in Jena und Ilmenau realisiert, die bereits seit einigen Jahren regelmäßig stattfinden. Über das Angebot der staatlichen Fortbildungsinstitutionen hinaus bietet der Verband der Chemischen Industrie (VCI) 2003 ein Wochenendseminar für Chemielehrer zu den folgenden Themen an: Kleben und Klebstoffe, neue Entwicklungen bei Lacken und Farben, Lebensmittelzusatzstoffe und Experimente zu modernen Energietechnologien.

## 4 Entwicklung eines regionalen Fortbildungskonzepts

### 4.1 Organisatorischer Rahmen

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein regionales Fortbildungskonzept zu entwickeln, welches in der Praxis erprobt und evaluiert wird. Ausgehend von den Ergebnissen der Literaturrecherche werden dabei folgende Prinzipien verfolgt:

- In Zusammenarbeit mit Fachberatern und Lehrern wird ein regionales Fortbildungsnetzwerk etabliert, in dem ein regelmäßiger Austausch zwischen der Universität und Schulen in der Region stattfindet.
- Mit Hilfe niedrigschwelliger Angebote wird Lehrern die Fortbildungsteilnahme erleichtert.
- Durch intensiven Austausch mit Fachberatern und Lehrern wird ein am Bedarf der Lehrer orientiertes Fortbildungsangebot gestaltet. Dabei eröffnet das Fortbildungskonzept den Teilnehmern verschiedene Formen der Beteiligung.

Die Literaturrecherche zeigt, dass Chemielehrer vor allem Schulbücher als Quelle für die Unterrichtsvorbereitung nutzen. Anregungen aus Fortbildungen oder fachdidaktischen Zeitschriften spielen dagegen nur eine untergeordnete Rolle. Deshalb muss davon ausgegangen werden, dass neue wissenschaftliche Erkenntnisse erst sehr zeitverzögert im Unterricht umgesetzt werden. So wird durch DE JONGS Untersuchung belegt, dass Forschungsergebnisse nur eine relativ geringe Wirkung auf die Unterrichtspraxis haben.<sup>106</sup> Bereits an anderer Stelle wurde deshalb von einer Kluft zwischen Forschung und Praxis gesprochen, die es zu überwinden gilt (siehe Kapitel 3.1.4). In der vorliegenden Arbeit soll ein regionales Fortbildungsnetzwerk für die Region Ostthüringen etabliert werden, in dem ein regelmäßiger Austausch zwischen Mitarbeitern der Universität Jena und Schulen stattfindet. Dabei wird das Ziel verfolgt, neue fachdidaktische Erkenntnisse schneller als bisher in der Praxis zu implementieren. Gleichzeitig bietet der Austausch Wissenschaftlern wichtige Einblicke in die Unterrichtsrealität an den Schulen. So können Erfahrungen aus dem Schulalltag in die Universität getragen werden. Außerdem kann die Universität engagierte Partner für praxisnahe Forschungsprojekte und die Lehrerbildung finden.

Bei dem Aufbau eines regionalen Fortbildungsnetzwerkes bietet sich eine Zusammenarbeit von Universitäten und Schulen an, die als die wichtigsten Akteure im Bereich der Lehrerfortbildung erkannt wurden. Dabei erscheint es sinnvoll, auf bereits bestehende Netzwerkstrukturen aufzubauen. Wie in Kapitel 3.3 dargestellt, besteht in den 13 Thüringer Schulamtsbereichen ein umfangreiches Fortbildungsangebot, in dem externe Referenten eine wichtige Rolle spielen. Dieses Angebot soll in Zusammenarbeit mit Fachberatern und Lehrern durch Fortbildungen an verschiedenen Standorten in der Region erweitert werden. Wichtiges Ziel der Evaluation ist es deshalb zu untersuchen, inwieweit auf Seite staatlicher Fortbildungsinstitutionen Interesse an einer Zusammenarbeit mit der Universität besteht und in welcher Weise an bereits bestehende Netzwerkstrukturen angeknüpft werden kann.

---

<sup>106</sup> DE JONG, O. (2000)

Des Weiteren soll Lehrern die Teilnahme an Fortbildungen durch Aufbau eines regionalen Fortbildungsnetzwerkes erleichtert werden. Wie die Literaturrecherche zeigt, werden viele Chemielehrer durch bestehende Angebote nicht erreicht. So macht die Studie von PIETZNER et al. darauf aufmerksam, dass nur ein Fünftel der deutschen Chemielehrer als fortbildungsaktiv zu bezeichnen ist.<sup>107</sup> Als wichtige Ursachen für die Nichtteilnahme an Fortbildungen wurden weite Anfahrtstrecken und unpassende Zeitpunkte erkannt. Deshalb ist es zum einen wichtig, Fortbildungen vor Ort an möglichst vielen regionalen Standorten anzubieten. Zum anderen müssen günstige Termine in Absprache mit Lehrern ermittelt und frühzeitig bestimmt werden. Die Veranstaltungen sind als Halbtagsveranstaltungen geplant, so dass die Lehrer sie problemlos nachmittags nach dem regulären Unterricht besuchen können.

Bei den neuen Fortbildungen soll es sich um ein möglichst niedrigschwelliges Angebot handeln, d.h. dass die Teilnahme an einer oder mehreren Veranstaltungen nicht verpflichtend ist. Wenn Lehrer nur einzelne Fortbildungsveranstaltungen besuchen, kann aber nur ein Impuls gesetzt werden. So wird bezweifelt, dass kurzfristige Qualifizierungsmaßnahmen geeignet sind, das Unterrichtshandeln von Lehrkräften zu verändern.<sup>108</sup> Unterrichtswirksame Fortbildungen müssen vielmehr eine langfristige Unterstützung gewährleisten. Deshalb soll es Lehrern durch regelmäßige regionale Fortbildungsangebote ermöglicht werden, an einer Serie von Veranstaltungen zu einem Themenschwerpunkt teilzunehmen. Dabei gilt es zu untersuchen, ob Lehrer durch solche freiwilligen Angebote in längerfristige Fortbildungsmaßnahmen eingebunden werden können. Die Ergebnisse früherer Studien zum Fortbildungsverhalten von Lehrern weisen darauf hin, dass dies möglich sein könnte. So zeigen die Untersuchungen von MELLE und NEU, dass Fortbildungen von den Chemielehrern als wichtige Anregung empfunden werden, sobald sie erst einmal angenommen wurden.<sup>109,110</sup>

Die Literaturrecherche belegt auch, dass bestehende Fortbildungsangebote von vielen Chemielehrern als unattraktiv bezeichnet werden, wobei insbesondere der mangelnde Bezug zur Unterrichtspraxis kritisiert wird. Deshalb ist es ein weiteres wichtiges Ziel des neuen Fortbildungskonzepts, durch intensiven Austausch mit Unterrichtspraktikern ein am tatsächlichen Bedarf der Lehrer orientiertes Angebot zu schaffen. Hierfür werden Lehrer und Fachberater in die Gestaltung regionaler Fortbildungen eingebunden, wobei zunächst die Zusammenarbeit mit einer Gruppe ausgewählter Lehrer geplant ist. Folgende Aufgaben sollen von den Lehrern und Fachberatern übernommen werden: Sie wählen die Fortbildungsthemen aus einem Angebotskatalog aus und bestimmen günstige Veranstaltungstermine. Veranstaltungsschwerpunkte werden im Vorfeld gemeinsam festgelegt. Außerdem sollen die Lehrer und Fachberater an der Erarbeitung neuer Fortbildungsinhalte beteiligt werden, indem sie gemeinsam mit Universitätsmitarbeitern und Studierenden neue curriculare Elemente entwickeln und in der Unterrichtspraxis erproben. Dieser Ansatz wird im Rahmen der Universitätsveranstaltung „Lernwerkstatt Chemie“ realisiert (siehe Kapitel 8). Des Weiteren soll die Organisation der Fortbil-

---

<sup>107</sup> PIETZNER, V., SCHEUER, R., DAUS, J. (2004)

<sup>108</sup> FISHMAN, B.J., MARX, R.W., BEST, S., TAL, R.T.: Linking teacher and student learning to improve professional development in systemic reform, *Teaching and Teaching Education*, 19 (2003), S. 643-658

<sup>109</sup> MELLE, I. (1999)

<sup>110</sup> NEU, C. (1999)

dungen vor Ort weitgehend in der Hand der Partner in der Region liegen. So informieren sie die Chemielehrer über das Veranstaltungsangebot und nehmen auch die Anmeldungen entgegen. Das Fortbildungsmodell eröffnet auf diese Weise einer Gruppe fortbildungsaktiver Lehrer die Möglichkeit, sich aktiv an der Gestaltung des Fortbildungsangebots zu beteiligen. Im Rahmen der Evaluation soll untersucht werden, ob weitere Lehrer in der Region bereit sind, sich zukünftig in die Gestaltung von Fortbildungen einzubringen.

In den Fortbildungen werden konkrete Unterrichtsbeispiele zu offenen Lernformen vorgestellt, so dass deutliche Bezüge zur Schulpraxis zu erkennen sind. Gleichzeitig soll Lehrern dadurch die Umsetzung neuer Methoden und Konzepte in der Schulpraxis erleichtert werden. Ein Teil der vorgestellten Unterrichtseinheiten wird an den inhaltlichen Vorgaben des Thüringer Lehrplans orientiert. Durch weitere alltagsorientierte Themen wie Tee, Glas oder Milch werden Beispiele für die Untersuchung von Alltagsprodukten im Chemieunterricht bereitgestellt. Der Aufbau der geplanten Fortbildungen kann wie folgt beschrieben werden: Die etwa zweistündigen Veranstaltungen bestehen aus einem kurzen einleitenden Vortrag und einem anschließenden Praktikum. In dem etwa zwanzigminütigen Vortrag werden ausgewählte offene Unterrichtsmethoden und fachliche Hintergründe vorgestellt. Dabei werden Lernzirkel anhand lerntheoretischer Grundlagen eingeführt, die anschließend anhand konkreter Beispiele erläutert werden. Im praktischen Teil der Veranstaltung haben die Lehrer die Möglichkeit, die vorgestellten Experimente, Modelle und Spiele kennen zu lernen. Sie können ihre Zeit frei einteilen und einzelne Arbeitsstationen nach ihren Interessen auswählen. Sie werden bei der praktischen Arbeit intensiv von Universitätsmitarbeitern betreut, wobei ausreichend Zeit für Gespräche ist. Für die häusliche Nachbereitung werden den Lehrern umfangreiche Unterlagen zur Verfügung gestellt (mit fachlichen Hintergründen, Versuchsvorschriften zu den Experimenten und Vorschlägen für Lernstationen), die zum Großteil direkt im Unterricht eingesetzt werden können.

Das regionale Fortbildungskonzept stimmt in einigen Aspekten mit dem Projekt Chemobil in Sachsen-Anhalt überein. Auch im Flächenstaat Thüringen soll durch mobile Angebote ein erweitertes Umfeld für die Lehrerfortbildung erschlossen werden. Im Gegensatz zu Chemobil reist in Thüringen jedoch kein mobiles Labor durch den Freistaat, welches die Experimentiermöglichkeiten an den Schulen für wenige Veranstaltungen im Jahr verbessert. Vielmehr geht es darum, Unterrichtsmaterialien für die selbstständige Schülertätigkeit zu entwickeln und vorzustellen, die mit einfachen schulischen Mitteln realisiert werden können.

Die Charakteristika des neuen regionalen Fortbildungskonzepts sind in der folgenden Abbildung dargestellt (Abb. 11):

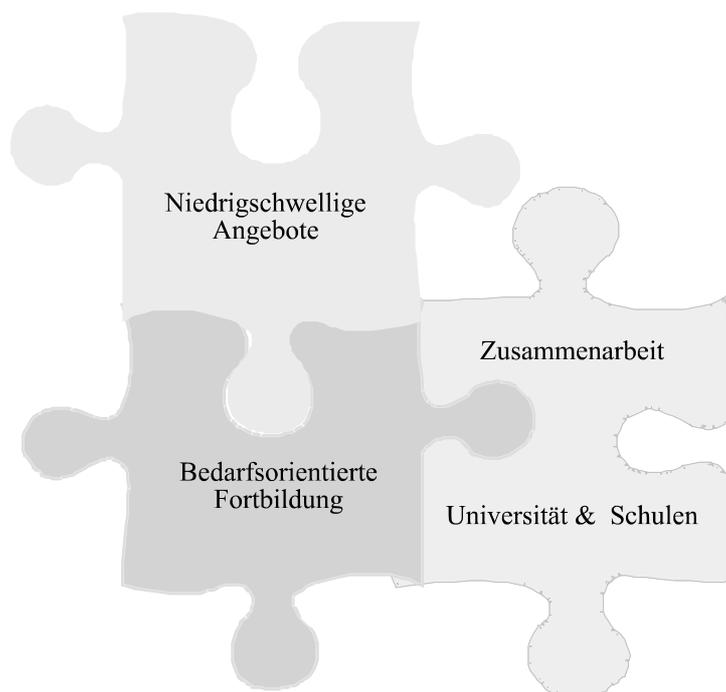


Abb. 11: Charakteristika des regionalen Fortbildungskonzepts

Neben den geplanten regionalen Veranstaltungen an Thüringer Schulen finden seit vielen Jahren zentrale Fortbildungen an der Universität Jena statt, durch die interessierte Chemielehrer aus dem ganzen Freistaat erreicht werden. Für die Evaluation des regionalen Fortbildungskonzepts bietet sich ein Vergleich regionaler und zentraler Lehrerfortbildungen an, mit Hilfe dessen z.B. auf einfache Weise überprüft werden kann, ob sich die Fortbildungsaktivität der Teilnehmer regionaler und zentraler Fortbildungen signifikant unterscheidet.

## 4.2 Inhaltliche Konzeption

In den Lehrerfortbildungen an Thüringer Schulen und der Universität Jena werden den Lehrern offene und alltagsorientierte Unterrichtseinheiten vorgestellt. Dabei wird das Ziel verfolgt, das Methodenrepertoire der Lehrer zu erweitern und ihnen Konzepte zur Orientierung des Chemieunterrichts am Alltag der Lernenden zu vermitteln.

Wie die Ergebnisse der internationalen Studien TIMSS und PISA zeigen, fällt es deutschen Schülern schwer, naturwissenschaftliche Kenntnisse in verschiedenen Kontexten anzuwenden. Wichtige Ursache dafür ist, dass chemisches Fachwissen im Unterricht häufig stark an der Fachsystematik orientiert vermittelt wird, ohne Anwendungen des Gelernten aufzuzeigen. So kritisierte LINDEMANN schon 1987 die hohe Theorielastigkeit des Chemieunterrichts sowie die mangelnde Anknüpfung an Erfahrungen und Vorstellungen der Schüler.<sup>111</sup> Dabei soll es gerade Ziel des Chemieunterrichts sein, die Jugendlichen auf außerschulische Situationen vorzubereiten. LUTZ und PFEIFER fordern deshalb, dass Schüler den Chemieunterricht nicht

<sup>111</sup> LINDEMANN, H.: Didaktische Aspekte der Haushaltsreinigungsmittel, NiU-PC, 35 (1987) 25, S. 16-17

gänzlich vom Alltagsgeschehen abgekoppelt erleben dürfen.<sup>112</sup> Im Chemieunterricht müssen vielmehr Situationen geschaffen werden, die mit dem Alltag vergleichbar sind, in denen Schüler Handlungsentscheidungen treffen und realisieren können.<sup>113</sup> In solchen Situationen kann sich ihr Fachwissen bewähren. Wie LUTZ et al. ausführen, können Schüler in einem alltagsorientierten Chemieunterricht auf einen verantwortungsbewussten Umgang mit der Umwelt vorbereitet werden.<sup>114</sup> Wenn der Alltag im Unterricht jedoch nicht thematisiert wird, fällt es Schülern schwer, chemische Inhalte in Alltagsfragen zu erkennen. So lautet die Kernaussage des Situated Learning, dass Wissen stets an eine konkrete Lernsituation gebunden ist. Laut PARCHMANN et al. kann ein Transfer von Wissen umso leichter geleistet werden, je näher eine Lernsituation einer späteren Anwendung ist.<sup>115</sup> WOEST vertritt zudem die Meinung, dass Schüler fachliche Grundlagen schnell wieder vergessen, wenn sie zusammenhangslos und ohne „Knotenpunkte“ zu ihrem bisherigen Wissen, d. h. ihren Alltagsvorstellungen, dargeboten werden.<sup>116</sup> KERSCHENSTEINER bemängelte schon 1906, dass ein Großteil des Schulwissens verfliegt, sobald die Auseinandersetzung damit beendet ist.<sup>117</sup> WOEST fordert deshalb, dass der Chemieunterricht das Alltagsverhalten und den möglichen Berufsalltag von Schülern thematisiert, da der Unterrichtsstoff erst dann für die Jugendlichen an Bedeutung gewinnen kann.<sup>118</sup> Fragestellungen des Chemieunterrichts müssen sich daran messen, ob sie für Schüler persönlich relevant sind, weshalb sich nach LINDEMANN und BRINKMANN folgende Themen anbieten:<sup>119</sup>

- Ernährung, Gesundheit, Kleidung, Hygiene und Wohnung (Grundbedingungen für das Überleben)
- Lebensmittel, Luft und Wasser (Sicherheit gegenüber Gefahren)
- Kommunikation, Kultur und Verkehr (soziale Zugehörigkeit)
- Arbeit, Konsum, Freizeit, Mitbestimmung und Verantwortung (Anerkennung und Selbstverwirklichung)

In diesen Bereichen haben die Jugendlichen und späteren Erwachsenen fast täglich mit chemischen Produkten zu tun. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass ein an der Fachsystematik orientierter Unterricht bei Schülern die Fähigkeit zum abstrakten Denken voraussetzt. Gerade leistungsschwächere Lerner können in solch einem Unterricht gezwungen sein, fachliche Inhalte unverstanden zu reproduzieren - eine Tatsache, die das schlechte Abschneiden von

<sup>112</sup> LUTZ, B., PFEIFER, P.: Chemie in Alltag und Chemieunterricht – Gegensatz oder Chance für ein besseres Chemieverständnis?, MNU, 42 (1989) 5, S. 281-290

<sup>113</sup> PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H.J.: Konkrete Fachdidaktik Chemie, München: Oldenburg Schulbuchverlag, 2002

<sup>114</sup> LUTZ, B., PFEIFER, P., SCHMIDKUNZ, H.: Gedanken zu einem zeitgemäßen und zukunftsweisenden Chemieunterricht, NiU-Chemie, 5(1994) 24, S. 4-7

<sup>115</sup> PARCHMANN, I., DEMUTH, R., RALLE, B., PASCHMANN, A., HUNTEMANN, H. (2001), S. 2

<sup>116</sup> WOEST, V.: Den Chemieunterricht neu denken. Anregungen für eine zeitgemäße Gestaltung, Alsbach/Bergstrasse: Leuchtturm, 1997, S. 111

<sup>117</sup> KERSCHENSTEINER, G.: Produktive Arbeit und ihr Erziehungswert in Kerschensteiner, G.: Texte zum pädagogischen Begriff der Arbeit und zur Arbeitsschule, Paderborn: Schöningh, 1982

<sup>118</sup> WOEST, V. (1997), S. 114

<sup>119</sup> LINDEMANN, H., BRINKMANN, U.: Alltagschemie als Orientierungshilfe zur Gestaltung von Chemieunterricht, NiU-Chemie, 5 (1994) 24, S. 29-33, S. 30

Hauptschülern bei den internationalen Schulleistungsvergleichen erklärt. Durch die Behandlung von Alltagsthemen kann der Unterricht an die Erfahrungen der Schüler anknüpfen. Ein wesentliches Merkmal von Alltagsfragen ist jedoch ihre oft hohe Komplexität. Die Herausforderung an die Lerner besteht darin, relevante Details und Informationen für die Lösung eines Alltagsproblems herauszufiltern. Um die Lerner nicht zu überfordern, müssen im Anfangsunterricht komplexe Zusammenhänge häufig didaktisch reduziert werden. In Abhängigkeit von den Lernvoraussetzungen der Schüler bietet sich nach LINDEMANN deshalb eine Behandlung auf unterschiedlichen Verständnisebenen an: auf phänomenologischer Ebene sowie auf unterschiedlichen wissenschaftlichen Ebenen.<sup>120</sup>

In einem konstruktivistischen Lehr-Lernverständnis wird Lernen als ein aktiver Prozess verstanden. Wissen und Erkenntnisse können nicht einfach vom Lehrer auf die Schüler übertragen werden. Jeder Schüler entwirft oder konstruiert das Wissen vielmehr neu. Im Unterricht müssen deshalb Lernangebote bereitgestellt werden, die diesen Konstruktionsprozess unterstützen. Schon KERSCHENSTEINER forderte, dass Naturwissenschaften nicht erlernt werden können, sondern dass sie erfahrbar sein müssen.<sup>121</sup> Da die Qualität des Lernens mit der Vielseitigkeit der Erfahrungen steigt, kommt der aktiven und handelnden Auseinandersetzung mit fachlichen Inhalten im Chemieunterricht große Bedeutung zu.<sup>122</sup>

Offenere Lernformen haben sich in den letzten Jahren als geeignete Methodenvariante zur Verwirklichung dieser Ziele erwiesen. Im offenen Chemieunterricht werden den Schülern Freiräume eröffnet, eigene Lernziele festzulegen und Lernmethoden selbst zu wählen. Lernzeiten können individuell gestaltet werden, wodurch Schülern Verantwortung für das eigene Lernen übertragen und selbstgesteuertes Lernen unterstützt wird. Im Lernprozess sollen die Schüler lernen, sich selbständig Arbeitsziele zu setzen und diese möglichst eigenständig zu realisieren. Dafür ist eine gewisse Frustrationstoleranz, aber auch die Freude an neuen Herausforderungen gefragt. Die empirischen Untersuchungen von EILKS belegen, dass die Freiheit und Verantwortung für das eigene Lernen von Schülern großteils als sehr positiv empfunden wird.<sup>123</sup> GUDJONS weist darauf hin, dass selbstgesteuertes Lernen insbesondere die Erfahrung eigener Kompetenz steigert.<sup>124</sup> Dabei bezeichnet er, Selbstsicherheit und Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten als entscheidende Faktoren für die seelische Gesundheit eines Menschen.

Im Offenen Unterricht ist ein individualisiertes Lernen möglich, bei dem einzelne Schüler durch eine Auswahl verschiedener Lernangebote nach ihren Möglichkeiten und Begabungen gefördert werden. Der Lehrer kann in der Rolle eines Beraters, Schüler gezielt unterstützen. Darüber hinaus kann er bei der Beobachtung von und in Gesprächen mit Schülern spezifische Lernschwierigkeiten besser diagnostizieren als etwa im Frontalunterricht. So zeigen die Er-

---

<sup>120</sup> LINDEMANN, H. (1987), S.16

<sup>121</sup> KERSCHENSTEINER, G. (1982)

<sup>122</sup> TIPPELT, R., SCHMIDT, B.: Was wissen wir über Lernen im Unterricht, Pädagogik, 57 (2000) 3, [http://www.beltz.de/html/frm\\_paedagogikZ.htm](http://www.beltz.de/html/frm_paedagogikZ.htm), Zugriff 01.06.2005

<sup>123</sup> EILKS, I.: Kooperatives Lernen im Chemieunterricht (Teil 2), MNU, 56 (2003) 2, S. 111-116

<sup>124</sup> GUDJONS, H.: Selbstgesteuertes Lernen der Schüler: Fahren ohne Führerschein?, Pädagogik, 55 (2003) 5, [http://www.beltz.de/html/frm\\_paedagogikZ.htm](http://www.beltz.de/html/frm_paedagogikZ.htm), Zugriff 01.06.2005

fahrungen von THEUNE und STAMM, dass offener Unterricht Lehrern „interessante Einsichten in das Denken und in die Begriffswelt der Schülerinnen und Schüler“ eröffnet.<sup>125</sup>

Eine Schulklasse muss als heterogene Lerngruppe verstanden werden, in der verschiedene Lerntypen zu finden sind, die unterschiedlich mit sprachlichen Äußerungen, Schrift, Bildern, Modellen oder Experimenten umgehen. Für diese verschiedenen Lerner müssen im Unterricht Spielräume geschaffen werden. Dabei soll laut WOEST Schülern gerade in Phasen der Freiarbeit die Gelegenheit gegeben werden, Methoden des eigenen Lernens zu finden und zu entwickeln.<sup>126</sup> Deshalb sind Unterrichtsmaterialien so zu gestalten, dass verschiedene Lerneingangskanäle genutzt werden, so dass Schüler Informationen auf der auditiven Ebene (Hören und Sprechen), auf der visuellen (Sehen) und kinästhetischen Ebene (Handeln, Bewegen) aufnehmen und verarbeiten.<sup>127</sup> Dafür ist es wichtig, die Lerninhalte auf verschiedenen Repräsentationsebenen darzustellen: in bildlichen Darstellungen und Texten sowie durch die handelnde Auseinandersetzung mit Experimenten, Spielen und Modellen.

Offene Unterrichtsformen wie das Lernen an Stationen fördern einen kooperativen Austausch unter den Schülern, bei dem sich Einzelne stärker einbringen können als im Unterrichtsgespräch mit der Klasse. Intensive Gespräche über Arbeitsmethoden und fachliche Inhalte finden in der Phase der Arbeitsplanung, bei der Realisierung der Aufgaben und der Auswertung statt. Die Schüler erfahren dabei eine Rückmeldung über ihre Leistungen und lernen, mit anderen gemeinsam eine Aufgabe zu bewältigen. So müssen sich die Schüler in der Gruppe auf ein gemeinsames Vorgehen und eine geeignete Zeiteinteilung einigen. Häufig ist eine gemeinsame Inhaltsauswahl zu treffen. Für ihre Sozialkompetenz ist wichtig, dass sie in diesem Lernprozess nicht nur für sich selbst, sondern auch für Mitschüler Verantwortung übernehmen müssen. Gleichzeitig wird ihre Fähigkeit zur Kommunikation fachlicher Inhalte gefördert. EILKS fasst die Ergebnisse internationaler Studien zum kooperativen Lernen wie folgt zusammen: Empirische Befunde belegen, dass kooperatives Lernen zu einer positiveren Einstellung zum Unterrichtsfach führt.<sup>128</sup> Darüber hinaus wird das soziale Klima in der Klasse verbessert, was von den Schülern auch als unterstützend für den Lernprozess empfunden wird. Weiterhin ist belegt, dass die Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit der Schüler gefördert wird.

Lernzirkel, als eine Form offenen Unterrichts, eröffnen Schülern Freiräume zum eigenen Lernen. Natürlich sind einer vollständigen Freiheit dabei Grenzen gesetzt. So entscheiden die Schüler bei Lernzirkeln selbst, in welcher Reihenfolge und mit welchem Arbeitstempo sie die einzelnen Lernstationen bearbeiten. Auch lassen die Arbeitsaufträge eine offene Herangehensweise zu. Des Weiteren können die Schüler an Wahlstationen ihre fachlichen Kenntnisse nach eigenen Interessen vertiefen. Arbeitsinhalte und Aufgabenstellungen werden den Schü-

---

<sup>125</sup> THEUNE, B., STAMME, M.: Riechen, Schauen, Tasten,... Lernzirkel Stoffeigenschaften, NiU-Chemie, 11 (2000) 58/59, S. 10-14, S. 11

<sup>126</sup> WOEST, V.: Methode, Berater oder Experte. Die Förderung naturwissenschaftlichen Lernens durch die Rolle der Lehrperson, NiU-Chemie, 14 (2003) 76/77, S. 89-92

<sup>127</sup> BAUER, R.: Schülergerechtes Arbeiten in der Sekundarstufe I: Lernen an Stationen, Berlin: Cornelsen Scriptor, 1997

<sup>128</sup> EILKS, I.: Kooperatives Lernen im Chemieunterricht (Teil 1), MNU, 56 (2003) 1, S. 51-55

lern jedoch weitgehend vorgegeben. Dabei wird von den Schülern gefordert, die gestellten Aufgaben zielorientiert und in einer vorgegebenen Zeit zu bearbeiten.

Nicht alle Unterrichtsinhalte können gleichermaßen nach der Methode des Lernens an Stationen unterrichtet werden. Nach STÄUDEL eignen sich insbesondere Themen, die sich in mehrere, voneinander unabhängige Einheiten untergliedern lassen.<sup>129</sup> Das heißt, dass die Schüler einzelne Lernstationen als abgeschlossene Lerneinheiten bearbeiten können, ohne auf Vorwissen aus anderen Teilen des Lernzirkels zurückzugreifen. Wichtige Elemente der erarbeiteten Lernzirkel und Schülerpraktika sind Experimente, Modelle und Spiele. Außerdem werden den Schülern kurze Informationstexte zur Verfügung gestellt, aus denen sie zentrale Aussagen selbstständig herausarbeiten sollen.

Chemie ist eine empirische Naturwissenschaft, in der das Experimentieren und Beobachten zentrale Methoden der Erkenntnisgewinnung sind. Damit hat das Experiment auch für den Chemieunterricht große Bedeutung. Durch selbstständiges Experimentieren können die Schüler unmittelbar an dem Prozess der Erkenntnisgewinnung teilnehmen. Ihre Fähigkeit zum gezielten Beobachten, zum kausalen und funktionalen Denken wird gefördert.<sup>130</sup> Empirische Befunde belegen, dass Jugendliche Schülerexperimente als positive Elemente des naturwissenschaftlichen Unterrichts erleben.<sup>131</sup> Die Untersuchungen von WELTNER und WANKROSS zeigen, dass der Lernerfolg im Fach Physik durch Schülerexperimente gesteigert wird.<sup>132</sup> DEMUTH stellt in seinen Untersuchungen fest, dass das konzeptuelle Verständnis durch Experimentieren unterstützt wird.<sup>133</sup>

Modelle dienen im Chemieunterricht als Veranschaulichungshilfen. Das Denken in Modellen ist für den Menschen typisch, da wir Teilbereiche der Wirklichkeit durch Denkmodelle abbilden, um mit komplexen Sachverhalten besser umgehen zu können. Modelle sind folglich Werkzeuge der Ordnung, Deutung und Systematisierung unserer Erfahrungen.<sup>134</sup> Sie spielen gerade im Chemieunterricht eine wichtige Rolle, da viele Vorgänge auf submikroskopischer Ebene beschrieben werden, die für Schüler wenig fassbar sind und häufig ihre Vorstellungskraft übersteigen. Gute Modelle sollen möglichst einfach und anschaulich sein und die charakteristischen Merkmale des Originals aufzeigen (didaktische Reduktion).<sup>135</sup> Ein Problem des Chemieunterrichts ist jedoch, dass Schülern nicht immer deutlich wird, dass Modelle keine 1:1-Abbildungen der Realität sind. Nach den Erfahrungen von GRAF arbeiten Schüler aller

---

<sup>129</sup> STÄUDEL, L.: Stationenlernen im Chemieunterricht – eine Einführung, NiU-Chemie, 11 (2000) 58/59, S. 2-5

<sup>130</sup> PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H.J. (2002)

<sup>131</sup> WANJEK, J.: Einflüsse von Alltagsorientierung und Schülerexperimenten auf den Erfolg von Chemieunterricht (Dissertationsschrift), Münster: 2000

<sup>132</sup> WELTNER, W., WANKROSS, W.: Über den Einfluss von Schülerexperimenten, Demonstrationsunterricht und informierendem Physikunterricht auf Lernerfolg und Einstellung von Schülern, in Roth, L. (Hrsg.): Beiträge zur empirischen Unterrichtsforschung, Hannover: Schroedel, 1974

<sup>133</sup> DEMUTH, R.: Schülerexperimente im Chemieunterricht – Auswirkungen auf den Unterricht der gymnasialen Oberstufe, PdN-Chemie, 35 (1986) 8, S. 31-33

<sup>134</sup> GRAF, E.: Modelle im Chemieunterricht, NiU-Chemie, 13 (2002) 67, S. 4-9

<sup>135</sup> PÖPPING, W.: Modellarbeit als Methodentraining und als Unterrichtsinhalt, NiU-Chemie, 12 (2002) 67, S. 10-12

Jahrgangsstufen sehr gerne mit Modellen und pflegen einen kreativen Umgang damit.<sup>136</sup> Um diese kreative Auseinandersetzung zu unterstützen, werden in den Unterrichtsmaterialien Modelle gestaltet, die die Schüler selbst aufbauen, verändern und bearbeiten können.

Spiele werden in den Unterrichtsmaterialien eingesetzt, um die emotionale Ebene der Schüler anzusprechen und Freude am Lernen zu wecken, wobei ein positiver Wettstreit angeregt wird. Daneben dienen Spiele der Übung wichtiger fachlicher Grundlagen. So können chemische Begriffe spielerisch erlernt werden. Die entwickelten Spiele folgen bekannten Spielregeln (z.B. Memory, Domino oder „Vier gewinnt“), so dass Schüler ohne aufwendige Einarbeitung spielen können. Wie PIETZNER ausführt, können spielerische Übungen die Kommunikationsfähigkeit der Schüler und das Klassenklima verbessern, wobei insbesondere leistungsschwächeren Schülern der Zugang zum Fach erleichtert wird.<sup>137</sup>

Bei der Konstruktion offener und alltagsorientierter Unterrichtseinheiten wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Die Inhalte stammen aus der Erfahrungswelt der Schüler und späteren Erwachsenen. Sie orientieren sich zum einen an den Vorgaben des Thüringer Lehrplans und stellen zum anderen Beispiele für die Untersuchung wichtiger Alltagsprodukte vor (z.B. Milch, Tee, Glas). In den Unterrichtseinheiten werden naturwissenschaftliche Phänomene beleuchtet, die den Schülern aus ihrem Alltag bekannt sind. Mit Hilfe chemischer Analysen können sie die Zusammensetzung und Wirkungsweise verschiedener Alltagsprodukte (wie Haushaltsreiniger, Klebstoffe oder verschiedene Lebensmittel) untersuchen. Darüber hinaus werden den Schülern wichtige technische Verfahren aus der chemischen Industrie und Nahrungsmittelproduktion vorgestellt. Dabei können sie viele Alltagsprodukte wie etwa Glas oder Emailleschmuck, Joghurt und Butter selbst herstellen.
- Experimente werden gezielt als Methode des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns eingesetzt. So fordern die Aufgabenstellungen die Schüler auf, ihre experimentellen Beobachtungen zu beschreiben und zu interpretieren. Durch Anwendungsaufgaben wird der Transfer von Fachwissen auf komplexe Alltagsfragen unterstützt.
- Mit Hilfe eines umfangreichen Lernangebots an Experimenten, Modellen und Spielen können sich die Schüler aktiv mit den Unterrichtsinhalten auseinandersetzen. Verschiedene Lerntypen sollen dabei angesprochen werden.
- Die Materialien sind selbsterklärend gestaltet, so dass sich die Schüler möglichst selbstständig damit auseinandersetzen können, d. h. die Materialien unterstützen selbstgesteuertes Lernen. Der Lehrer kann als Berater fungieren, um Schüler bei ihren individuellen Lernfortschritten helfend zur Seite zu stehen. Laufzettel werden bereitgestellt, auf denen die Schüler ihre Antworten in übersichtlicher Form sammeln und selbst überprüfen können.
- Die Materialien eignen sich für die Arbeit in Schülergruppen (mit zwei bis vier Personen). Dabei sind die Arbeitsaufgaben so gestaltet, dass sie einen kooperativen Austausch über fachliche Inhalte anregen.
- Die Unterrichtsmaterialien sind so konzipiert, dass sie in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden können. Sie bauen inhaltlich nicht aufeinander auf, sondern stellen abge-

---

<sup>136</sup> GRAF, E. (2002)

<sup>137</sup> PIETZNER, V.: Spielen – eine Bereicherung für den Chemieunterricht, NiU-Chemie, 16 (2005) 86, S. 46

schlossene Lerneinheiten dar. Durch Pflicht- und Wahlstationen wird den Schülern ermöglicht, ihr Wissen nach eigenen Interessen zu vertiefen.

- Experimente, Spiele und Modelle sind so gestaltet, dass sie kein Gefahrenpotenzial für Schüler und Lehrer darstellen und mit einfachen Mitteln realisiert werden können. Für jeden Versuch bzw. jede Lernstation werden etwa 20 Minuten einkalkuliert, so dass die Praktika und Lernzirkel in circa drei Unterrichtsstunden realisiert werden können.

#### 4.2.1 Der Lernzirkel Katalyse

Nach den oben genannten Kriterien wurde gemeinsam mit Lehrern ein Lernzirkel zum Thema Katalyse erarbeitet, erprobt und für den Einsatz in Lehrerfortbildungen vorbereitet. Der Lernzirkel orientiert sich an den Vorgaben des Thüringer Lehrplans für die Klassenstufe 10, in dem das Thema Katalyse unter dem Themenschwerpunkt „Voraussetzung und Beeinflussung chemischer Reaktionen“ behandelt wird.<sup>138</sup> Im Folgenden wird der Aufbau des Lernzirkels sowie die Erfahrungen bei der Erprobung in einer zehnten Klasse kurz vorgestellt.

Der Lernzirkel umfasst insgesamt acht Lernstationen, von denen fünf von jeder Schülergruppe zu bearbeiten sind (siehe Abb. 12). Pflichtstationen sind die Stationen 1, 3 und 4. Bei Station 2 besteht eine Wahlmöglichkeit zwischen den Stationen 2a und 2b. Bei Station 5 können die Schüler zwischen den Stationen 5a-d auswählen. Der Lernzirkel ist so konzipiert, dass mit einer beliebigen Station begonnen und die Reihenfolge der weiteren Stationen frei gewählt werden kann.

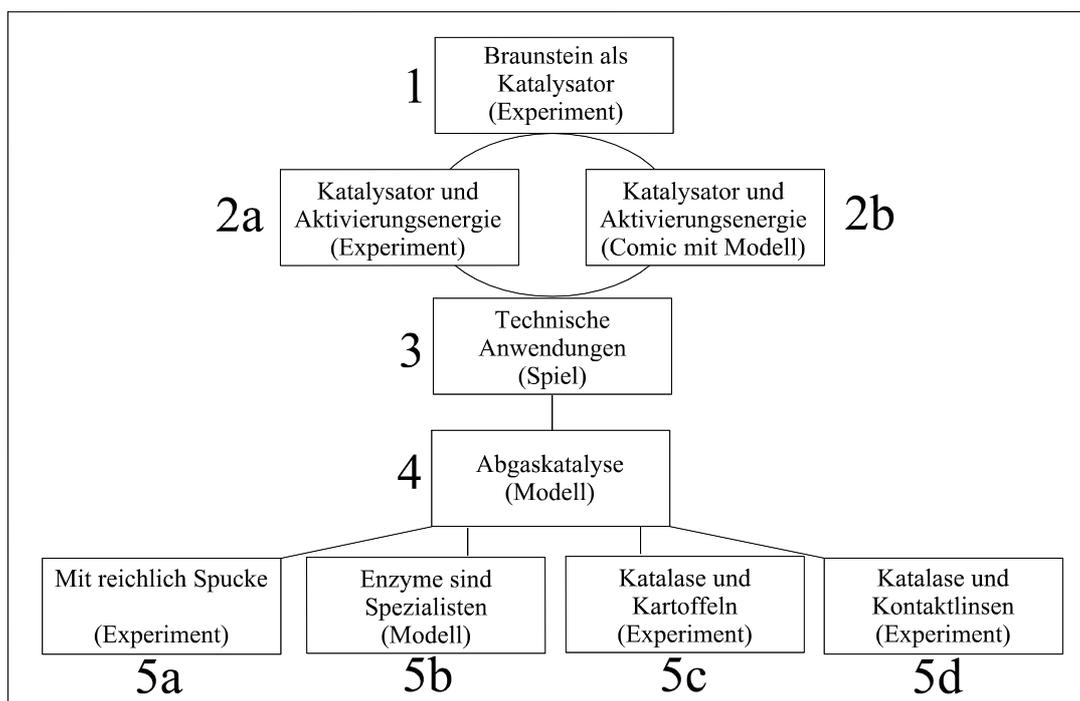


Abb. 12: Aufbau des Lernzirkels Katalyse mit Pflicht- und Wahlstationen

Die Materialien der Stationen (Informationstexte, Experimentieranleitungen, modellhafte Darstellungen) sind selbsterklärend gestaltet, so dass sich die Schülerinnen und Schüler die

<sup>138</sup> THÜRINGER KULTUSMINISTERIUM (Hrsg.): Lehrplan für das Gymnasium. Chemie, Erfurt: Thüringer Kultusministerium, 1999

neuen Fachinhalte selbstständig aneignen können. Die Wahlstationen erlauben es den Schülern, ihr Wissen nach eigenen Interessen zu vertiefen. Gerade durch die Möglichkeit, sich an Station 2 zwischen Experiment (2a) und Modell (2b) zu entscheiden, sollen unterschiedliche Lerner optimal gefördert werden. Die vier Lernstationen 5a-d stellen verschiedene Aspekte der Biokatalyse durch Enzyme in den Vordergrund. Um die Inhalte dieser vier Arbeitsstationen der gesamten Klasse zugänglich zu machen, bieten sich kurze Schülervorträge bei der Auswertung des Lernzirkels an.

Mit Hilfe des Lernzirkels können die folgenden fachlichen Inhalte erarbeitet werden:

- Katalysatoren beschleunigen chemische Reaktionen, die ohne sie nur sehr langsam ablaufen würden. (Station 1)
- Katalysatoren setzen die Aktivierungsenergie für chemische Reaktionen herab. (Station 2a-b)
- Katalytische Verfahren werden für die Herstellung vieler Chemikalien und Alltagsprodukte sowie Nahrungsmittel genutzt. (Station 3)
- Durch die Abgaskatalyse im Auto wird der Schadstoffausstoß verringert. (Station 4)
- Die Biokatalyse durch Enzyme spielt eine wichtige Rolle für die Aufrechterhaltung der Stoffwechselfvorgänge beim Menschen. (Station 5a)
- Enzyme sind Spezialisten: Sie reagieren nur mit bestimmten Stoffen - Schlüssel-Schloss-Prinzip. (Station 5b)
- Die Enzymaktivität wird durch Temperatur- und Milieuveränderungen empfindlich beeinflusst. (Station 5c)
- Die Enzymkatalyse wird in Alltagsprodukten wie z.B. Kontaktlinsenreinigern genutzt. (Station 5d)

Die einzelnen Lernstationen werden im Folgenden kurz beschrieben:

#### Station 1: Braunstein als Katalysator

Die Schüler untersuchen die katalytische Zersetzung von Wasserstoffperoxid durch Braunstein und erkennen, dass der sonst sehr langsame Zerfall durch den Katalysator erheblich beschleunigt wird. Dabei wird mit Braunsteintabletten gearbeitet, die sehr deutlich zeigen, dass der Katalysator nicht verbraucht wird. Die Tabletten werden nacheinander in verschiedene  $\text{H}_2\text{O}_2$ -Proben getaucht und auf äußerliche Veränderungen geprüft.

(Herstellung der Braunsteintabletten: Eine Mischung aus 4,5 g Gips und 1,5 g Braunstein wird mit wenig Wasser angerührt und in einer alten Tablettenpackung in Form gegossen.)

#### Station 2a: Katalysator und Aktivierungsenergie (Experiment)

Die Schülerinnen und Schüler stellen im Mikromaßstab ein Knallgasgemisch her und entzünden es durch eine Flamme sowie alternativ mit einem kleinen Bausch Platinkatalysator. Als Katalysator wird mit Platin beschichtete Quarzwolle eingesetzt. In der Vorbereitung wird fein verteiltes Platin aus einer Hexachloroplatinsäure-Lösung auf der Quarzwolle abgeschieden.<sup>139</sup> Der Ausgangsstoff, Hexachloroplatinsäure, ist jedoch teuer. Der beschriebene Versuch kann

---

<sup>139</sup> BLUME, R.: Katalysatoren und Enzyme. Prinzipien der Katalyse, <http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/katalyse>, Zugriff 05.07.2003

alternativ auch mit kostengünstigeren Platinkatalysatorperlen durchgeführt werden, bei denen der Effekt jedoch weniger deutlich ist.<sup>140</sup> Der Katalysator sollte unmittelbar vor dem Versuch in der Flamme kurz ausgeglüht werden.

#### Station 2b: Katalysator und Aktivierungsenergie (Comic)

Um zu veranschaulichen, dass Katalysatoren die Aktivierungsenergie herabsetzen, wird ein Comic genutzt. Im Comic werden nicht Atome, sondern zwei heiratswillige Menschen dargestellt. Diese beiden möchten zum Standesamt, um dort eine feste Bindung einzugehen. Als Bild für die Aktivierungsenergie, die sie überwinden müssen, steht ihnen zunächst ein beschwerlicher Weg bevor. Der Katalysator in Form eines Taxis kommt ihnen zu Hilfe: So bringt sie das Taxi schnell und ohne Anstrengung zu ihrem Ziel. Während der Fahrt gehen sie eine „Zwischenverbindung“ mit dem Auto ein. Auch die Steuerung von Reaktionen durch Katalysatoren kann mit Hilfe dieses Modells veranschaulicht werden: Da der Taxifahrer den Weg kennt, leitet er das Paar sicher und ohne Umwege zu ihrem Ziel. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler ist es, Untertitel zu den einzelnen Bildern des Comics zu entwerfen und damit die Wirkungsweise eines Katalysators zu beschreiben. Viele weitere modellhafte Darstellungen zu Katalyse und Aktivierungsenergie wurden bereits in der Literatur beschrieben.<sup>141</sup>

#### Station 3: Technische Anwendungen

Mit Hilfe eines Spiels lernen die Schülerinnen und Schüler technische Anwendungen der Katalyse kennen. Die Beispiele stammen aus der chemischen Industrie und Nahrungsmittelproduktion. Je nachdem wie die Spielkarten auseinander geschnitten werden, können sie für ein Domino oder Memory eingesetzt werden.

#### Station 4: Abgaskatalyse

Die Schülergruppen erhalten die Aufgabe, anhand eines alten, halbierten Abgaskatalysators den Aufbau des Abgaskatalysators zu skizzieren und in der Gruppe über dessen Funktionsweise zu diskutieren (vgl. dazu MÜNSTER).<sup>142</sup>

#### Station 5a: Mit reichlich Spucke

Durch einen einführenden Text lernen die Schüler die Bedeutung der Enzymkatalyse für den Stoffwechsel im menschlichen Körper kennen. Anhand eines Experiments untersuchen sie die Aktivität der Verdauungsenzyme im Speichel. Dafür kochen sie ein Gel aus Stärke und Agar-Agar, auf welches sie eine Zeichnung mit Spucke auftragen. Die Zeichnung wird mit Hilfe einer Entwickler-Lösung (Lugols Lösung) sichtbar gemacht.

#### Station 5b: Enzyme sind Spezialisten

Die Schüler sollen veranschaulichen, wie Enzyme eine Stoffauswahl treffen. Dafür werden zwei Modelle angeboten, mit Hilfe derer sie das Schlüssel-Schloss-Prinzip erklären sollen: ein Vorhängeschloss mit verschiedenen Schlüsseln sowie ein Zigarrenschneider und verschieden geformtes Obst oder Gemüse. Das zweite Modell bedarf einer kurzen Erklärung: Mit dem

---

<sup>140</sup> HÜLSMANN, K.-H.: Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff, NiU-Chemie, 9 (1998) 48, S. 26-28

<sup>141</sup> LEMKE, R.: Katalysator-Modelle, PdN-Chemie, 6 (1992) 41, S. 10-15

<sup>142</sup> MÜNSTER, D.: Katalyse. Vielfältige Ansichten einer Erscheinung, NiU-Chemie, 11 (2000) 58/59, S. 77-95

Zigarrenscheider kann nur stangenförmiges Obst oder Gemüse geschnitten werden (wie z.B. Lauch), ein runder Apfel dagegen nicht. Weitere modellhafte Darstellungen zur Spezifität von Enzymen werden von WENCK und BUDE vorgeschlagen.<sup>143</sup>

#### Station 5c: Katalase und Kartoffeln

Die Schülergruppen untersuchen die Temperaturempfindlichkeit von Enzymen. Dafür arbeiten sie mit dem Enzym Katalase, welches das Zellgift Wasserstoffperoxid in tierischen und pflanzlichen Zellen zu Wasser und Sauerstoff zersetzt. Zunächst tropfen die Schüler Wasserstoffperoxid auf eine Kartoffelscheibe und beobachten eine rege Gasentwicklung. Anschließend erhitzen sie eine Büroklammer in der Flamme und drücken sie auf eine zweite Kartoffelscheibe. Bei erneuter Wasserstoffperoxidzugabe ist an den erhitzten Stellen keine Gasentwicklung zu beobachten.

#### Station 5d: Katalase und Kontaktlinsen

Die Schülerinnen und Schüler lernen ein Anwendungsbeispiel der Enzymkatalyse kennen: In Kombi-Lösungen für die Kontaktlinsenreinigung wird das Desinfektionsmittel Wasserstoffperoxid in Verbindung mit Katalase eingesetzt. Katalase übernimmt dabei die gleiche Aufgabe wie in lebenden Zellen, den Abbau von Wasserstoffperoxid zu Wasser und Sauerstoff. Nach Untersuchung des Enzyms Katalase in einem Pflanzenblatt erschließen sich die Schüler die Wirkungsweise der Kontaktlinsenreiniger im Experiment. Dabei sind sie darauf angewiesen, die Inhaltsangaben auf den Reinigungsmitteln genau zu studieren.



Abb. 13: Schüler einer zehnten Klasse untersuchen die Wirkung von Kontaktlinsenreinigern  
Der komplette Lernzirkel zum Thema Katalyse ist im Anhang abgedruckt (siehe Anhang 2).

---

<sup>143</sup> WENCK, H., BUDE, M.: Katalyse und Enzyme, NiU-Chemie, 8 (1997) 39, S. 18-21

Der Lernzirkel Katalyse wurde in einer zehnten Klasse erprobt, wobei den Schülern für die Bearbeitung drei Unterrichtsstunden zur Verfügung standen. Die Schüler bekamen den Auftrag mindestens fünf Lernstationen zu bearbeiten und die Ergebnisse auf einem Laufzettel zu sammeln. Vor der Durchführung erklärte die Lehrerin kurz den Aufbau des Lernzirkels mit Pflicht- und Wahlstationen und teilte die Schüler nach einem Losverfahren in Arbeitsgruppen (à zwei Schüler) ein. Die Verweilzeit an den einzelnen Lernstationen, die Reihenfolge der Bearbeitung sowie die Auswahl der Wahlstationen wurde den Schülern überlassen. Nach der etwa fünfzehnminütigen Einführung begannen die Schüler zu arbeiten. Die Auswahl einer ersten Station sowie der selbständige Wechsel zu den nächsten Stationen klappten ohne Probleme. Einige Schülergruppen hatten jedoch nicht verstanden, welche Pflichtstationen sie bearbeiten sollten und bedurften während des Lernzirkels einer kurzen individuellen Beratung

Insgesamt lässt sich sagen, dass insbesondere die experimentellen Lernstationen (Braunstein als Katalysator, Mit reichlich Spucke, Katalase und Kartoffeln sowie Katalase und Kontaktlinsen) für die Lernenden sehr attraktiv waren, so dass viele auch freiwillig zusätzliche Stationen durchführten. Dabei ermöglichten die Stationsmaterialien es ihnen, sehr selbständig die Versuche durchzuführen und auszuwerten.

Alle Schülergruppen kooperierten gut miteinander, obwohl durch das Zufallsprinzip nur wenige mit ihren Banknachbarn zusammenarbeiteten. Darin erkannten die Schüler sogar eine Chance, sich mehr auf die Arbeit und weniger auf Privatgespräche zu konzentrieren. In einigen Gruppen wurde arbeitsteilig gearbeitet: Ein Partner experimentierte, während der andere die Beobachtungen auf dem Laufzettel notierte. Die Rollenverteilung wurde aber von Lernstation zu Lernstation gewechselt.

Die Schüler verweilten durchschnittlich fünfzehn Minuten an jeder Station. Während der Erprobung ließ sich beobachten, dass insbesondere die wenig motivierten und lernschwächeren Schüler sehr zielorientiert und selbständig arbeiteten. Auf Nachfrage gaben sie an, dass der Lernzirkel das für sie trockene Fach Chemie interessanter gemacht hätte. Sie schätzten es sehr, dass sie vieles selbst ausprobieren konnten. Darüber hinaus halfen ihnen die vielen Anwendungsaufgaben dabei, Fachinhalte besser zu verstehen. Die leistungsstärkeren Schüler fühlten sich hingegen durch den Lernzirkel eher unterfordert. Sie hätten sich weitergehende Informationen zum Thema gewünscht, vor allem Texte zur Vertiefung.

Einige Schülergruppen hatten Probleme bei der Auswertung der Lernstationen. Durch gezielte Beratung konnten sie aber zu einem eigenen Ergebnis gelangen. Besondere Schwierigkeiten bereitete bei Lernstation 5d der Transfer des erarbeiteten Wissens vom ersten Experiment (Untersuchung des Enzyms Katalase in einem Pflanzenblatt) auf den zweiten Versuch (Katalase in Kontaktlinsenreinigern). Nur wenige Schüler studierten von sich aus die Inhaltsangaben auf den Kontaktlinsenreinigern und verstanden so die Wirkungsweise der Reiniger. Auch das Memory-Spiel (Lernstation 3) war für viele Schüler eine große Herausforderung. Die meisten Schülergruppen konnten die Paare (Reaktion und Katalysator) erst zuordnen, nachdem sie alle Karten umgedreht hatten. Der Wert dieses spielerischen Zugangs zum Thema Katalyse für die Auswertung und Systematisierung ist jedoch unbestritten. Sehr kritisch wurde der Comic (Lernstation 2b) von den Schülern beurteilt. Vielen erschien die dargestellte

Liebesgeschichte albern. Im Auswertungsgespräch betonten sie, dass sie die entsprechenden Lerninhalte auch sehr gut ohne diese modellhafte Darstellung verstanden hätten.

Nach Beendigung des Lernzirkels wurde eine kurze Feedbackrunde durchgeführt. Dabei bewerteten die Schüler die Arbeit mit dem Lernzirkel sehr positiv, gaben aber auch wichtige Hinweise auf Verständnisschwierigkeiten und Probleme, die in der Auswertung und Systematisierung besprochen wurden. Insgesamt war der Lernzirkel ein Erfolg. So berichtete die Lehrerin einige Wochen später, dass das Interesse der Schüler am Chemieunterricht nachhaltig geweckt werden konnte. Auch andere Autoren bestätigen, dass Schüler Lernzirkel mit großer Begeisterung und hohem Interesse bearbeiten.<sup>144,145,146</sup>

### 4.3 Erprobung des regionalen Fortbildungskonzepts

Das regionale Fortbildungskonzept wurde in der Region Ostthüringen erprobt. Seit März 2003 fanden regionale Lehrerfortbildungen an den folgenden drei Pilotschulen in einer Entfernung von 40 bis 50 Kilometern von Jena statt: Friedrich-Schiller-Gymnasium in Eisenberg, Ortlal-Gymnasium in Neustadt Orla und Regelschule Gera Zwätzen. Dabei beteiligten sich drei Chemielehrerinnen und zwei Fachberaterinnen an der Gestaltung dieses regionalen Fortbildungsangebots. In der Projektlaufzeit konnte eine Kooperation mit zwei weiteren Ostthüringer Fachberaterinnen etabliert werden, so dass inzwischen ein Fortbildungsnetzwerk mit fünf Standorten in der Zielregion besteht (siehe Abb. 14).

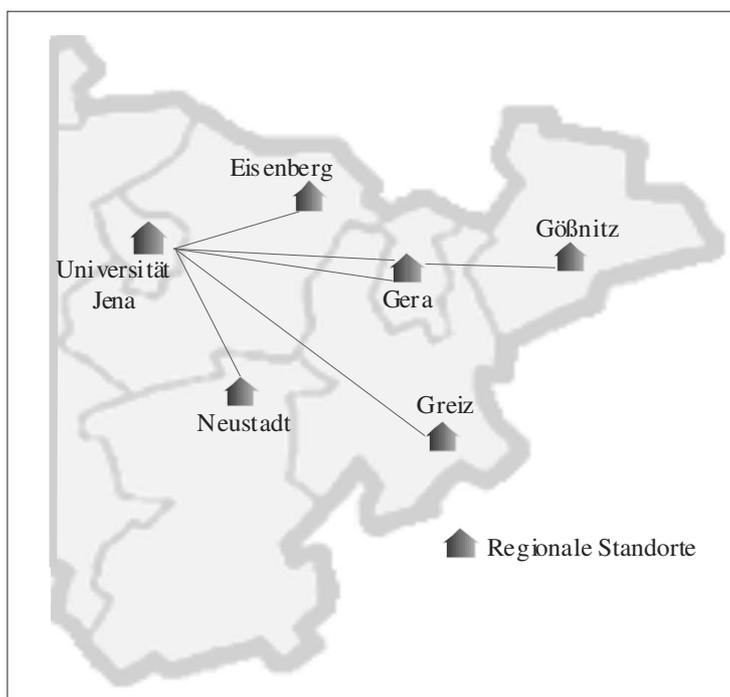


Abb. 14: Regionale Fortbildungsstandorte in Ostthüringen

<sup>144</sup> TILLMANN, K.: To be Cola or not to be? Analyse von Colagetränken, NiU-Chemie, 11 (2000) 58/59, S. 39-49

<sup>145</sup> SCHÄPERS, B.: Selbstbestimmung fördern, NiU-Chemie, 13 (2002) 70/71, S. 7-12

<sup>146</sup> GÜNKEL, T., MÜNZIGER, W.: Der Laborführerschein, NiU-Chemie, 13 (2002) 70/71, S. 41-44

Das Angebot regionaler Lehrerfortbildungen konzentrierte sich auf die vier Ostthüringer Landkreise Altenburger Land, Greiz, Saale-Holzland-Kreis und Saale-Orla-Kreis sowie auf die kreisfreie Stadt Gera (siehe Tab. 8).

Tab. 8: regionale Fortbildungsstandorte in den Ostthüringer Landkreisen

<b>Regionaler Standort</b>	<b>Gößnitz</b>	<b>Gera</b>	<b>Greiz</b>	<b>Eisenberg</b>	<b>Neustadt</b>
Landkreis	Altenburger Land	Gera	Greiz	Saale-Holzland	Saale-Orla

Auf Schulverwaltungsebene liegen in dieser Region die folgenden drei Schulamtsbereiche: Schulamt Schmölln (Altenburger Land und Greiz), Schulamt Stadtroda (Saale-Holzland-Kreis und Saale-Orla-Kreis) und Schulamt Gera (kreisfreie Stadt Gera).

Durch enge Zusammenarbeit mit drei Gymnasiallehrerinnen und einer Fachberaterin für das Gymnasium sowie drei Fachberaterinnen für die Regelschule wurden die regionalen Lehrerfortbildungen an den Bedürfnissen von Lehrern der verschiedenen Schularten ausgerichtet. So wurden Fortbildungen für Regelschullehrer im Altenburger Land, in Gera sowie in Greiz angeboten. Fortbildungen für Gymnasiallehrer fanden in Neustadt Orla statt. Zu den Veranstaltungen in Eisenberg wurden sowohl Regelschullehrer als auch Gymnasiallehrer eingeladen. In der Zielregion Ostthüringen wurde so ein regionales Fortbildungsangebot für Chemielehrer von 48 Regelschulen und acht Gymnasien bereitgestellt.

Die sieben kooperierenden Lehrerinnen und Fachberaterinnen übernahmen die Organisation der Fortbildungen und wählten die Fortbildungsthemen und Veranstaltungsschwerpunkte aus. Dabei erhielten sie oft Unterstützung von weiteren Fachkollegen an den Schulen. Wie Tab. 9 zeigt, entschieden sich die Lehrerinnen häufig für das Praktikum Haushaltsreiniger sowie die Lernzirkel Carbonsäuren, Duft- und Aromastoffe und Katalyse. Darüber hinaus beteiligten sich drei der Lehrerinnen an der Erarbeitung neuer Unterrichtsbeispiele wie z.B. der Entwicklung des Praktikums Haushaltsreiniger und des Lernzirkels Katalyse. Im Jahr 2003/04 erarbeiteten sie in kooperativen Austausch mit Studierenden neue Unterrichtseinheiten, die für zukünftige Fortbildungen genutzt werden sollen. Zwischen den Lehrerinnen und den Universitätsmitarbeitern entwickelte sich während des Forschungsvorhabens eine produktive Arbeitsatmosphäre, in der konstruktive Kritik offen ausgesprochen wurde. Im Untersuchungszeitraum von März 2003 bis Dezember 2004 wurden insgesamt elf regionale Lehrerfortbildungen gemeinsam in Ostthüringen realisiert:

Tab. 9: Regionale Fortbildungen im Untersuchungszeitraum

Thema	Datum	Standort	Zielgruppe
Haushaltsreiniger	03.04.2003	Eisenberg	Gym, RS
Lernzirkel Katalyse	03.07.2003	Eisenberg	Gym, RS
Haushaltsreiniger	11.09.2003	Gera	RS
Glas	06.11.2003	Gera	RS
Milch	20.11.2003	Neustadt Orla	Gym
Haushaltsreiniger	11.03.2004	Göbnitz	RS
Lernzirkel Katalyse	10.06.2004	Neustadt Orla	Gym
Lernzirkel Carbonsäuren	16.06.2004	Eisenberg	Gym, RS
Chemie in der Federtasche	11.11.2004	Greiz	RS
Lernzirkel Carbonsäuren, Duft- und Aromastoffe	18.11.2004	Gera	RS
Lernzirkel Carbonsäuren, Duft- und Aromastoffe	25.11.2004	Göbnitz	RS

(RS = Regelschule, Gym = Gymnasium)

An diesen Veranstaltungen nahmen insgesamt 75 Chemielehrer teil. Da sich die Lehrer benachbarter Schulen bereits kannten, arbeiteten sie im Praktikum meist mit Kollegen in Zweier-, manchmal auch Dreiergruppen zusammen. Während der Fortbildungen herrschte eine entspannte Atmosphäre, die durch viele Gespräche mit den Kollegen und der Universitätsmitarbeiterin geprägt war. Dabei wurden Fragen zu einzelnen Elementen der Fortbildung gestellt, es fanden kurze Diskussionen über die Umsetzbarkeit offener Unterrichtsformen im Schulalltag statt und aktuelle schulpolitische Probleme wie etwa drohende Schulschließungen wurden thematisiert. Viele Lehrer nahmen wiederholt an den Fortbildungsangeboten teil, was darauf hindeutet, dass sie dieses regionale Angebot sehr gut annahmen.

Neben den regionalen Angeboten veranstaltete die Arbeitsgruppe Chemiedidaktik von Januar 2002 bis Dezember 2004 15 zentrale Lehrerfortbildungen an der Universität Jena. In diesen Veranstaltungen traten neben der Autorin dieser Arbeit weitere Referenten auf. So konnte etwa die Chemielehrerin einer der Pilotschulen, Frau H. Michel, für eine Fortbildung zum Thema „Seminarfacharbeit“ gewonnen werden.

Tab. 10: Zentrale Fortbildungen an der Universität Jena im Untersuchungszeitraum

<b>Thema</b>	<b>Datum</b>	<b>Referenten</b>
Glas	16.01.2002	D. Pennig
Klebstoffe	16.05.2002	D. Pennig, V. Woest (AG Chemiedidaktik)
Glas	26.09.2002	D. Pennig
Chemie in der Federtasche	07.11.2002	D. Pennig
Milch	12.12.2002	D. Pennig
Haushaltsreiniger	27.02.2003	D. Pennig
Tee	08.05.2003	D. Pennig
Tee	26.06.2003	D. Pennig
Lernzirkel Duft- und Aromastoffe	13.11.2003	P. Bojko, D. Pennig (AG Chemiedidaktik)
Lernzirkel Katalyse	05.02.2004	D. Pennig
Seminarfacharbeit	22.04.2004	H. Michel (Orlatal Gymnasium)
Lernzirkel Carbonsäuren	06.05.2004	D. Pennig
Lernzirkel Carbonsäuren und Katalyse	23.09.2004	D. Pennig
Chemie im Kontext	04.10.2004	M. Lindner (IPN Kiel)
Arbeit mit Texten im CU	02.12.2004	P. Bojko

Darüber hinaus wurde im September 2003 ein zweitägiges Symposium zum alltagsorientierten Chemieunterricht an der Universität Jena angeboten. An dieser Veranstaltung mit Referenten aus ganz Deutschland nahmen circa 70 Thüringer Chemielehrer teil. Sie ist jedoch nicht Bestandteil der folgenden empirischen Untersuchungen.

## 5 Empirische Untersuchungen

Ziel der empirischen Untersuchungen ist die begleitende Evaluation der regionalen Lehrerfortbildungen sowie der universitären Lehrerausbildung im Rahmen des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“. Die Evaluation basiert auf den Methoden der empirischen Sozialforschung. Dabei kommen sowohl quantitative als auch qualitative Verfahren zum Einsatz.

### 5.1 Grundlagen qual. und quant. Denkens in der empirischen Sozialforschung

Grundlage empirischer Forschung ist die systematische Auswertung von Erfahrungen. Während sich die quantitativ ausgerichtete Forschung auf die Auswertung numerischen Datenmaterials stützt, liegt der Fokus qualitativer Forschung auf der Interpretation von verbalen Daten. Quantitative und qualitative Forschung werden zum Teil als unvereinbar und gegensätzlich beschrieben, sie werden jedoch auch häufig kombiniert.<sup>147</sup> Bei der Entscheidung für oder gegen quantitative bzw. qualitative Forschung muss beachtet werden, dass sich beide Herangehensweisen nicht nur in der Art und Auswertung der erhobenen Daten unterscheiden. Vielmehr werden verschiedene Fragestellungen zum Gegenstand der Untersuchung gemacht. Bedingt dadurch kommen auch unterschiedliche Untersuchungsverfahren zum Einsatz.

Die modernen Sozialwissenschaften entstanden am Ende des 19. Jahrhunderts. Da die Naturwissenschaften zu diesem Zeitpunkt längst als Forschungsdisziplinen anerkannt waren, orientierte sich die Forschungsmethodik in den aufkommenden Sozialwissenschaften an einer naturwissenschaftlichen Herangehensweise.<sup>148</sup> Quantitative Verfahren hatten lange Zeit Vorrang vor qualitativen Verfahren. Inhalt quantitativer Forschung ist das Messen und Auszählen bestimmter Merkmale und Merkmalsausprägungen anhand eines Kategoriensystems. Häufig werden den Untersuchungsobjekten standardisierte Fragebögen ausgehändigt, auf denen sie relativ mühelos eine Vielzahl von Fragen beantworten können. Die Konstruktion eines guten Fragebogens erfordert umfassende Vorkenntnisse über den Untersuchungsgegenstand. So müssen dem Forscher bereits Erkenntnisse über das soziale Umfeld der Befragten bekannt sein, um ihre Einstellungen oder Verhaltensweisen erfassen zu können. Eine Fragebogenuntersuchung kann nur dann bedeutsame Ergebnisse liefern, wenn realistische Antwortalternativen vorgegeben werden. Mit Hilfe quantitativer Verfahren kann kostengünstig und auf einfache Weise eine große Anzahl von Daten erfasst, aufbereitet und ausgewertet werden. Für die Datenauswertung wurden statistische Tests entwickelt, mit Hilfe derer die Validität (Gültigkeit) der Ergebnisse überprüft werden kann. Durch ein stark standardisiertes Vorgehen wird die Objektivität und Reliabilität (Wiederholbarkeit) der Untersuchungen gewährleistet. Der Gültigkeitsbereich der Ergebnisse kann durch Auswahl einer repräsentativen Stichprobe sichergestellt bzw. durch Vergleich der Stichprobe mit der Grundgesamtheit überprüft werden.

Seit den 1970er Jahren ist eine Trendwende in den Sozialwissenschaften in der Bundesrepublik Deutschland zu verzeichnen, die durch die Arbeiten der Chicagoer Schule in den

---

<sup>147</sup> BORTZ, J., DÖRING, N.: Forschungsmethoden und Evaluation, Berlin, Heidelberg: Springer, 2003

<sup>148</sup> BORTZ, J., DÖRING, N. (2003)

USA der 1920er und 1930er Jahre angestoßen wurde. Die Entwicklung geht weg von der rein quantitativen Forschung hin zu qualitativen Erkenntnismethoden.<sup>149</sup> Im Zentrum der Kritik an der quantitativen Forschung steht, dass stark standardisierte Forschungsinstrumente wie etwa Fragebögen das Antworten auf ein Reagieren auf vorgegebene Kategorien reduzieren. Auf diese Weise können lediglich Hypothesen des Forschers bestätigt oder widerlegt werden. Die Ergebnisse der Untersuchung können jedoch verzerrt oder sogar unbrauchbar sein, weil der Blick auf wesentliche Aspekte des Untersuchungsgegenstands versperrt bleibt. Diesen Mangel versucht die qualitative Forschung zu überwinden. Mit Hilfe eines offen angelegten Forschungskonzepts versucht sie, die Gedanken- und Erfahrungswelt Einzelner zu erfassen.

Die Grundlagen qualitativer Forschung beruhen nach MAYRING auf fünf Grundsätzen:<sup>150</sup> die Forderung stärkerer Subjektbezogenheit der Forschung (1), die Betonung der Deskription (2) und der Interpretation der Forschungssubjekte (3), die Forderung, die Untersuchten in ihrem natürlichen Umfeld zu untersuchen (4) und die Auffassung von der Generalisierung der Ergebnisse als Verallgemeinerungsprozess (5). Das Subjekt qualitativer Forschung ist der Mensch und sein soziales Umfeld. Ausgangspunkt einer jeden Analyse ist die umfassende Beschreibung (Deskription) des Untersuchungsgegenstands. Da der Untersuchungsgegenstand dem Forscher nie völlig offen liegt, muss er die Bedeutung der erhobenen Daten durch Interpretation erschließen. Das Verhalten von Menschen ist stets an einen situativen Kontext gebunden, weshalb in der qualitativen Forschung gefordert wird, Untersuchungen im Feld durchzuführen. So begibt sich der Forscher in das natürliche Umfeld der Untersuchten, um ihr Verhalten in Alltagssituationen zu erfassen. Durch die unmittelbare Beziehung zu den Forschungssubjekten sollen möglichst bedeutsame Daten gesammelt werden.<sup>151</sup> Ausgehend von den erhobenen Daten kann der Forscher versuchen, seine Erkenntnisse zu verallgemeinern. Bei diesem induktiven Vorgehen geht er vom Konkreten zum Abstrakten. Eine Verallgemeinerung der Ergebnisse stellt sich jedoch nicht automatisch her, sondern muss im Einzelfall begründet werden.

Die qualitative Forschung versucht die Vielfalt und den inhaltlichen Reichtum individueller Antworten zu berücksichtigen. Das erhobene Datenmaterial enthält mehr Details als ein Messwert. Neben Aussagen liefert es auch Begründungen, die bei der Auswertung interpretiert werden. Da qualitative Untersuchungen jedoch viel Zeit in Anspruch nehmen, kann im Allgemeinen nur eine geringe Anzahl von Personen befragt werden. Wegen der Einzelfallbezogenheit, der starken Bindung an einen situativen Kontext sowie des interpretativen Charakters der Auswertung muss sich die qualitative Forschung der Forderung nach einer intersubjektiven Nachprüfbarkeit stellen. Die Verlässlichkeit, Gültigkeit sowie der Gültigkeitsbereich der Ergebnisse sind zu überprüfen. Die Verlässlichkeit und Gültigkeit einer Untersuchung kann durch Methodentriangulation gewährleistet werden. Nur wenn sich die Ergebnisse verschiedener Untersuchungsverfahren bestätigen und sinnvoll ergänzen, kann von einer internen Validität ausgegangen werden. Externe Validität kann durch Vergleich mit den Ergebnissen anderer Forscher erreicht werden. Nicht immer liegen solche Daten jedoch vor.

---

<sup>149</sup> MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung, Weinheim: Psychologie Verlags Union, 1990

<sup>150</sup> MAYRING, P. (1990)

<sup>151</sup> WOEST, V.: Offener Chemieunterricht, Alsbach / Bergstrasse: Leuchtturm, 1995

Über den Gültigkeitsbereich und damit die Generalisierung der Ergebnisse kann nur schwer eine Aussage getätigt werden. Ergebnisse sind immer auf den situativen Kontext bezogen, in dem sie entstanden sind und sind deshalb zunächst nur in einem abgegrenzten System gültig. Es kann der Versuch einer Verallgemeinerung unternommen werden, dabei ist jedoch die „Gefahr der Trivialität“ groß.<sup>152</sup>

In der vorliegenden Arbeit kamen qualitative und quantitative Verfahren zum Einsatz. Quantitative Verfahren wurden eingesetzt, um das regionale Lehrerfortbildungskonzept zu evaluieren. Da in den letzten Jahren Untersuchungen zu verschiedenen Organisationsformen und Inhalten von Lehrerfortbildung in der chemiedidaktischen Forschung durchgeführt wurden, lagen umfassende Vorkenntnisse über den Untersuchungsgegenstand vor (siehe Kapitel 3). Orientiert an früheren Befragungen wurde ein Fragebogen konstruiert, mit dessen Hilfe die große Anzahl der Fortbildungsteilnehmer auf einfache Weise zu ihren Einstellungen befragt werden konnte.<sup>153</sup> Durch die standardisierte Befragung konnte auch eine Vielzahl von Persönlichkeitsmerkmalen und Verhaltensweisen der Lehrer erfasst werden, so dass verschiedene Lehrergruppen - wie etwa die Teilnehmer zentraler und regionaler Lehrerfortbildungen – charakterisiert und verglichen werden konnten. Weiterhin wurde angenommen, dass Lehrer in einer anonymen Befragungssituation ehrlicher zu kritischen Fragen wie etwa der Bewertung einer besuchten Lehrerfortbildung antworten würden. Über dieses quantitative Methodenzugriff hinaus wurden jedoch auch qualitative Verfahren eingesetzt. So wurden Interviews mit Fachberatern und Lehrern durchgeführt und interpretativ ausgewertet. Ziel dieser Herangehensweise war es, die Ergebnisse der schriftlichen Befragung zu überprüfen und zu erweitern.

Bei der Evaluation des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ stehen Forschungsfragen im Zentrum des Interesses, über die nur geringe Vorkenntnisse vorliegen. So soll zum Beispiel die Zusammenarbeit zwischen Studierenden und Lehrern beschrieben und hinsichtlich einer möglichen Verknüpfung von erster und dritter Phase der Lehrerbildung ausgewertet werden. Deshalb wird eine offene, qualitative Herangehensweise gewählt, bei der Einzelfälle analysiert werden. Dabei ist der Dialog zwischen Forscher und Untersuchten wichtiger Bestandteil der Evaluation. Aus den Ergebnissen sollen Handlungsperspektiven für die Lehrerbildung abgeleitet werden. Dabei wird die Frage nach einer Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Kontexte diskutiert (siehe Kapitel 9.5). Sie kann im Rahmen dieser Arbeit nicht abschließend geklärt werden.

Die beiden durchgeführten empirischen Untersuchungen orientieren sich an den Prinzipien der Aktionsforschung.

---

<sup>152</sup> WOEST, V. (1995), S. 64

<sup>153</sup> MELLE, I. (1999)

## 5.2 Aktionsforschung

Als Synonym für Aktionsforschung (engl. action research) wird häufig der Begriff Handlungsforschung genannt. Die Entwicklung der Aktionsforschung geht vor allem auf die Arbeiten von LEWIN und MORENO zurück.<sup>154,155</sup> So untersuchte der Sozialpsychologe Lewin im Amerika der Nachkriegsjahre die Diskriminierung von Minderheiten und versuchte aus seinen Erkenntnissen konkrete Veränderungsstrategien für die Situation der Betroffenen abzuleiten. Die Prinzipien der Aktionsforschung lassen sich auf eine einfache Formel reduzieren: Aktionsforschung ist eine Forschung unter Beteiligung der Untersuchungssubjekte, die eine Veränderung der untersuchten Situation anstrebt. Sie grenzt sich in ihrem Wissenschaftsverständnis damit klar von positivistischen Ansätzen ab, die Forschung als einen rein empirisch-analytischen und wertfreien Prozess betrachten.<sup>156</sup> Anders als in der Feldforschung nimmt der Forscher nicht nur an alltäglichen Situationen der Untersuchten teil, sondern versucht auch die Situation der Beteiligten durch aktive Teilnahme an einem sozialen Prozess zu verändern. Nach BORTZ und DÖRING beruht die Aktionsforschung auf drei Grundsätzen:<sup>157</sup> Forscher und Beforschte werden als gleichberechtigte Akteure im Forschungsprozess verstanden (1). Die Untersuchungsthemen sind praxisbezogen und emanzipatorisch (2). Der Forschungsprozess wird als ein Lern- und Veränderungsprozess verstanden (3).

Aktionsforschung beruht somit auf einem *gleichberechtigten Diskurs* zwischen Forscher und Beforschten, der durch den Forscher angeleitet und analysiert wird. Die Beforschten werden dabei über Ziele und Ergebnisse der Untersuchungen informiert. Die Forderung nach Gleichberechtigung kann so weit gehen, dass die Beforschten mitentscheiden, welche Ziele eine Untersuchung verfolgt und welche Untersuchungsverfahren einzusetzen sind. An dieser Stelle stößt die Aktionsforschung jedoch an Grenzen der praktischen Umsetzbarkeit. Eine gemeinsame Entscheidung über Forschungsinhalte bedeutet für die Untersuchten nicht nur viel Arbeit, sondern setzt auch voraus, dass sie ein entsprechendes Problembewusstsein entwickelt haben. Über die Wahl der Untersuchungsinstrumente mitzuentcheiden, kann sie schlichtweg überfordern.

Aktionsforschung *setzt an konkreten Problemen* an, d. h. Ziel der Untersuchung ist eine *praxisverändernde Umsetzung* der Ergebnisse im Forschungsprozess. Dabei will die Aktionsforschung die Situation des Einzelnen verändern und darüber hinaus Handlungsorientierungen für das Handeln im sozialen Feld erarbeiten.<sup>158</sup> Grundlegendes Bedürfnis der Aktionsforschung ist eine Überwindung der Kluft zwischen Theorie und Praxis. So macht sie sich nicht nur zur Aufgabe, Verbesserungsstrategien zu entwickeln, sondern diese auch in der Praxis zu implementieren.

Am Anfang der Aktionsforschung steht die Definition eines konkreten Praxisproblems, durch die die Ziele der Untersuchung kurz umrissen werden. Der weitere Projektablauf ist jedoch

---

<sup>154</sup> LEWIN, K.: Die Lösung sozialer Konflikte, Bad Nauheim: Christian, 1953

<sup>155</sup> MORENO, J.L.: Grundlagen der Soziometrie, Köln: Westdeutscher Verlag, 1954

<sup>156</sup> WEBER, M.: Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre, Tübingen: Mohr, 1951

<sup>157</sup> BORTZ, J., DÖRING, N. (2003)

<sup>158</sup> MAYRING, P. (1990)

durch einen ständigen Wechsel von Phasen der Informationssammlung, der Handlung im Feld und dem Diskurs mit den Betroffenen gekennzeichnet.<sup>159</sup> Dieser zyklische Prozess soll als *Lernprozess* verstanden werden, in dem die Ziele und Methoden immer wieder hinterfragt werden und Veränderungen unterliegen können.

Die Bedeutung der Aktionsforschung wurde im deutschsprachigen Raum vor allem von MOSER dargestellt.<sup>160</sup> Bekanntes Beispiel für den Einsatz von Aktionsforschung in der Unterrichtsforschung ist das Marburger Grundschulprojekt.<sup>161</sup> In der Chemiedidaktik wurde dieser Ansatz erstmalig von WOEST aufgegriffen. Er begründet seine Entscheidung vor allem damit, dass „ein Unterrichtsprozess, der den Schülern in großem Maße Mitbestimmungsmöglichkeiten über Inhalte und Methoden einräumt, sicherlich auch besondere Anforderungen an den begleitenden Forschungsprozess stellt“.<sup>162</sup> Inzwischen hat die Aktionsforschung in der bundesdeutschen Chemiedidaktik weitere Vertreter gefunden, die sich für eine Kooperation von Forschern und Unterrichtspraktikern in der Curricularen Entwicklungsforschung stark machen.<sup>163</sup>

Die vorliegende Arbeit folgt insbesondere bei der Evaluation des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ den Prinzipien der Aktionsforschung. Im Rahmen der Seminarveranstaltung entwickeln und erproben Forscher, Studierende und Lehrer gemeinsam Unterrichtseinheiten, wobei der Fokus der empirischen Begleitung auf den Lernprozessen liegt, die bei den Betroffenen angestoßen werden. Der Austausch zwischen Forscher und Betroffenen ist zentraler Bestandteil der empirischen Untersuchung und dient nicht nur der Erfassung von Daten, sondern bestimmt die Lernprozesse aller Beteiligten mit. So sind die aufgezeichneten Gespräche und Befragungen von Studierenden und Lehrern Teil der Seminarveranstaltung, da sie der Reflexion der gesammelten Erfahrungen und der Auseinandersetzung mit den subjektiven Theorien der Beteiligten dienen. Durch den Wechsel von Phasen der Datensammlung, Auswertung und Handlung im Feld, können erste vorläufige Ergebnisse in die Entwicklung weiterer Evaluationswerkzeuge einbezogen werden. Die Evaluation folgt demnach keinem starren Schema, sondern ist offen für Veränderungen. Ziel der Untersuchung ist die Verbesserung konkreter Situationen, hier der Zusammenarbeit von Studierenden und Lehrern: Die Studierenden sollen durch die chemiedidaktische Veranstaltung auf ihren späteren Beruf vorbereitet werden, während Lehrer dazu angeregt werden, ihre Unterrichtspraxis zu überdenken. In einem weiteren Schritt der Interpretation werden die Ergebnisse vorsichtig verallgemeinert.

Auch die Erprobung und Evaluation des regionalen Fortbildungskonzepts ist methodisch in die Aktionsforschung einzuordnen. So wird bei der Durchführung der Lehrerfortbildungen das Ziel verfolgt, die Fortbildungsaktivität von Lehrern zu verbessern und eine engere Zusammenarbeit von Universität und Schulen anzuregen. Da die Ergebnisse einer ersten Auswertung in die Entwicklung neuer Lehrerfortbildungen einfließen, findet bei der Evaluation

---

<sup>159</sup> MAYRING, P. (1990)

<sup>160</sup> MOSER, H.: Aktionsforschung als kritische Theorie der Sozialwissenschaften, München: Kösel, 1975

<sup>161</sup> KLAFKI, W.: Schulnahe Curriculumsentwicklung und Handlungsforschung, Weinheim: Beltz, 1982

<sup>162</sup> WOEST, V. (1995), S. 61

<sup>163</sup> EILKS, I., RALLE, B.: Partizipative Fachdidaktische Aktionsforschung, Chemkon, 9 (2002) 1, S. 13-18

ein zyklischer Wechsel zwischen Phasen der Informationssammlung und Handlung im Feld statt. Bei der empirischen Begleitung hat der Austausch von Forscher und Lehrern jedoch weniger große Bedeutung, deshalb wird die Rolle der Lehrer in der schriftlichen Befragung auf ein Antworten reduziert.

### 5.3 Forschungsinstrumente und Fragestellungen

Im folgenden Kapitel werden die eingesetzten Forschungsinstrumente und die Fragestellungen der Evaluation vorgestellt. Da diese Ausführungen grundlegend für das Verständnis der Evaluationsergebnisse sind, werden Forschungsinstrumente und Fragestellungen für die Evaluation des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ nicht an dieser Stelle dargelegt, sondern in Kapitel 9.1 dem entsprechenden Ergebnisteil vorangestellt.

Für die begleitende Evaluation des regionalen Fortbildungskonzepts werden drei Untersuchungsverfahren eingesetzt: mündliche und schriftliche Befragungen und nonreaktive Verfahren.

Die *mündlichen Befragungen* werden in Form von halbstrukturierten Interviews durchgeführt. Bei dieser Fragetechnik wird ein Interview-Leitfaden erarbeitet, der die Gesprächsthemen vorgibt und das Gespräch auf die interessierenden Fragestellungen lenkt. Durch diese Strukturierung wird außerdem die Datenerhebung und -analyse erleichtert, da die Ergebnisse verschiedener Interviews vergleichbar gemacht werden. Gleichzeitig ist die Offenheit ein wichtiges Merkmal dieser Art von Befragung.<sup>164</sup> So kann der vorbereitete Fragenkatalog flexibel eingesetzt werden und lässt dem Interviewer Spielraum, neue Fragen einzubeziehen, an gegebener Stelle nachzufragen oder auf Verständnisfragen der Interviewten einzugehen. Im Gegensatz zu einem standardisierten Interview, bei dem ein Fragenkatalog Schritt für Schritt abgearbeitet wird, nähert sich diese Art von Befragung stärker an ein Gespräch an. Deshalb können Meinungen, komplexe Einstellungsmuster oder Motivstrukturen besser erfragt werden.<sup>165</sup>

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden sechs Thüringer Fachberater und die Fortbildungskoordinatorin für das Fach Chemie des Thüringer Instituts für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien (Thillm) interviewt. Ziel der Befragungen ist es, Partner für den Aufbau eines regionalen Fortbildungsnetzwerkes in Ostthüringen zu gewinnen. Somit dienen die Gespräche primär der Kontaktaufnahme, indem Motive und Aufgaben von Fachberatern und der Fortbildungskoordinatorin erfragt werden. Besonderes Interesse gilt weiterhin der Frage, ob eine inhaltliche und organisatorische Zusammenarbeit möglich ist und ob dabei bereits bestehende Netzwerkstrukturen genutzt werden können, an die das Forschungsvorhaben anknüpfen kann.

Die folgenden Fragestellungen bestimmen demnach den Gesprächsverlauf:

- Welche Aufgaben übernehmen Fachberater und Fortbildungskoordinatoren im Bereich der staatlichen Lehrerfortbildung? Welche Motive bestimmen ihr Handeln?

---

<sup>164</sup> MAYRING, P. (1990)

<sup>165</sup> BORTZ, J., DÖRING, N. (2003)

- Besteht Interesse an einer Zusammenarbeit? Ist eine inhaltliche Kooperation mit den Fachberatern möglich? In welcher Weise können Fachberater die Organisation regionaler Lehrerfortbildungen unterstützen?
- Bestehen regionale Netzwerkstrukturen in der staatlichen Lehrerfortbildung, auf die die Universität aufbauen kann?

Der vollständige Interviewleitfaden ist im Anhang abgedruckt (siehe Anhang 1).

Darüber hinaus werden Interviews mit drei Fortbildungsteilnehmerinnen durchgeführt. Dabei soll ermittelt werden, welche Einflussgrößen für die Umsetzung von Anregungen aus den Lehrerfortbildungen von Bedeutung sind. Die Interviews ergänzen die Ergebnisse der schriftlichen Befragung und erlauben eine detaillierte Aussage über Motivstrukturen von Lehrern. Der Interview-Leitfaden baut auf folgenden Fragestellungen auf:

- Wie bewerten Lehrer die vorgestellten offenen Unterrichtseinheiten?
- Welche Faktoren haben Einfluss darauf, ob sie die Anregungen aus Fortbildungen im Unterricht umsetzen oder nicht?

Hier kann auf eine Befragung zurückgegriffen werden, die im Rahmen der Evaluation des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ durchgeführt wurde. Der Interviewleitfragen für diese Befragung ist im Anhang dargestellt (siehe Anhang 1).

Die Fortbildungsteilnehmer werden mit Hilfe von *Fragebögen* befragt. Da die schriftliche Befragung direkt nach Besuch der Fortbildungen unter standardisierten Bedingungen durchgeführt wurde, ist die Rücklaufquote sehr hoch; sie liegt bei 81,0 %. Bei der schriftlichen Befragung stehen folgende Fragestellungen im Fokus des Interesses:

- Können durch regionale Lehrerfortbildungen Lehrer erreicht werden, die im Vergleich zu den Teilnehmern zentraler Lehrerfortbildungen als weniger fortbildungsaktiv zu bezeichnen sind?
- Wie bewerten Lehrer das regionale Fortbildungskonzept? Welches Interesse haben sie insbesondere an einem Erfahrungsaustausch und einer langfristigen Zusammenarbeit mit der Universität?
- Mit welchen Erwartungen besuchen Lehrer die Fortbildungen? Wie bewerten sie die Veranstaltungen und die vorgestellten Unterrichtseinheiten?
- In welcher Weise planen sie eine Umsetzung der vorgestellten Unterrichtseinheiten im Chemieunterricht? Welche Faktoren beeinflussen hier ihr Handeln?

Im ersten und letzten Teil des Fragebogens werden Persönlichkeitsmerkmale und Verhaltensweisen der Lehrer sowie allgemeine Sachverhalte abgefragt. Dabei wird unter anderem der Stellenwert von Experimenten im Unterricht der Fortbildungsteilnehmer beleuchtet. Die Fragen dienen der Charakterisierung der Fortbildungsteilnehmer. In diesen Teilen des Fragebogens werden deshalb fast ausschließlich Fragen gestellt und Antwortalternativen vorgegeben, die die Lehrer durch einfaches Ankreuzen relativ schnell bearbeiten können.

Im zweiten Teil des Fragebogens werden die Lehrer um eine Bewertung des regionalen Fortbildungskonzepts und seiner innovativen Elemente gebeten. Dafür werden ihnen Aussagen vorgegeben, zu denen sie sich auf einer bipolaren Rating-Skala positionieren sollen. Mit Hilfe von Rating-Skalen können differenzierte Aussagen über die Ausprägung bestimmter Einstellungen erhoben werden und die Urteile der Befragten sind auf einfache Weise vergleichbar. In

dem Fragebogen wird eine fünfstufige Ratingskala eingesetzt, obwohl sie eine mittlere, neutrale Antwortkategorie enthält. Erfahrungen in der Feldforschung belegen jedoch, dass fünfstufige Skalen häufig von Befragten bevorzugt werden.<sup>166</sup> Die verschiedenen Abstufungen der Skala werden durch symbolische Marken gekennzeichnet, wodurch das Urteilen erleichtert wird. Die verwendeten Symbole entsprechen den verbalen Marken: „außerordentlich“, „ziemlich“, „mittelmäßig“, „kaum“ und „gar nicht“.

Der dritte Teil des Fragebogens thematisiert die Erwartungen der Lehrer und die Bewertung der besuchten Veranstaltungen. Darüber hinaus soll an dieser Stelle der geplante Einsatz der vorgestellten Unterrichtseinheiten im Chemieunterricht untersucht werden. Um die Einstellungen der Lehrer zu erheben, werden Fragen formuliert. Dabei werden sowohl offene Fragen als auch Fragen mit Antwortvorgaben eingesetzt. Durch offene Fragen wird den Befragten die Möglichkeit eröffnet, ihre Haltung detailliert zu begründen. In der vorliegenden Untersuchung wurden diese Fragen jedoch von vielen Fortbildungsteilnehmern nur mit einigen Stichpunkten beantwortet. BORTZ und DÖRING führen dieses Phänomen vor allem darauf zurück, dass Befragte Angst vor Rechtschreibfehlern oder stilistischen Mängeln haben.<sup>167</sup> Gerade am Ende des Fragebogens wurden offene Fragen nur von wenigen Lehrern beantwortet, sind die erhobenen Daten weniger reichhaltig als erhofft.

Der komplette Fragebogen ist in Anhang 1 abgedruckt. Da nur die Teilnehmer regionaler Lehrerfortbildungen um eine Einschätzung des regionalen Fortbildungskonzepts gebeten werden, unterscheiden sich die eingesetzten Fragebögen um diesen Fragenteil.

Schließlich werden die Teilnehmerlisten der Lehrerfortbildungen in die Evaluation einbezogen. Dabei wird der Teilnehmerkreis von regionalen und zentralen Lehrerfortbildungen untersucht. Gleichzeitig wird das Fortbildungsverhalten der Lehrer im Untersuchungszeitraum verfolgt, wobei insbesondere die Anzahl der besuchten Fortbildungen interessiert. Aus diesen Dokumenten können somit indirekte Rückschlüsse auf das Lehrerverhalten gezogen werden. Demnach ist die Untersuchung der Teilnehmerlisten den *nonreaktiven Untersuchungsverfahren* zuzuordnen.

Folgenden Fragestellungen wird mit Hilfe der Teilnehmerlisten nachgegangen:

- Können durch regionale Lehrerfortbildungen mehr Lehrer oder eine andere Gruppe von Lehrern erreicht werden als durch zentrale Lehrerfortbildungen?
- Sind Lehrer bereit, an einer Serie von regionalen Lehrerfortbildungen teilzunehmen?

---

<sup>166</sup> BORTZ, J., DÖRING, N. (2003)

<sup>167</sup> BORTZ, J., DÖRING, N. (2003)

## 5.4 Datenaufbereitung und Auswertung

Die Interviews werden mit einem digitalen Aufnahmegerät aufgezeichnet und wörtlich transkribiert. Dabei wird der Stil geglättet und Satzbaufehler behoben, weil verschriftlichte Gespräche durch unvollständige Sätze und Füllwörter sehr schlecht formuliert wirken. Ein solches Vorgehen ist legitim, wenn inhaltliche Fragen bei der Auswertung im Vordergrund stehen.<sup>168</sup> Die Auswertung des Datenmaterials folgt den Regeln der qualitativen Inhaltsanalyse nach MAYRING, der ein systematisches Vorgehen zugrunde liegt.<sup>169</sup> Deshalb kann die Datenanalyse einfach nachvollzogen und überprüft werden. In einem ersten Arbeitsschritt wird eine zusammenfassende Inhaltsanalyse durchgeführt, wobei die Interview- und Beobachtungstexte auf eine überschaubare Kurzversion reduziert werden. Ausschmückende Redewendungen werden weggelassen, ganze Sätze auf eine grammatikalische Kurzform transformiert und ähnliche Umschreibungen einer Aussage zusammengefasst. Bei der anschließenden Abstraktion werden konkrete Beispiele verallgemeinert. Das schrittweise Vorgehen wird an folgendem Beispiel illustriert:

Tab. 11: Reduktion und Abstraktion eines Interviewtextes

Orginaltext	Reduktion	Abstraktion
„Die Lehrerin hat sich viel Mühe gegeben. Sie hat sich einen Kopf darüber gemacht. Sie fand das auch sehr interessant. Sie hat sich richtig gefreut, dass wir uns viel Mühe gegeben haben.“	Lehrerin zeigt sich bemüht und interessiert.	Studentin empfindet Haltung der Lehrerin zur Zusammenarbeit als positiv.

In einem nächsten Arbeitsschritt werden einzelne unklare Textbestandteile durch Heranziehen zusätzlicher Textstellen verständlich gemacht (enge Kontextanalyse). So sprechen die Studierenden z.B. häufig vom „normalen Chemieunterricht“. Deshalb wird im Interview-Text nach einer Erläuterung dieses Begriffs gesucht, die zu seiner Erklärung herangezogen werden kann.

Schließlich wird eine strukturierende Inhaltsanalyse durchgeführt. Mit Hilfe eines Kategoriensystems können bestimmte inhaltliche Aspekte aus den Interviewtexten herausgefiltert und zusammengefasst werden. Die Kategorien werden durch die Leitfragen des Interviews vorgegeben und bei der Durchsicht der Daten verfeinert bzw. ergänzt. In einem letzten Schritt können die Interviewtexte kodiert werden, indem einzelne Textteile den Kategorien zugeordnet werden. Als eine Kodiereinheit wird dabei jede vollständige Aussage eines Fachberaters, Lehrers oder Studierenden gewertet. Die aufgezeichneten Texte werden in der vorliegenden Arbeit nicht in Form von Einzelfallanalysen ausgewertet. Vielmehr wird aus allen Interviews einer Personengruppe (Fachberater, Lehrer, Studierende) ein Meinungsbild der Gruppe erstellt. Dafür wird das Datenmaterial nach bestimmten Merkmalen ausgezählt. Die häufigsten Aussagen werden ausgewählt und zur Charakterisierung der Gruppe verwendet, wobei

<sup>168</sup> MAYRING, P. (1990)

<sup>169</sup> MAYRING, P.: Qualitative Inhaltsanalyse, Weinheim, Basel: Beltz, 1997

gegensätzliche Positionen oder außergewöhnliche Einzelmeinungen berücksichtigt werden. Die Auswertung wird im Text durch charakteristische Aussagen aus den Interviewtexten belegt.

Die Fragebögen und Teilnehmerlisten werden mit Hilfe statistischer Verfahren ausgewertet. Dafür wird die Statistik-Software SPSS für Windows (Version 11.5) genutzt. Um die erhobenen Daten handhabbar zu machen, wird zunächst ein Codeplan erstellt, mit dessen Hilfe den einzelnen Items Variablennamen zugeordnet werden. Zudem werden den verschiedenen Merkmalsausprägungen einer Variablen Nummern zugeteilt. So wird zum Beispiel die Frage „An welcher Schulart unterrichten Sie?“ zur Variable „Schulart“. Die Antwortalternativen werden codiert: „1“ steht für Regelschule, „2“ für Gymnasium. Auf diese Weise können auch Fragen mit offenen Antwortmöglichkeiten auf eine rechnerisch erfassbare Form reduziert werden. Zur Beschreibung der erhobenen Daten werden zunächst statistische Kennwerte berechnet: Mittelwerte, Mediane und Interquartilbereiche. Der Interquartilbereich bietet sich als Streuungsmaß an, da die erhobenen Daten häufig nicht normalverteilt sind. Er quantifiziert den Wertebereich zwischen dem ersten und dritten Quartil, in dem 50 % der Messwerte liegen.

Nach einer Deskription der Daten kommen statistische Testverfahren zur Anwendung, mit Hilfe derer objektiv unterschieden werden kann, ob eine Verteilung, ein Mittelwertsunterschied oder auch ein linearer Zusammenhang (Korrelation) zufällig auftreten. Für jede Fragestellung wird eine statistische Hypothese formuliert, die stets aus einem Hypothesenpaar mit Nullhypothese ( $H_0$ ) und Alternativhypothese ( $H_1$ ) besteht.<sup>170</sup> Die Alternativhypothese postuliert einen bestimmten Effekt, der durch die Nullhypothese zurückgewiesen wird. In einem nächsten Arbeitsschritt wird ein geeigneter Signifikanztest ausgewählt, durch den überprüft wird, ob das Untersuchungsergebnis durch die Nullhypothese erklärt werden kann. Mit Hilfe eines Wahrscheinlichkeitsmodells berechnet man die sogenannte Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$ . Diese Größe quantifiziert, mit welcher bedingten Wahrscheinlichkeit das empirische Ergebnis auftritt, wenn in der Population die Nullhypothese gilt. Liegt beispielsweise ein sehr geringer Mittelwertsunterschied zwischen zwei Stichproben vor, so ergibt sich im Signifikanztest eine sehr hohe Irrtumswahrscheinlichkeit. Der Mittelwertsunterschied ist folglich als nicht-signifikant zu bezeichnen; die Alternativhypothese muss abgelehnt werden. Nur wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit sehr kleine Werte annimmt, kann die Alternativhypothese akzeptiert werden. Die allgemein anerkannte Hürde von 5 % wird als Signifikanzniveau bezeichnet. So gilt ein Ergebnis als signifikant, wenn bei einem statistischen Test eine Irrtumswahrscheinlichkeit  $p \leq 0,05$  berechnet wird. Bei Werten von  $p \leq 0,01$  wird das Ergebnis als sehr signifikant, bei  $p \leq 0,001$  als höchst signifikant bezeichnet.

---

<sup>170</sup> BORTZ, J., DÖRING, N. (2003)

Die Auswahl eines Signifikanztests ist abhängig von der Anzahl und Art der Stichproben sowie der Art der Variablen. Folgende Gesichtspunkte sind dabei zu berücksichtigen:

- Abhängig- und Unabhängigkeit von Stichproben

Zwei Stichproben sind voneinander abhängig, wenn jedem Wert einer Stichprobe eindeutig ein Wert der anderen Stichprobe zugeordnet werden kann.<sup>171</sup> Abhängige Stichproben entstehen häufig dann, wenn man Daten in einer Messserie zu unterschiedlichen Zeitpunkten erhebt. Unabhängige Stichproben beinhalten unterschiedliche Fälle wie verschiedene Probandengruppen, die mit Hilfe statistischer Tests unterschieden werden können.

- Skalenniveau der Variablen

In der analytischen Statistik wird zwischen nominalskalierten, ordinalskalierten und intervallskalierten Variablen unterschieden.<sup>172</sup> Nominalskalierte Variable liegen immer dann vor, wenn eine Gesamtstichprobe anhand verschiedener Merkmale unterteilt wird und die Zuordnung zu Zahlen willkürlich ist. Das heißt, dass den einzelnen Zahlenwerten keine empirische Bedeutung zukommt. Das ist etwa bei dem oben genannten Beispiel der Fall, in dem den Schularten Regelschulen und Gymnasium willkürlich die Werte 1 und 2 zugeordnet werden. Nominalskalierte Daten sind in der Auswertung sehr eingeschränkt und können im Allgemeinen nur für Häufigkeitsauszählungen oder als Gruppierungsvariablen verwendet werden.

Bei ordinalskalierten Variablen kommt den Zahlenwerten eine empirische Bedeutung zu: Sie geben eine Ordnungsrelation wieder wie z.B. die Abstufung einer Bewertung von sehr gut bis schlecht. Ordinalskalierte Variablen liegen auch dann vor, wenn Werte zu bestimmten Klassen zusammengefasst werden. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn Lehrer in verschiedene Altersgruppen unterteilt werden (26-35 Jahre, 36-45 Jahre,...). Die empirische Relevanz dieser Variablen beruht nicht auf der Differenz zweier Zahlenwerte, weshalb nichtparametrische (= verteilungsfreie) Signifikanztests eingesetzt werden. Sie bauen auf Rangordnungen auf und sind auch dann anzuwenden, wenn intervallskalierte Variablen vorliegen, die Werte jedoch nicht normalverteilt sind.

Bei intervallskalierten Variablen kommt auch der Differenz zwischen zwei Werten eine empirische Bedeutung zu, deshalb unterliegt ihre statistische Auswertung keinerlei Beschränkungen. Urteile, die mit Hilfe von Rating-Skalen erzeugt werden, können dann als intervallskaliert gewertet werden, wenn die Differenz zwischen den Positionen der Rating-Skala als äquidistant gilt und die Daten normalverteilt sind.<sup>173</sup> Die Daten, die im Rahmen dieser Untersuchungen erhoben wurden, sind nicht normalverteilt; häufig handelt es sich um linksgipflige Verteilungen. Deshalb werden bei der Auswertung verteilungsfreie Tests verwendet.

---

<sup>171</sup> BÜHL, A., ZÖFEL, P.: SPSS Version 10. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, München: Addison Wesley, 2000

<sup>172</sup> BÜHL, A., ZÖFEL, P. (2000)

<sup>173</sup> BORTZ, J., DÖRING, N. (2003)

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten statistischen Testverfahren werden in der folgenden Tabelle kurz vorgestellt (Tab. 12).

Tab. 12: Charakterisierung der verwendeten statistischen Testverfahren<sup>174</sup>

Testverfahren	Charakterisierung
Chi-Quadrat-Test nach Pearson	Test zum Vergleich zweier Häufigkeitsverteilungen und zur Überprüfung der Unabhängigkeit zweier Variablen, für nominalskalierte Variable geeignet
Korrelationsanalyse nach Spearman	Verteilungsfreier Test zur Untersuchung auf einen linearen Zusammenhang zwischen zwei Variablen
U-Test nach Mann und Whitney	Verteilungsfreier Test zum Vergleich der zentralen Tendenz zweier unabhängiger Stichproben
Wilcoxon-Test	Verteilungsfreier Test zum Vergleich der zentralen Tendenz zweier abhängiger Stichproben
H-Test nach Kruskal und Wallis	Verteilungsfreier Test zum Vergleich der zentralen Tendenz mehrerer unabhängiger Stichproben
Friedman-Test	Verteilungsfreier Test zum Vergleich der zentralen Tendenz mehrerer abhängiger Stichproben

Bei den beschriebenen Testverfahren geht nur eine Variable in die Berechnung ein. In der multivariaten Statistik werden dagegen mehrere Variable in die Analyse einbezogen. In der vorliegenden Arbeit wird die Clusteranalyse eingesetzt, bei der anhand vorgegebener Variablen Gruppen von Fällen gebildet werden. Diese gebündelten Fälle bezeichnet man als Cluster. Die Mitglieder einer Gruppe sollen möglichst ähnliche Merkmalsausprägungen haben, die Mitglieder verschiedener Gruppen sollen sich dagegen möglichst stark unterscheiden. Als Maß für die Ähnlichkeit der Fälle kann die quadrierte euklidische Distanz verwendet werden. In dieser Arbeit wird eine hierarchische Clusteranalyse durchgeführt, bei der die am meisten benachbarten Fälle Schritt für Schritt zusammengefasst werden. Dieses Vorgehen wird so lange wiederholt, bis ein starker Anstieg des Ähnlichkeitsmaßes zu verzeichnen ist.

---

<sup>174</sup> BÜHL, A., ZÖFEL, P. (2000)

## 6 Evaluation regionaler und zentraler Lehrerfortbildungen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Evaluation des regionalen Fortbildungskonzepts vorgestellt. Dabei werden zuerst die Ergebnisse der Befragung von Thüringer Fachberatern und Fachberaterinnen sowie der Fortbildungs Koordinatorin für das Fach Chemie im Freistaat Thüringen präsentiert (Kapitel 6.1). Im Anschluss daran werden die Teilnehmerlisten der Lehrerfortbildungen und die Fragebögen ausgewertet (Kapitel 6.2 und 6.3). Im letzten Teil der Evaluation sind die Meinungsbilder von drei Fortbildungsteilnehmerinnen dargestellt, die mit Hilfe von Interviews ermittelt wurden (Kapitel 6.4). In Kapitel 6.5 werden die Ergebnisse der verschiedenen Evaluationswerkzeuge zusammengeführt und vor dem Hintergrund aktueller wissenschaftlicher Veröffentlichungen diskutiert. Schlussfolgerungen für die weitere Gestaltung von Lehrerfortbildungsangeboten werden abgeleitet.

### 6.1 Auswertung der Interviews mit Fachberatern und der Fortbildungs Koordinatorin

Im Rahmen des Forschungsvorhabens konnten sechs Thüringer Fachberater und die Fortbildungs Koordinatorin für das Fach Chemie im Thillm interviewt werden. Die Befragung wurde mit fünf Fachberaterinnen und einem Fachberater aus der Region Ostthüringen durchgeführt, die in der folgenden Arbeit unabhängig von ihrem Geschlecht als „Fachberater“ bezeichnet werden. Drei der Fachberater betreuen Lehrer von Regel- und Förderschulen, die drei weiteren Lehrer von Gymnasien und Berufsbildenden Schulen. Die Befragten sind schon seit vielen Jahren als Fachberater tätig: Ein Fachberater arbeitet seit fünf Jahren in dieser Position, zwei seit zehn und drei bereits seit etwa zwanzig Jahren. So handelt es sich auch bei drei Fachberatern um ältere Lehrer (> 55 Jahre), die schon vor 1989 als Fachberater bzw. in anderen leitenden Positionen an Schulen tätig waren.

Die Fortbildungs Koordinatorin im Thillm promovierte im Bereich der Biologiedidaktik, war vor der Wende als Fachberaterin, später als Fachleiterin tätig. Sie ist seit vier Jahren als Fortbildungs Koordinatorin im Thillm beschäftigt, arbeitete jedoch schon früher in verschiedenen Arbeitsgruppen des Instituts mit.

#### 6.1.1 Motive und Aufgaben von Fachberatern und Fortbildungs Koordinatoren

Die Fachberater können durch die Interviews als eine Gruppe besonders fortbildungsaktiver Lehrer identifiziert werden. So nennen sie als Motiv für ihre Arbeit, die Möglichkeit selbst viele Fortbildungen zu besuchen. Darüber hinaus schätzen sie den Erfahrungsaustausch mit anderen Lehrern und sind daran interessiert, sich mit fachlichen und fachdidaktischen Fragestellungen über den Unterricht hinaus zu beschäftigen.

„Dass ich mal rauskomme aus der Schule. Dass ich mir viele Fortbildungen angucken kann. Dass ich mit anderen Schulen in Kontakt komme.“

„Besonders gut [gefällt mir], dass man erstens Kontakt zu anderen Kollegen in anderen Schulen hat und da doch mal eine Anregung mitbekommt bzw. dass man gezwungen wird, über den Stoff hinauszugehen und sich mit Problemen zu befassen—wie zum Beispiel Didaktik.“

Die sechs Fachberater sind in ihren Schulamtsbereichen für 25 bis 88 Chemielehrer zuständig; im Durchschnitt betreuen sie 50 Lehrer. Es ist ihre Aufgabe, regionale Lehrerfortbildungen

anzubieten, wobei sie zum einen selbst als Referenten auftreten und zum anderen externe Referenten einladen wie z.B. Mitarbeiter von Schulbuchverlagen. Ihren Angaben nach führen sie etwa zwei bis sechs regionale Fortbildungen pro Schulhalbjahr durch. Dabei bieten die Fachberater, die in sehr weiträumigen Schulamtsbereichen tätig sind, einzelne Veranstaltungen an mehreren Standorten parallel an. Die Fachberater sind insbesondere mit der Schulung ihrer Kollegen im Gefahrstoffrecht betraut und informieren sie über die Einführung neuer curriculärer Elemente. Weiterhin zählen die Vorbereitung und Analyse von mündlichen und schriftlichen Prüfungen zu ihren Aufgaben, weshalb sich viele Fachberater in den letzten Jahren mit den Themen „Aufgabenkultur und Bewertung“ beschäftigten. Die Auswahl weiterer Fortbildungsthemen ist den Fachberatern selbst überlassen. So können sie ihr Fortbildungsangebot nach den eigenen Vorstellungen und den Wünschen der Lehrer gestalten.

Neben dem Angebot von Fortbildungen ist es eine weitere Aufgabe der Fachberater, an den Schulen in ihrem Einsatzbereich zu hospitieren und ihre Kollegen hinsichtlich einer Verbesserung des Unterrichts zu beraten. Viele der Befragten haben jedoch gewisse Hemmungen bei Kollegen zu hospitieren (siehe Zitat). Sie ziehen es deshalb vor, die Chemielehrer an den Schulen zu besuchen, um durch intensive Gespräche in den Fachschaften eine möglichst individuelle Beratung zu etablieren.

„Ich muss mal ehrlich sagen, ich war noch bei keinem Lehrer hospitieren. Ich habe versucht, mich da erstmal rauszuhalten. Ich habe gesagt, ich besuche erst mal die Fachschaften. Das heißt, dass ich mich an den Schulen einlade, damit alle Chemielehrer zusammen sind, so dass wir einfach mal besprechen, was es für Probleme gibt. Es geht dann auch darum, wie es mit der Ausstattung und dem Raum aussieht. Man kann fragen, wie man unterstützen kann, welche Tipps man geben kann. Man kann nachfragen, was sie für Wünsche haben. Einfach so ein Gespräch mit der Fachschaft.“

Darüber hinaus sollen die Fachberater bei Problemen an den Schulen durch die Schulleiter zu Rate gezogen werden.

Die Aufgaben der Fortbildungskoordinatorin im Thillm sind umfangreich. Die Koordinatorin betreut die Fächer Biologie und Chemie und ist für die Organisation von zentralen und regionalen Fortbildungen für Lehrer von Förder- und Regelschulen, Gymnasien und Berufsbildenden Schulen zuständig. Dabei ist sie insbesondere mit der Koordination der regionalen Lehrerfortbildungen zum Gefahrstoffrecht betraut. Es ist ihre Aufgabe, die Fachberater anzuleiten und sowohl fachlich als auch fachdidaktisch weiterzuqualifizieren. Dafür führt sie regelmäßige Arbeitstreffen mit den Fachberatern durch, auf denen sie die Fachberater über aktuelle Themen wie etwa veränderte Prüfungsanforderungen informiert. Daneben bietet sie ihnen die Möglichkeit, sich in kleinen Gruppen über Probleme auszutauschen und Materialien für regionale Lehrerfortbildungen vorzubereiten. Neben der eigenen Referententätigkeit ist die Fortbildungskoordinatorin in die Vorbereitung von zwei zentralen ein- bis zweitägigen Fortbildungsveranstaltungen eingebunden: Die „Tage des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts“ und „Mathematik und Naturwissenschaften in der Schule“ an den Universitäten Erfurt und Jena. Diese Veranstaltungen bietet das Thillm jährlich für Lehrer aller naturwissenschaftlichen Fächer an.

Über den Bereich der Lehrerfortbildung hinaus übernimmt die Fortbildungskoordinatorin folgende Aufgabenbereiche:

- Vorbereitung von Aufgaben für die zentrale Abiturprüfung sowie von Orientierungsaufgaben für die dezentrale Leistungsfeststellung im Gymnasium in Klassenstufe 10
- Initiierung und Unterstützung von Wettbewerben zur Förderung besonders begabter Schüler (wie z.B. die Landesolympiade)
- Erarbeitung und Begutachtung von Lehrplänen für die Fächer Biologie und Chemie
- Betreuung der Abiturprüfung in einigen Auslandsschulen

Diese Aufgaben erfüllt sie nicht alleine, sondern leitet Arbeitsgruppen von Fachberatern, Fachleitern und Lehrern an. Weiterhin engagiert sie sich als Vertreterin des Freistaats Thüringen in der KMK-Kommission zur Erarbeitung einheitlicher Prüfungsanforderungen (EPA) für das Fach Biologie.

An ihrer Tätigkeit schätzt die Fortbildungskoordinatorin insbesondere den intensiven fachlichen und fachdidaktischen Austausch bei der Mitarbeit und Leitung von Arbeitsgruppen und Kommissionen sowie bei der eigenen Referententätigkeit.

„Also, am allermeisten [mag ich] die Arbeit mit der Abiturkommission bzw. eigene Fortbildungen zu machen - selbst als Referent. Den Kontakt zu Menschen und natürlich die fachliche und fachdidaktische Seite.“

### **6.1.2 Bereits bestehende Netzwerkstrukturen**

Die Auswertung der Interviews zeigt, dass in Thüringen bereits Netzwerkstrukturen im Bereich der Lehrerfortbildung existieren. Das Thillm bietet selbst zentrale Lehrerfortbildungen an und koordiniert darüber hinaus das Angebot regionaler Lehrerfortbildungen in den 13 Thüringer Schulamtsbereichen. Die regionalen Veranstaltungen werden von den Fachberatern in Zusammenarbeit mit den Schulämtern angeboten. Es ist Aufgabe des Thillm die Fachberater weiterzuqualifizieren. Wie bereits in Kapitel 6.1.1 erwähnt, lädt die Fortbildungskoordinatorin die Fachberater für das Fach Chemie zu etwa zwei Treffen pro Schulhalbjahr ins Thillm ein, bei denen sie zum einen aktuelle Informationen weiter gibt und zum anderen den Fachberatern die Möglichkeit bietet, sich intensiv auszutauschen sowie gemeinsam Unterrichtsmaterialien für regionale Lehrerfortbildungen zu erarbeiten. In den Interviews beschreiben alle Fachberater die Zusammenarbeit mit Kollegen am Thillm als sehr gewinnbringend. So sind die erarbeiteten Materialien und Gespräche wichtige Grundlage für ihre regionalen Fortbildungen.

„Im Thillm ist die Fortbildung in der Runde der Fachberater für Chemie und die ist natürlich intensiv. Jetzt erst sind wir zusammen gesessen, um über das mündliche Abitur zu sprechen. Also fachliche Diskussionen. Das ist natürlich wichtig für die direkte Arbeit als Fachberater Chemie.“

Dagegen zeigen sich vier der sechs Fachberater mit der Fortbildung durch das Thillm unzufrieden und wünschen sich vor allem eine längerfristige Vorbereitung auf die Einführung neuer curricularer Elemente.

„Wenn ich sehe, wie sich das entwickelt, speziell die Sache mit dem Wahlpflichtbereich Naturwissenschaften... Da fühle ich mich einfach überfahren. Da kommen plötzlich Sachen, die sind einfach da, ohne dass vorher jemand etwas wusste, dass vorher mit einem gesprochen wurde. Und das muss man dann den Kollegen rüberbringen.“

Darüber hinaus kritisieren sie, dass Termine für Arbeitstreffen häufig sehr kurzfristig abgesagt bzw. verlegt werden, was insbesondere die Fachberater für Regelschule und Förderschule betrifft.

„Die Termine werden laufend verlegt. Ich war in diesem Halbjahr nicht einmal am Thillm. Wenn der Termin verlegt worden ist, hatte ich an den Ausweichterminen schon immer Fortbildungen.“

Neben der fachspezifischen Qualifizierung durch das Thillm werden die Fachberater durch die regionalen Schulämter angeleitet und unterstützt. Dafür treffen die Fachberater aller Fächer etwa zweimal jährlich in den Schulämtern zusammen. Hier werden Fortbildungen z.B. zu methodischen Themen wie kooperativen Lernformen oder Techniken der Gesprächsführung durchgeführt. Laut Angabe der Fachberater können sie auch Themenwünsche für Fortbildungen äußern. Die Befragten sind mit der Zusammenarbeit mit dem Schulamt zufrieden und loben die Unterstützung, die ihnen dort geboten wird.

„Im Schulamt machen wir im Schuljahr zwei Beratungen, eine eintägige und eine zweitägige. Ich muss sagen, die ist immer hochinteressant. Uns rauchen die Köpfe. Wir gehen immer mit neuen Ideen raus und nehmen viel mit.“

In Bezug auf die Zusammenarbeit mit Thillm und Schulamt bewerteten es die Fachberater als positiv, dass ihnen für die Umsetzung ihrer Fortbildungen große Freiräume eingeräumt werden.

„Es ist so, dass ich eine gewisse Anleitung bekomme, die Fortbildungen aber selbstständig umsetzen kann.“

In den Interviews berichten die Fachberater, dass sie über die von Thillm und Schulamt organisierte Zusammenarbeit hinaus mit anderen Fachberatern kooperieren. Eine Kooperation findet vor allem zwischen Fachberatern verschiedener Fächer (Chemie, Biologie, Physik) in einem Schulamtsbereich sowie mit Fachberatern aus benachbarten Schulamtsbereichen statt. Die Fachberater erarbeiten gemeinsam Fortbildungen oder treten als Referenten im benachbarten Schulamtsbereich auf. Dabei suchen sie einen fachlichen und fachdidaktischen Austausch und erhoffen sich durch die Zusammenarbeit eine gewisse Arbeitserleichterung.

„Wir haben eine sehr gute Zusammenarbeit, wir drei [Fachberaterinnen]. Wir sitzen mehrmals im Jahr zusammen und stimmen unsere Fortbildungen ab. Und wir erleichtern uns damit natürlich auch die Arbeit, wenn wir das arbeitsteilig angehen.“

Darüber hinaus laden die Fachberater oft gemeinsam externe Referenten ein, um die vom Schulamt bei kostenpflichtigen Veranstaltungen geforderte Mindestteilnehmerzahl zu erreichen.

Von besonderem Interesse für die vorliegende Forschungsarbeit ist die Zusammenarbeit zwischen Fachberatern und Chemielehrern in den regionalen Schulamtsbereichen. Die Befragten sind bereits seit vielen Jahren als Fachberater tätig, weshalb sie persönliche Kontakte zu den Lehrern etablieren konnten. Diese intensiven Kontakte erachten sie als wichtige Basis für ihre regionale Fortbildungstätigkeit.

„Die haben auch alle meine private Telefonnummer. Ich habe von den Fachschaftsleitern die privaten Telefonnummern. Und darüber freue ich mich eigentlich auch immer, wenn sie anrufen, wenn sie z.B. fachliche Probleme haben, dass man das am Telefon bespricht.“

Neben den regionalen Lehrerfortbildungen besuchen die Fachberater einzelne Fachschaften, um auf die Probleme und Fragen der Lehrer individuell eingehen zu können und dabei einen intensiven Erfahrungsaustausch anzuregen.

Die Fachberater berichteten in den Interviews, dass es ihnen wichtig ist, Themenwünsche der Lehrer in das regionale Fortbildungsangebot aufzunehmen, weshalb sie regelmäßig nach Wunschthemen fragen. Während die Lehrer Themenwünsche äußern, erhalten die Fachberater nur selten eine Rückmeldung darüber, ob Anregungen aus den Fortbildungen in den Chemieunterricht aufgenommen werden.

„Es passiert schon mal, dass sie [die Lehrer] sagen: Sie haben ein Experiment zum Thema Feuer gezeigt mit einem Ball und das ging bei mir so nicht. [...] Es ist jedoch nicht allzu oft, dass sich jemand meldet.“

Einige Fachberater bieten Fortbildungen in Form von Workshops an, in denen sie gemeinsam mit Lehrern Unterrichtsmaterialien oder Prüfungsaufgaben erarbeiten. Diese Fachberater berichten, dass Chemielehrer gerne bereit sind, sich selbst aktiv in Fortbildungen einzubringen.

„Frau S. war bei uns mit einer Fortbildung zu `Feature`. Und unsere Kollegen waren so begeistert von diesem motivierenden Einstieg, dass wir uns vorgenommen haben, selbst ein Feature zu entwickeln. Und das haben wir jetzt auch gemacht. Wir sind fast fertig mit einem Feature zum Thema Brände.“

Andere Fachberater sind dagegen der Meinung, dass Lehrer in Fortbildungen eine eher passive Rolle einnehmen und vor allem informiert werden möchten.

„Ich weiß es von meinen Kollegen, dass sie immer schimpfen. Sie sagen: Wenn ich zur Fortbildung gehe, da will ich gebildet werden und da will ich nichts machen.“

Nur wenige Fachberater geben in den Interviews an, dass auch Lehrer gelegentlich Fortbildungen anbieten. Sie sind der Meinung, dass Lehrer im Schullalltag wenig Zeit haben, um Fortbildungen vorzubereiten. Darüber hinaus befürchten sie, dass die Lehrer sich scheuen, eigene Unterrichtsentwürfe preiszugeben oder sich der Kritik von Kollegen auszusetzen.

„Sie wissen es ja selber, vor Lehrer zu treten ist noch schwerer als vor eine Klasse zu treten, weil die doch sehr, sehr kritisch sind. [...] Ich denke, es ist eine gewisse Scheu bzw. teilweise ist es auch so, dass sich manche nicht gerne in die Karten gucken lassen.“

Alle Fachberater geben in der Befragung an, dass sie mit einem Kreis von Lehrern intensiv zusammenarbeiten, sie erreichen mit ihrem Fortbildungsangebot jedoch nur einen Teil der Lehrer. Während einige Lehrer nach Auskunft der Fachberater regelmäßig Fortbildungen besuchen, nehmen andere nur sehr selten oder gar nicht teil.

„Wir kennen uns mittlerweile. Es kommen ja immer dieselben. Es ist so: Man weiß genau, wer kommt, von der Schule und mit dem Namen.“

„Gewiss nicht alle. Es sind immer wieder die gleichen Gesichter, die man dort sieht. Das ist wirklich nur ein Stamm, der kommt. Die kommen gerne, die kommen viel, die kommen oft.“

Nach Ansicht der Fachberater beeinflusst der Unterrichtseinsatz der Lehrer das Fortbildungsverhalten entscheidend: So besuchen Lehrer, die nur wenige Stunden im Fach Chemie eingesetzt sind, keine fachspezifischen Fortbildungen.

„Es kommt darauf an, wie die Lehrer eingesetzt sind. Wenn ich viel Biologie mache und wenig Chemie, dann gehe ich nicht zu den Chemieveranstaltungen.“

Nach Einschätzung der Fachberater sind 20 bis 40 % der Chemielehrer, die in den Statistiken des Kultusministeriums geführt werden, kaum oder gar nicht im Fach Chemie eingesetzt. Eine Fachberaterin erklärt diese Tatsache mit der besonderen Situation in Ostdeutschland: Aus Sorge um ihren Arbeitsplatz studierten viele Lehrer nach der Wende berufsbegleitend ein weiteres Unterrichtsfach wie Wirtschaft und Recht, Sozialkunde oder Ethik, die in Thüringen erst nach 1990 eingeführt wurden. Wegen des großen Bedarfs sind viele Lehrer heute vorwiegend in diesen Fächern eingesetzt.

Darüber hinaus ist nach Meinung der Fachberater ein Teil der Lehrer nicht bereit, sich fortzubilden, weil sie zu bequem sind. Möglicherweise empfinden sie auch keinen Bedarf, Fortbildungen zu besuchen.

„Wie viele Kollegen in den letzten Jahren nur in zwei, drei Veranstaltungen waren... Die wollen nicht. Das ist Bequemlichkeit. Ich kenne aus meinem Bereich zwei oder drei Lehrer, die sehr überheblich sind. Das ist vielleicht etwas zu hart ausgedrückt. Aber die sagen: Ich kann das sowieso.“

Dabei spielen auch schlechte Erfahrungen, die einige Lehrer nach der Wende sammelten, eine Rolle (siehe Zitat). Einige Lehrer mögen auch eine gewisse Übersättigung verspüren, nachdem sie sich in den ersten Nachwendejahren intensiver fortbildeten.

„Die Fachberaterin Chemie Regelschule ist schon gleich nach der Wende eingestiegen und die sagte mir ein paar Mal: Also was wir heute wieder geboten bekommen haben, war katastrophal. Mir ging es auch einmal so: Da kamen Professoren aus den alten Bundesländern, die haben die Veranstaltung so durchgeführt, als ob wir Studierende im dritten Semester sind. Das war auch ein bisschen die Ursache. Dass die Kollegen gesagt haben: Na, das wissen wir schon.“

„Direkt nach der Wende... Ich habe es ja nicht seit 1990 gemacht, aber die Beteiligung war damals noch ein bisschen größer als jetzt. Das liegt sicher auch ein bisschen daran, dass der Bedarf nach der Wende größer war, weil vieles neu war. Das hat sich nun einigermaßen eingespielt.“

Während zwei jüngere Fachberaterinnen (40-45 Jahre) davon berichten, dass junge Kollegen fortbildungsaktiv und offen sind, geben zwei ältere Fachberaterinnen (> 55 Jahre) an, dass sie eher mit jungen Lehrern Probleme haben und eher zu alten Kollegen einen Zugang finden.

„Ich habe auch viele ältere Kollegen, die denken, es lohnt sich nicht mehr. Die sagen es dann auch so: Ich mache jetzt noch meine zwei Jahre. Das lohnt sich kaum mehr.“

„Und da staune ich über manchen jungen Kollegen, der unbeweglicher ist als manche von den älteren Kollegen. Die sind offener, die nehmen die Fortbildungen auch bewusst an.“

Im Gegensatz zum subjektiven Empfinden der älteren Fachberater zeigt die Auswertung der Lehrerbefragung, dass ältere Lehrer (46-65 Jahre) weniger fortbildungsaktiv sind (siehe Kapitel 6.3.1).

In dem Interview zeigt sich die Fortbildungskoordinatorin mit der Zusammenarbeit mit ihren Vorgesetzten im Thillm und Kultusministerium zufrieden. Wie die Fachberater schätzt auch sie besonders, dass sie viele Freiräume hat, um ihre Arbeit zu gestalten.

„Das ist hier am Haus sehr schön. Von der inhaltlichen Seite wird man in keiner Weise reglementiert. Es werden natürlich bestimmte inhaltliche Fragen abgesprochen. Und es gibt bestimmte Aufgaben, die direkt vom Kultusministerium kommen. Die müssen dann natürlich gemacht werden. Dazu gehört z.B. die Gefahrstoffverordnung. Die weitere Arbeit ist aber unter meiner Verantwortung.“

Des Weiteren erachtet sie die Zusammenarbeit mit den Fachberatern als wichtig und bewertet sie als gut, ist jedoch nicht mit dem Fortbildungsangebot aller Fachberater zufrieden. So be-

mängelt sie, dass einige Fachberater kaum eigene Veranstaltungen anbieten und stattdessen fast ausschließlich auf externe Referenten zurückgreifen. Darüber hinaus erachtet sie das Angebot von Workshops als wesentlich effektiver als Fortbildungen mit Vorlesungscharakter.

Auch der Fortbildungskoordinatorin ist bewusst, dass nicht alle Thüringer Chemielehrer durch die zentralen und regionalen Lehrerfortbildungen erreicht werden. Neben den bereits genannten Gründen macht die Fortbildungskoordinatorin vor allem organisatorische Probleme dafür verantwortlich, dass einige Lehrer keine Fortbildungen besuchen. So ist sie der Meinung, dass zu viele Informationen auf dem Dienstweg verloren gehen. Sie ist insbesondere mit der Zusammenarbeit mit einigen Schulleitern unzufrieden, die die Fortbildungsaktivität ihrer Kollegen nicht ausreichend unterstützen und nicht mit den Fachberatern kooperieren.

„Es gibt Schulleiter, die offen sind und sagen: Wenn meine Kollegen es möchten, sie können mal hospitieren. Es gibt aber auch Schulleiter, die sagen knall hart: Nein, an meiner Schule nicht. Und an so eine Schule kommt man im Moment nicht ran. Und einige Lehrer erhalten auch keine Freistellung. Dazu kommt noch eine Sache, die mich persönlich ärgert, wenn wir den Weg der Verteilung und der Information über den Dienstweg gehen, gibt es viele Schulen oder auch Lehrer, die das nicht in die Hände bekommen.“

### 6.1.3 Interesse an einer Zusammenarbeit mit der Universität Jena

Die Fachberater werden bereits seit 2002 regelmäßig schriftlich über das zentrale Fortbildungsangebot der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik an der Universität Jena informiert. Vier der Fachberater geben bei der Befragung an, diese Termine an die Chemielehrer in ihrem Schulamtsbereich weiterzureichen. Zwei der Fachberater informierten ihre Kollegen bisher dagegen nur, wenn sie die Veranstaltungen selbst für empfehlenswert hielten.

„Ich schreibe Rundbriefe an die Lehrer und da habe ich das letzte Mal das ganze Blatt kopiert und dazugelegt.“

„Das [Fortbildungsangebot] nehme ich mit zu Fortbildungsveranstaltungen. Ich habe mir das auch durchgelesen und mal gesagt, das wäre empfehlenswert oder nicht... aus meinem Blickpunkt.“

Drei Fachberater haben zum Zeitpunkt der Befragung bereits eine Fortbildung der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik besucht. Die drei weiteren Fachberater geben dagegen in der Befragung an, bisher noch keine Zeit für den Besuch einer Veranstaltung gefunden zu haben.

Alle Fachberater begrüßen das Kooperationsangebot der Universität und sind dabei insbesondere an einer Zusammenarbeit mit externen Referenten interessiert, um ihren Kollegen ein umfangreiches und abwechslungsreiches Fortbildungsangebot zu bieten. Darüber hinaus möchten sie nicht ausschließlich selbst als Referenten auftreten, weil externe Referenten neue Anregungen in den Kreis der Lehrer, die oft schon jahrelang zusammenarbeiten, einbringen können.

„Es ist schwer für den Fachberater, sich alles selbst anzueignen. Das ist ziemlich aufwendig. Und ich habe schon Veranstaltungen gemacht, wo ich wochenlang vorher alles ausprobiert habe. Das kann man für zwei Veranstaltungen im Jahr machen, aber das reicht nicht. Das Interesse ist von den Lehrern schon da, dass sie etwas mehr kriegen.“

„Wir können nicht immer nur im eigenen Saft schmoren, dass ich das alles selbst mache.“

Eine Fachberaterin sucht bereits seit längerem Kontakt zu der Universität, traute sich bisher jedoch nicht die Initiative zu ergreifen.

„Ich habe schon seit geraumer Zeit immer mal gefragt, wo da in der Uni Jena ein Ansprechpartner zu finden ist. Aber ich habe mir, ehrlich gesagt, bisher noch nicht getraut, da einmal anzurufen. Ich dachte, da sagen Sie vielleicht, was sollen wir in der Schule. Das ist nicht unser Fall.“

Die Fachberater sind der Meinung, dass die Zusammenarbeit nicht nur für sie, sondern auch für die Universität gewinnbringend ist. So können ihrer Ansicht nach wegen der kurzen Anfahrtsstrecken mehr Lehrer mit dem Fortbildungsangebot erreicht werden. Daneben kann das regionale Angebot helfen, eventuell bestehende Vorbehalte der Lehrer gegenüber unbekanntem Referenten abzubauen. Somit wird ein Erfahrungsaustausch zwischen den Schulen und der Universität erleichtert.

„Und wer dann einmal die Referenten gesehen hat... Die können sich dann erinnern, das war gut und dann kommen die auch. Wenn sie wissen, es lohnt sich, dann nehmen sie vielleicht auch mal in Kauf, nach Jena zu fahren. Aber wen sie nicht kennen, da sind sie immer etwas...“

„Und deshalb finde ich die Lösung schon gut: [Fortbildungen] vor Ort an den Schulen. Die Nachbarschule ist vielleicht nur 10 oder 15 Kilometer entfernt. Das ist ein Klacks. Und je kleiner der Rahmen ist, umso mehr kommt man auch ins Gespräch.“

Die Fachberater orientieren die Veranstaltungsinhalte an den Vorgaben von Thillm und Schulamt. Darüber hinaus versuchen sie, Themenwünsche der Lehrer zu realisieren, die vor allem Fortbildungen wünschen, die ihnen Tipps und Anregungen für den Unterrichtsalltag liefern.

„Ich würde sagen, ein Lehrer geht zufrieden aus einer Fortbildung heraus, wenn er etwas mitnehmen kann. Wenn er Ideen mitnehmen kann, die er im Unterricht umsetzen kann.“

Die Fachberater sind der Ansicht, dass Chemielehrer insbesondere die Veranstaltungen schätzen, in denen neue Schalexperimente vorgestellt und ein Skript für die häusliche Nachbereitung ausgehändigt wird.

„Ich habe mir angewöhnt, den Kollegen immer etwas mit in die Hand zu geben, z.B. Stichpunkte, nicht alles. Sie müssen auch selber etwas machen, mal eine Aufgabe oder ein Spiel. Aber so ein bisschen eine Anregung mitgeben, dass sie daran weiterarbeiten können.“

Sie geben jedoch zu bedenken, dass einige Lehrer erwarten, dass ihnen „fertige Unterrichtsmaterialien“ zur Verfügung gestellt werden, die sie ohne weitere Überarbeitung im Unterricht einsetzen können.

„Von einer guten Fortbildung erwarten die Lehrer immer eine Inspiration für den Unterricht, eine schnelle Inspiration. [Sie erwarten,] dass man das sehr schnell im Unterricht umsetzen kann, dass man sich nicht erst lange hinsetzen und noch etwas erarbeiten muss.“

Nach Ansicht der Fachberater suchen viele Chemielehrer in Fortbildungen einen Austausch über ihren Berufsalltag.

„Und oft sind es Dinge, wo die Lehrer darauf warten, dass man sagt `Bewertung´ und das einfach mal zur Diskussion stellt, damit sie sich über ihren Alltag austauschen können. Aber es muss den Schulalltag betreffen. Wenn die Themen zu weit abgehoben sind, dann kommen sie nicht.“

Darüber hinaus erhoffen sich Lehrer insbesondere dann eine Unterstützung, wenn sie in neuen Fächern wie etwa dem Fach Naturwissenschaften oder erstmals in der Sekundarstufe II eingesetzt sind.

Auf Wunsch der Lehrer bieten die Fachberater Fortbildungen zu ausgewählten Stoffgebieten des Thüringer Lehrplans an, weshalb ihnen das Fortbildungsangebot der Arbeitsgruppe

Chemiedidaktik sehr zusagt. Auf die Frage, ob sie eine stärkere Orientierung der Veranstaltungen am Lehrplan wünschen, antworten jedoch einige Fachberater:

„Teilweise schon. Aber es gibt ja auch Freiräume, um etwas Neues in den Unterricht einzubringen.“

Die Fachberater zeigen sich im Fall einer Zusammenarbeit bereit, die Organisation regionaler Veranstaltungen zu übernehmen, indem sie etwa die Lehrer mit Hilfe regionaler Fortbildungskataloge und Monatspläne über das Fortbildungsangebot informieren. Darüber hinaus schreiben viele Fachberater halbjährlich Briefe an die Lehrer, in denen sie das Fortbildungsangebot kurz vorstellen. Dabei verfolgen sie das Ziel, einen persönlichen Kontakt herzustellen.

Die Fachberater halten es für wichtig, die Veranstaltungen frühzeitig zu planen. So sind sie aufgefordert, Veranstaltungstermine bereits zwei bis drei Monate vor dem nächsten Schulhalbjahr an das Schulamt zu melden, damit die Fortbildungskataloge rechtzeitig erstellt und verteilt werden können. Die Fachberater halten eine Absprache von Terminen auch deshalb für sehr wichtig, um zu vermeiden, dass Fortbildungen in Stressphasen wie etwa in Prüfungszeiträumen angeboten werden oder dass zu viele naturwissenschaftliche Fortbildungen zeitgleich stattfinden. Ihrer Meinung nach kann nur auf diese Weise gewährleistet werden, dass viele Lehrer die Veranstaltungen besuchen.

„Man muss eine Weiterbildung so legen, dass man die Gewähr hat, dass möglichst viele Lehrer Zeit haben. Zum Beispiel habe ich einmal eine Fortbildung direkt nach den schriftlichen Prüfungen angeboten. Da ist kaum jemand gekommen. Da sind die Lehrer mit den Korrekturen beschäftigt.“

Auch die Fortbildungskoordinatorin im Thillm begrüßt eine Zusammenarbeit mit der Universität und hofft dadurch, insbesondere die Lobby für die naturwissenschaftlichen Fächer an den Schulen zu stärken. Mit Unterstützung der Universität können ihrer Meinung nach mehr Schüler für naturwissenschaftliche Berufe und eine akademische Laufbahn gewonnen werden.

„Für mich ist es wichtig, dass die Lobby dieser Fächer hoch kommt und auch dass das Interesse der Schüler an diesen Fächern geweckt und erhalten bleibt. Denn das sind einmal unsere Nachfolger, die an einer Universität studieren wollen und auch einmal entsprechende Berufe ergreifen wollen.“

Darüber hinaus erachtet sie regionale Lehrerfortbildungen auch für die Universität als vorteilhaft, weil sich viele Lehrer durch Veranstaltungen vor Ort eher persönlich angesprochen fühlen.

„Wenn man solche Veranstaltungen großflächig anbieten würde, glaube ich gar nicht, dass sie so einen Erfolg haben könnten. Die Kollegen fühlen sich persönlicher angesprochen. Nicht: ich gehe zu einer Veranstaltung, weil die irgendwo ausgeschrieben ist. Sondern: ich interessiere mich für das eine Stoffgebiet oder z.B. für die Durchführung von Praktika. Und hier finde ich Hilfe und Anregung. Und das kann nur vor Ort sein.“

Zusammenfassend lässt sich aus den Interviews ableiten, dass auf Seiten der Fachberater und des Thillm Interesse an einer inhaltlichen und organisatorischen Zusammenarbeit im Bereich der Lehrerfortbildung besteht. Zudem existieren in der staatlichen Lehrerfortbildung bereits netzwerkartige Strukturen, auf die die Universität aufbauen kann. So findet ein regelmäßiger Austausch zwischen den Fachberatern, den Chemielehrern sowie den Vorgesetzten in Schulamt und Thillm statt. Durch die Interviews wurde insbesondere die Gruppe der Fachberater als geeignete Kooperationspartner in der Region erkannt, weil sie langjährige und intensive Kontakte zu den Chemielehrern an den Schulen pflegen. Externe Referenten sind für sie

wichtig, um das regionale Fortbildungsangebot z.B. durch experimentelle Veranstaltungen zu erweitern und neue Anregungen in den Kreis der Lehrer einzubringen. Die Ergebnisse der Befragung flossen in die Konzeption des regionalen Fortbildungsnetzwerkes ein, indem vier der Ostthüringer Fachberater in das Netzwerk eingebunden wurden. Die Ergebnisse der empirischen Begleitung der gemeinsam realisierten regionalen Fortbildungen werden in den folgenden Kapiteln vorgestellt.

## 6.2 Auswertung der Teilnehmerlisten von Fortbildungen

### 6.2.1 Teilnehmerkreis und Fortbildungsverhalten der Lehrer

Im Rahmen des Forschungsvorhabens konnte ein regionales Fortbildungsnetzwerk in Ostthüringen etabliert werden. Im Untersuchungszeitraum von Januar 2002 bis Dezember 2004 bot die Arbeitsgruppe Chemiesdidaktik 26 regionale und zentrale Lehrerfortbildungen an fünf Ostthüringer Schulen und an der Friedrich-Schiller-Universität Jena an, an denen insgesamt 185 Thüringer Chemielehrer teilnahmen. Somit konnten im Untersuchungszeitraum 11,4 % der Thüringer Chemielehrer erreicht werden.<sup>175</sup> Die Fortbildungsteilnehmer sind zu 20,1 % männlichen und zu 79,9 % weiblichen Geschlechts, was in etwa der Geschlechterverteilung der Thüringer Chemielehrer entspricht (siehe Abb. 15).

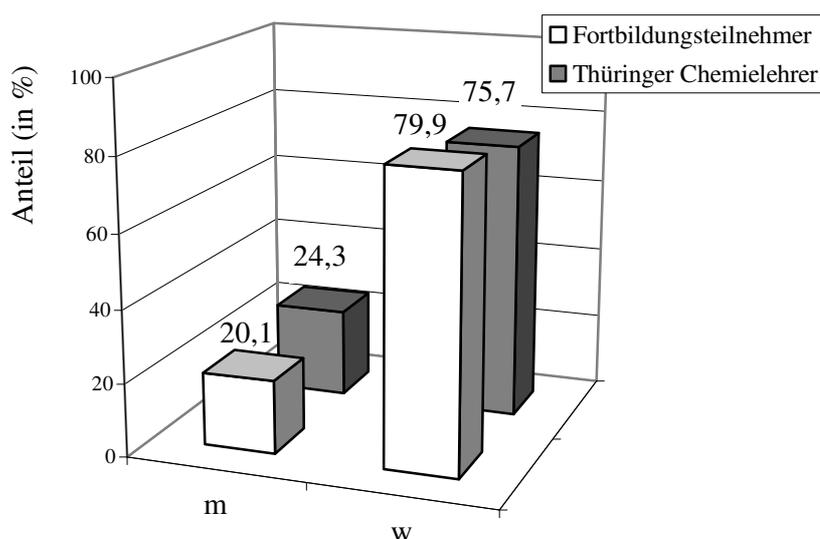


Abb. 15: Geschlechterverteilung der Fortbildungsteilnehmer und der Thüringer Chemielehrer

85 Fortbildungsteilnehmer unterrichten an Thüringer Regelschulen, 96 an Gymnasien. Wie Tab. 13 zeigt, sind Regelschullehrer damit im Vergleich zur Gesamtheit der Thüringer Chemielehrer unterrepräsentiert. Sie können durch das Fortbildungsangebot signifikant schlechter erreicht werden als Gymnasiallehrer.<sup>176</sup>

<sup>175</sup> Statistische Daten zu Thüringer Chemielehrern und Chemielehrerinnen wurden über das Statistische Infoportal des Thüringer Kultusministeriums ermittelt und vom Thillm zur Verfügung gestellt. Die Daten sind auf dem Stand vom 01. November 2004.

<sup>176</sup> Chi-Quadrat-Test nach Pearson mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,001$

Tab. 13: Schularten der Fortbildungsteilnehmer und Thüringer Chemielehrer

Anzahl (Anteil) der Lehrer	Fortbildungsteilnehmer	Thüringer Chemielehrer
Regelschullehrer	85 (47,0 %)	935 (63,0 %)
Gymnasiallehrer	96 (53,0 %)	550 (37,0 %)

Die Teilnehmer regionaler und zentraler Lehrerfortbildungen kommen vor allem aus den Landkreisen Altenburger Land, Gotha, Greiz, Saale-Holzland- und Saale-Orla-Kreis, Saalfeld Rudolstadt, Sömmerda und Weimarer Land sowie aus den kreisfreien Städten Erfurt, Gera, Jena und Weimar (siehe Abb. 16). Lehrer aus weiter von Jena entfernten Landkreisen wie etwa Nordhausen, Eichsfeld, Schmalkalden-Meiningen oder Hildburghausen konnten dagegen durch das Angebot von zwei- bis dreistündigen Nachmittagsveranstaltungen bisher nicht erreicht werden. Anfahrtsstrecken von weit mehr als 100 Kilometern spielen hier sicher die entscheidende Rolle.



Abb. 16: Landkreise und kreisfreie Städte, aus denen mehr als fünf Lehrer Fortbildungen besuchten

Die regionalen und zentralen Lehrerfortbildungen wurden im Untersuchungszeitraum von vergleichbar vielen Lehrern besucht. So nahmen 95 Lehrer an den 15 zentralen Lehrerfortbildungen an der Universität Jena teil, während 75 Lehrer die elf regionalen Veranstaltungen besuchten. Durch die regionalen Fortbildungen konnte jedoch ein besonders hoher Anteil der Lehrer aus der Region Ostthüringen erreicht werden. Insgesamt nahmen 102 Chemielehrer aus den vier Ostthüringer Landkreisen und der kreisfreien Stadt Gera an Fortbildungen der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik teil, was einem Anteil von 30,2 % der dort beschäftigten Chemielehrer entspricht (siehe Abb. 17). Wiederum 70,1 % dieser Lehrer konnten nur durch das Angebot regionaler Fortbildungen an Schulen in ihrer Nähe erreicht werden. 14,7 % der

Teilnehmer regionaler Fortbildungen nahmen darüber hinaus auch an zentralen Fortbildungen teil.<sup>177</sup>

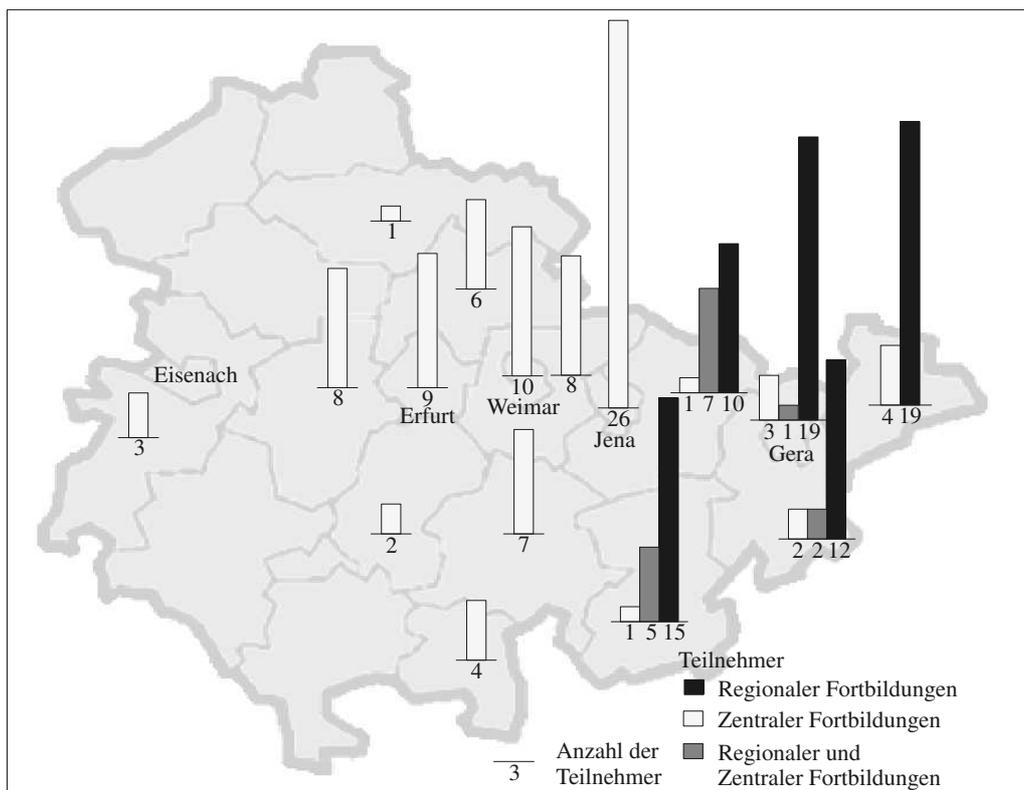


Abb. 17: Anzahl der Teilnehmer regionaler und zentraler Fortbildungen aus Thüringer Landkreisen

Der Vergleich der Teilnehmerlisten zeigt, dass Regelschullehrer durch regionale Fortbildungen sehr viel besser erreicht werden konnten als durch zentrale Veranstaltungen an der Universität Jena (siehe Tab. 14). So ist der Anteil an Regelschullehrern unter den Teilnehmern regionaler Fortbildungen signifikant höher als bei zentralen Lehrerfortbildungen.<sup>178</sup>

Tab. 14: Regelschul- und Gymnasiallehrer unter den Fortbildungsteilnehmern

Anzahl (Anteil) der Lehrer	Teilnehmer regionaler Fortbildungen	Teilnehmer zentraler Fortbildungen
Regelschullehrer	49 (57,6 %)	36 (37,5 %)
Gymnasiallehrer	36 (42,4 %)	60 (62,5 %)

Insgesamt nahmen an den angebotenen Fortbildungen 44,1 % bzw. 32,3% der Regelschullehrer aus den Schulamtsbereichen Gera und Schmölln teil (siehe Tab. 15). Im Vergleich dazu konnten 72,1 % der Gymnasiallehrer aus dem Schulamtsbereich Stadtroda erreicht werden.

<sup>177</sup> Lehrer, die sowohl an regionalen, als auch an zentralen Lehrerfortbildungen teilnahmen, wurden bei den folgenden Berechnungen beiden Teilnehmergruppen zugerechnet. Damit erhöht sich die Anzahl der Teilnehmer rechnerisch auf 200.

<sup>178</sup> Chi-Quadrat-Test nach Pearson mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,007$

Somit konnte selbst durch regionale Fortbildungen nur ein geringerer Anteil der Ostthüringer Regelschullehrer mobilisiert werden.

Tab. 15: Teilnehmer regionaler Lehrerfortbildungen von Regelschulen und Gymnasien

Anzahl (Anteil) der Lehrer	Schulamts Gera	Schulamts Schmölln	Schulamts Stadtroda	
Schulart	RS	RS	RS	Gym
Fortbildungsteilnehmer	15 (44,1 %)	30 (32,3 %)	8 (12,5 %)	31 (72,1 %)
Chemielehrer gesamt	34	93	64	43

(RS = Regelschule, Gym = Gymnasium)

Wie in Kapitel 4.3 dargestellt, sollten mit Hilfe des regionalen Angebots Chemielehrer von 48 Ostthüringer Regelschulen und acht Gymnasien erreicht werden. Im Untersuchungszeitraum besuchten Lehrer von sieben der acht Gymnasien und von 30 der 48 Regelschulen Fortbildungen der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik (siehe Abb. 18). Darüber hinaus besuchten einige Gymnasiallehrer aus acht weiteren Ostthüringer Gymnasien die regionalen Veranstaltungen für Regelschullehrer an den Standorten Gera und Gößnitz. Ostthüringer Regelschullehrer aus dem Saale-Orla-Kreis fühlten sich dagegen nicht durch das regionale Fortbildungsangebot für Gymnasiallehrer in Neustadt Orla angesprochen.

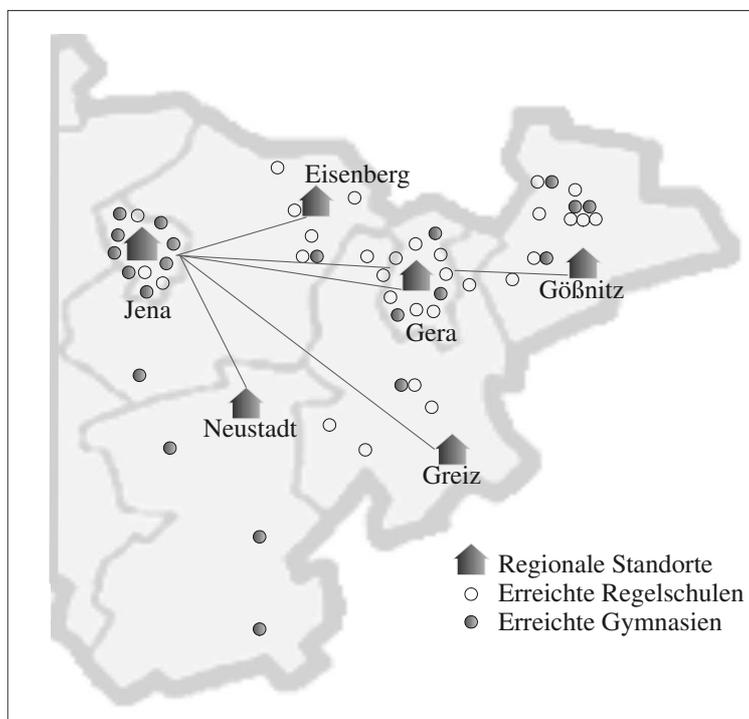


Abb. 18: Ostthüringer Regelschulen und Gymnasien, die durch die Fortbildungen erreicht wurden

Als Ergebnis lässt sich feststellen, dass es dem Forschungsvorhaben gelang, ein dichtes Fortbildungsnetzwerk in Ostthüringen zu etablieren. Die durchschnittliche Entfernung der

56 Schulen zum nächsten regionalen Fortbildungsstandort betrug nur 14 Kilometer.<sup>179</sup> Lediglich die Lehrer aus einem Gymnasium in Lobenstein an der südlichen Grenze Ostthüringens mussten 50 Kilometer weit zum nächsten regionalen Standort in Neustadt Orla fahren. Insgesamt legten jedoch 72 % der Fortbildungsteilnehmer nur maximal 15 Kilometer zurück, um eine der regionalen Fortbildungen zu besuchen.

Im Vergleich dazu führen die Teilnehmer zentraler Fortbildungen deutlich weiter, um an den Nachmittagsveranstaltungen der Universität Jena teilzunehmen: Durchschnittlich legten sie eine Anfahrtstrecke von 47 Kilometern zurück. Viele nahmen bis zu 90 Kilometer, Einzelne sogar über 130 Kilometer in Kauf. Nur 15 der insgesamt 90 Teilnehmer regionaler Fortbildungen waren bereit, die weitere Anfahrt nach Jena in Kauf zu nehmen. Somit konnten durch das Angebot regionaler Lehrerfortbildungen vor allem auch weniger mobile Lehrer erreicht werden.

Als wichtiges Ergebnis der empirischen Begleitung zeigt sich weiterhin, dass Lehrer eher bereit sind, an einer Serie von Lehrerfortbildungen teilzunehmen, wenn diese an Schulen in ihrer Nähe angeboten werden. Obwohl im Untersuchungszeitraum nur zwei bis drei regionale Fortbildungen pro Standort angeboten wurden, war der Anteil an Mehrfachbesuchern signifikant höher als bei den 15 zentralen Lehrerfortbildungen.<sup>180</sup> Somit kann durch regionale Lehrerfortbildungen ein konstanter Teilnehmerkreis erreicht werden, der auf freiwilliger Basis in langfristige Fortbildungsmaßnahmen eingebunden werden kann.

Tab. 16: Teilnehmer an einer bzw. an zwei und mehr Fortbildungen

Anzahl (Anteil) der Lehrer	Teilnehmer regionaler Fortbildungen	Teilnehmer zentraler Fortbildungen
Besuch einer Fortbildung	49 (54,4 %)	79 (71,8 %)
Besuch von zwei und mehr Fortbildungen	41 (45,6 %)	31 (28,2 %)

Auch bei zentralen Lehrerfortbildungen entwickelte sich eine kleine Gruppe von 17 sehr fortbildungsaktiven Lehrern als eine Art „Stammkundschaft“. Diese Lehrer nahmen an drei bis sechs zentralen Fortbildungen teil und waren auch an einer weiteren Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik z.B. in der Lehrerausbildung interessiert. Diese besonders fortbildungsaktive Gruppe macht jedoch nur einen Anteil von 15,5 % der Teilnehmer zentraler Fortbildungen aus.

### 6.3 Auswertung der Fragebögen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden im Zeitraum von Januar 2003 bis Dezember 2004 Teilnehmer von elf regionalen und acht zentralen Lehrerfortbildungen schriftlich be-

<sup>179</sup> Als Anfahrtstrecken wurde die Fahrtstrecke vom Ort der Schule, an der die Lehrer beschäftigt sind, zum regionalen Standort bzw. zur Universität Jena gewertet und mit Hilfe eines Routenplaners berechnet (siehe <http://www.de.map24.com>).

<sup>180</sup> Chi-Quadrat-Test nach Pearson mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,001$

fragt. 119 der 147 Fortbildungsteilnehmer beteiligten sich an der Befragung, womit der Rücklauf der Fragebögen 81,0 % beträgt. Die Gesamtzahl der Fragebögen liegt bei 187, da viele Mehrfachbesucher mehr als einen Fragebogen ausfüllten. Fragebögen von Mehrfachbesuchern werden jedoch nur hinsichtlich ihrer Erwartungen an einzelne Fortbildungen und der Bewertung dieser Veranstaltungen mehrfach berücksichtigt. Mit Hilfe geeigneter Tests wird überprüft, ob signifikante Unterschiede zwischen Teilnehmern regionaler und zentraler Lehrerfortbildungen, zwischen Regelschul- und Gymnasiallehrer sowie zwischen jüngeren (26-45 Jahre) und älteren Lehrern (46-65 Jahre) bestehen. Signifikante Unterschiede werden in den folgenden Kapiteln angegeben. Bei der gegebenen Stichprobengröße können bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 5\%$  jedoch nur mittlere und große Effekte ermittelt werden. Schwache Effekte bleiben dagegen unerkannt.<sup>181</sup> Da insgesamt nur 19 männliche Lehrer befragt wurden, wird auf eine Differenzierung der Antworten nach dem Geschlecht verzichtet. Im Folgenden ist bei prozentualen Angaben, soweit nicht anders angegeben, die Grundgesamtheit immer der Kreis der Befragten, der die betreffende Frage beantwortete.

### 6.3.1 Teilnehmerkreis und Fortbildungsverhalten der Lehrer

Mit Hilfe der Fragebögen konnten 70 Teilnehmer regionaler Lehrerfortbildungen und 49 Teilnehmer zentraler Lehrerfortbildungen schriftlich befragt werden. Die Befragten sind zu 19,2 % männlichen und zu 80,8 % weiblichen Geschlechts. 53,7 % dieser Lehrer unterrichten an Regelschulen und 46,3 % an Gymnasien (siehe Abb. 19). Die Stichprobe unterscheidet sich hinsichtlich dieser beiden Merkmale nicht signifikant von der Grundgesamtheit der Thüringer Chemielehrer.

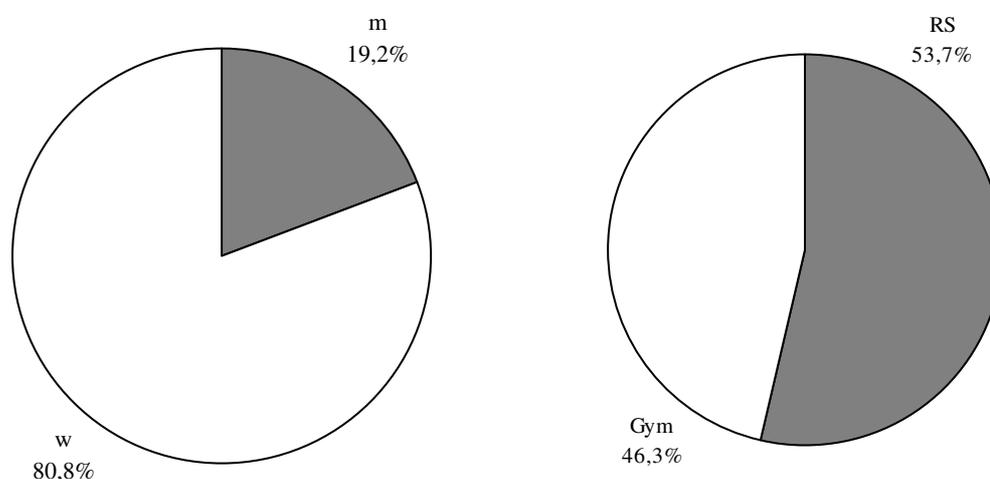


Abb. 19: Charakterisierung der Befragten hinsichtlich Geschlecht und Schulart

Höchst signifikante Unterschiede liegen jedoch bei der Altersverteilung der Fortbildungsteilnehmer und der Thüringer Chemielehrer vor.<sup>182</sup> Wie Abb. 20 zeigt, konnten jüngere Lehrer

<sup>181</sup> BORTZ, J., DÖRING, N. (2003), S. 613

<sup>182</sup> Chi-Quadrat-Test nach Pearson mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,001$

(26-45 Jahre) durch die Fortbildungen sehr viel besser erreicht werden als ältere Lehrer (46-65 Jahre).

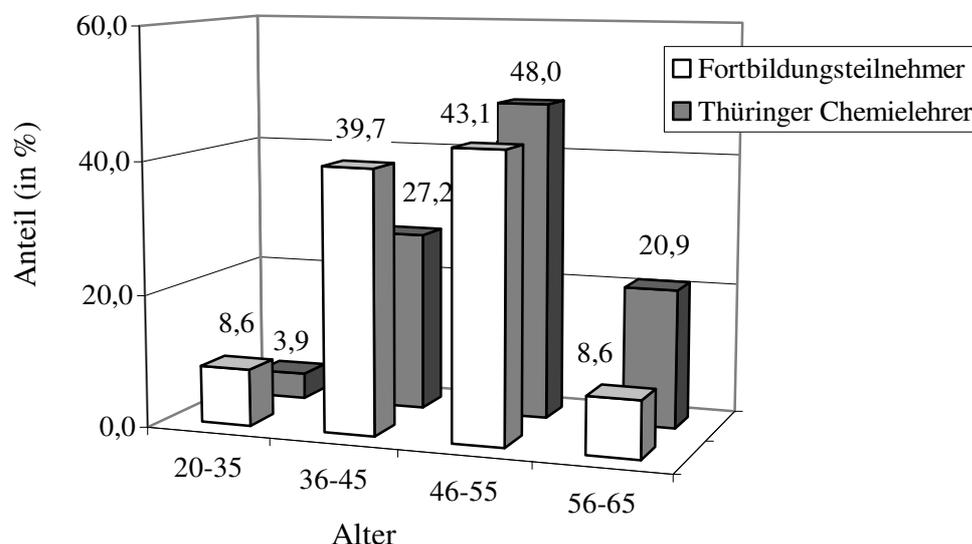


Abb. 20: Altersverteilung der Fortbildungsteilnehmer und der Thüringer Chemielehrer

Im Vergleich zu den Teilnehmern zentraler Lehrerfortbildungen ist der Anteil älterer Lehrer (46-65 Jahre) unter den Teilnehmern regionaler Lehrerfortbildungen etwas höher (siehe Tab. 17). Nach dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson ist dieser Unterschied jedoch nicht signifikant.<sup>183</sup> Somit können ältere Lehrer auch durch das Angebot regionaler Lehrerfortbildungen an Schulen in ihrer Nähe nicht besser erreicht werden.

Tab. 17: Altersverteilung von Teilnehmern regionaler und zentraler Lehrerfortbildungen

Anzahl (Anteil) der Lehrer	26-45 Jahre	46-65 Jahre
Teilnehmer regionaler Fortbildungen	30 (44,1 %)	38 (55,9 %)
Teilnehmer zentraler Fortbildungen	26 (54,2 %)	22 (45,8 %)

Es ist eine zentrale Frage der vorliegenden Untersuchung, ob durch regionale Lehrerfortbildungen Lehrer erreicht werden können, die nur wenig fortbildungsaktiv sind. Geht man davon aus, dass Lehrkräfte noch andere außerunterrichtliche Verpflichtungen haben, so erscheint mindestens ein Fortbildungsbesuch pro Jahr praktikabel. Deshalb wird ein Besuch von fünf Fortbildungen in den letzten fünf Jahren als Richtwert festgelegt, nach dem die Lehrer in „fortbildungsaktiv“ und „nicht fortbildungsaktiv“ unterteilt werden. Wie Abb. 21 zeigt, nahmen 94,4% der Teilnehmer regionaler und zentraler Lehrerfortbildungen in den letzten fünf Jahren an fünf und mehr Fortbildungen teil und sind damit als fortbildungsaktiv zu bezeichnen. Nur sechs Lehrer besuchten im angegebenen Zeitraum weniger als fünf Fortbildungen, wobei zwei dieser Lehrer erst seit weniger als fünf Jahren unterrichten.

<sup>183</sup> Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,286$

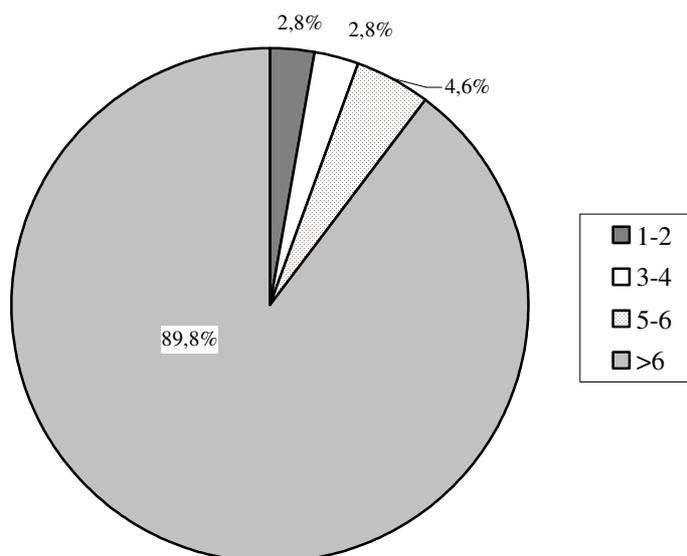


Abb. 21: Anzahl der besuchten Fortbildungen in den letzten fünf Jahren

Somit nahmen fast ausschließlich fortbildungsaktive Lehrer an den regionalen und zentralen Lehrerfortbildungen teil. Da die regionalen Fortbildungen in enger Zusammenarbeit mit Fachberatern veranstaltet wurden, konnten vor allem Lehrer erreicht werden, die Fortbildungen der Fachberater besuchen. Wenig fortbildungsaktive Lehrer konnten auf diese Weise dagegen nicht mobilisiert werden.

Neben Fortbildungen der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik besuchen die Chemielehrer vor allem zentrale Veranstaltungen des Thillm und regionale Veranstaltungen der Fachberater in den verschiedenen Schulamtsbereichen (siehe Tab. 18). Einige Lehrer nahmen in den letzten Jahren auch an Seminaren und Kongressen des Verbands der Chemischen Industrie sowie an Fortbildungen weiterer Veranstalter wie etwa Firmen oder Universitäten teil.

Tab. 18: Besuch des Fortbildungsangebots anderer Organisationen

Fortbildungsangebote	Anteil der Teilnehmer regionaler Fortbildungen	Anteil der Teilnehmer zentraler Fortbildungen
Zentrale Fortbildungen des Thillm	84,8 %	77,6 %
Regionale Fortbildungen der Fachberater	56,5 %	95,5 %
Workshops und Kongresse des VCI	36,9 %	20,8 %
Weitere Angebote (Firmen, Universitäten)	6,5 %	5,9 %

Vergleicht man die beiden Teilnehmergruppen, so fällt auf, dass ein signifikant geringerer Anteil der Teilnehmer zentraler Fortbildungen Veranstaltungen der Fachberater besucht.<sup>184</sup> Das könnte ein Indiz dafür sein, dass sich fortbildungsaktive Lehrer, die nicht mit dem Fort-

<sup>184</sup> Chi-Quadrat-Test nach Pearson mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,001$

bildungsangebot der Fachberater zufrieden sind, für Fortbildungen an der Universität entscheiden. Hinsichtlich der anderen Anbieter sind keine signifikanten Unterschiede zwischen Teilnehmern regionaler und zentraler Fortbildungen zu erkennen.

Wie schon die Auswertung der Teilnehmerlisten zeigte, sind die Teilnehmer regionaler Lehrerfortbildungen weniger mobil als die Teilnehmer zentraler Fortbildungen. So sind die Teilnehmer regionaler Fortbildungen nur bereit, eine durchschnittliche Anfahrsstrecke von 30 Kilometern zu einer Fortbildung zurückzulegen. Dagegen nehmen Teilnehmer zentraler Fortbildungen mit durchschnittlich 50 Kilometern signifikant größere Anfahrsstrecken in Kauf.<sup>185</sup> 45,8 % der Teilnehmer zentraler Fortbildungen sind sogar bereit, bis zu 70 Kilometer weit zu fahren (siehe Abb. 22).

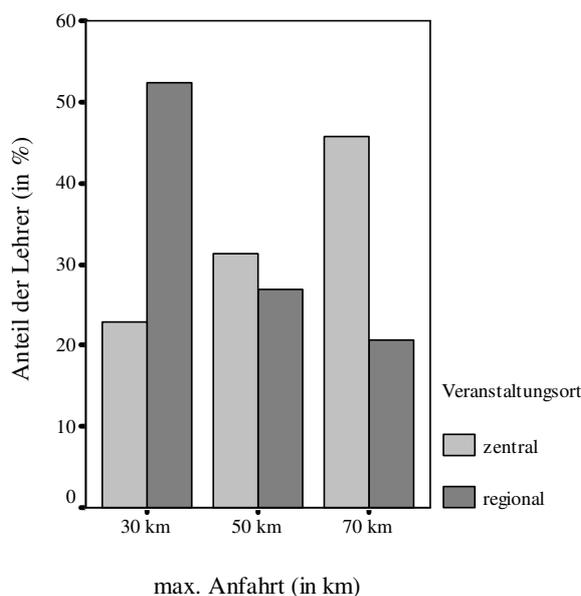


Abb. 22: max. Anfahrsstrecke, die Lehrer bereit sind für den Besuch v. Fortbildungen zurückzulegen. Darüber hinaus sind jüngere Lehrer bereit, weitere Anfahrsstrecken in Kauf zu nehmen als ältere Lehrer.<sup>186</sup> Es liegt jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen Regelschul- und Gymnasiallehrern vor.<sup>187</sup> Demnach sind Regelschullehrer nicht weniger mobil als Gymnasiallehrer und können nicht aus diesem Grund besser durch regionale als durch zentrale Fortbildungen erreicht werden. Andere Faktoren wie etwa die Zusammenarbeit mit Fachberatern und Lehrern müssen hier eine entscheidende Rolle spielen.

Die angebotenen Fortbildungen begannen zwischen 14 Uhr und 15 Uhr, damit sie von möglichst vielen Lehrern nach dem regulären Unterricht besucht werden können. Gerade bei zentralen Fortbildungen können dennoch einige Lehrer wegen langer Anfahrsstrecken am Besuch verhindert sein. Nach Angaben der Lehrer können sich 68,8 % der Befragten für den Besuch von Fortbildungen vom Unterricht befreien lassen. 22,7 % der Lehrer wurden in den letzten Jahren zumindest für wenige Veranstaltungen pro Schuljahr vom Unterricht freigestellt. So-

<sup>185</sup> U-Test nach Mann und Whitney mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,001$

<sup>186</sup> U-Test nach Mann und Whitney mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,047$

<sup>187</sup> U-Test nach Mann und Whitney mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,385$

mit unterstützen viele Thüringer Schulleiter den Besuch von Fortbildungen. Da nur Fortbildungsteilnehmer befragt wurden, kann durch diese Untersuchung nicht belegt werden, wie viele Lehrer wegen Problemen mit der Freistellung nicht an zentralen Fortbildungen teilnehmen.

### 6.3.2 Bewertung des regionalen Fortbildungskonzepts

Ziel des regionalen Fortbildungskonzepts ist es, Lehrern die Teilnahme an Fortbildungen durch kurze Anfahrtstrecken und eine Absprache von Terminen zu erleichtern. Darüber hinaus soll Lehrern die Möglichkeit gegeben werden, sich aktiv an der Gestaltung des Fortbildungsangebots zu beteiligen, um eine langfristige Zusammenarbeit und ein Erfahrungsaustausch zwischen Chemielehrern und der Universität zu realisieren. Um eine Rückmeldung der Fortbildungsteilnehmer einzuholen, wurden sie in den Fragebögen aufgefordert, das regionale Fortbildungskonzept auf einer fünfstufigen Ratingskala zu bewerten (siehe Kapitel 5.3 und Anhang 1). Auf dieser Skala steht die Note 1 für eine Bewertung mit „sehr gut“ bzw. „sehr wichtig“, die Note 5 für eine Bewertung mit „schlecht“ bzw. „unwichtig“.

Die Lehrer beurteilen das Angebot regionaler Fortbildungen als sehr gut bis gut (mittlere Bewertung 1,43). Sie schätzen die verschiedenen innovativen Aspekte des Fortbildungskonzepts jedoch als unterschiedlich wichtig ein. So unterscheiden sich die in Tab. 19 dargestellten Bewertungen nach dem Friedman-Test höchst signifikant.<sup>188</sup> Wie auch Abb. 23 zeigt, ist es für die Lehrer am wichtigsten, dass sie nur kurze Anfahrtstrecken zu den Fortbildungen zurücklegen müssen. Sie bewerten es darüber hinaus als wichtig, Termine im Vorfeld abzusprechen und Fortbildungsthemen sowie Veranstaltungsschwerpunkte gemeinsam festzulegen. Des Weiteren schätzen es viele als positiv ein, dass sich Universitätsmitarbeiter durch die Arbeit vor Ort ein Bild von der Situation an Schulen machen und somit besser in den Fortbildungen darauf eingehen können. Eine deutlich geringere Bedeutung messen die Lehrer dagegen dem Erfahrungsaustausch und der Zusammenarbeit mit der Universität bei. So wird dieser Teilaspekt signifikant schlechter bewertet als die Aspekte „Auswahl von Themen“ oder „Eingehen auf die Situation an Schulen“.<sup>189</sup>

---

<sup>188</sup> Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,001$

<sup>189</sup> Wilcoxon-Test mit Irrtumswahrscheinlichkeiten  $p = 0,001$  und  $p = 0,028$

Tab. 19: Bewertung verschiedener Teilaspekte des regionalen Fortbildungskonzepts

Teilaspekt des Fortbildungskonzepts	Mittlere Bewertung
Kurze Anfahrt zur Fortbildung	1,41
Themenwahl durch Lehrer	1,61
Eingehen auf die Situation an Schulen	1,68
Absprache von Terminen	1,72
Schwerpunktsetzung in Absprache mit Lehrern	1,77
Erfahrungsaustausch und Zusammenarbeit zwischen Lehrern und der Universität	1,91

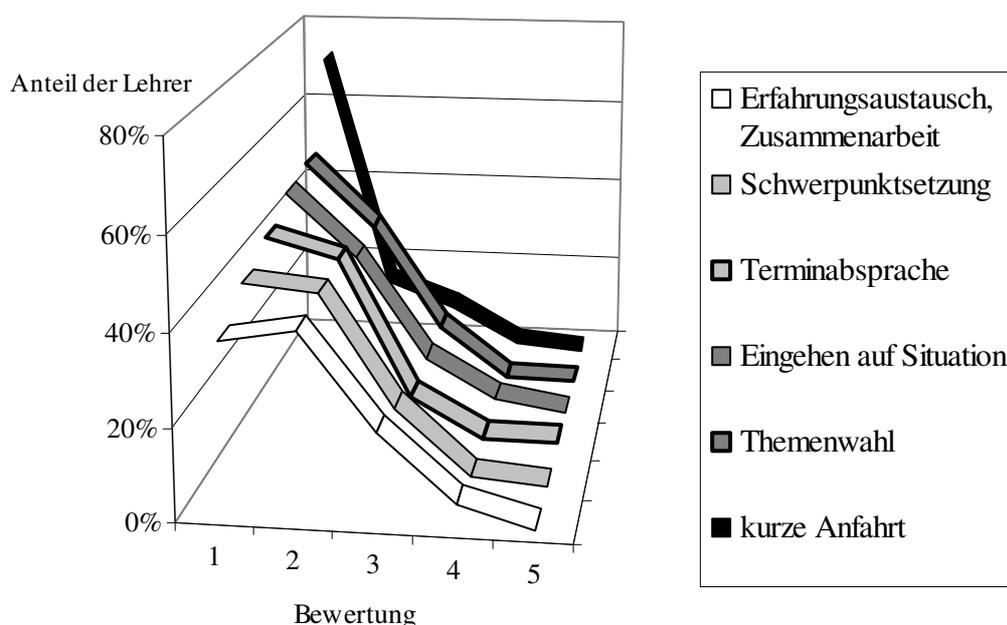


Abb. 23: Bewertung der Teilaspekte des regionalen Fortbildungskonzepts

Bis dato wurden an den regionalen Standorten zwei bis drei Veranstaltungen in enger Zusammenarbeit mit Fachberatern und ausgewählten Lehrern realisiert. Es ist jedoch eine langfristige Zusammenarbeit mit den Chemielehrern in der Region Ostthüringen geplant, bei der zukünftig möglichst viele Lehrer an der Gestaltung der Fortbildungen beteiligt werden sollen. Deshalb wird insbesondere untersucht, wie viele Lehrer sich aktiv an der Gestaltung von Fortbildungen beteiligen möchten und wie groß ihr Interesse ist, mit der Universität zusammenzuarbeiten sowie Erfahrungen auszutauschen. Wie Tab. 20 zeigt, besteht eine starke Korrelation zwischen den Teilaspekten „Erfahrungsaustausch und Zusammenarbeit“, „Auswahl von Themen“ und „Schwerpunktsetzung in Absprache mit Lehrern“. Folglich begrüßen Lehrer, die das Fortbildungsangebot aktiv mitgestalten wollen, auch eine Zusammenarbeit und einen Erfahrungsaustausch mit der Universität. Die Untersuchung zeigt, dass diese Lehrer

zudem eher bereit sind, Anregungen aus den Fortbildungen im Chemieunterricht zu erproben. Anderen Lehrern ist es dagegen weniger wichtig, das Fortbildungsangebot durch Themenwahl oder gemeinsame Schwerpunktsetzung mitzugestalten. Gleichzeitig haben sie vergleichsweise geringeres Interesse daran, mit der Universität zu kooperieren. Leider planen diese Lehrer auch seltener, Anregungen aus den Fortbildungen in der Praxis umzusetzen.

Tab. 20: Korrelation zwischen verschiedenen Teilaspekten des regionalen Fortbildungskonzepts und der geplanten Umsetzung der Anregungen im Unterricht

	<b>Erfahrungsaustausch, Zusammenarbeit</b>	<b>Themenwahl</b>	<b>Schwerpunktsetzung in Absprache</b>
<b>Umsetzung der Anregungen</b>	0,316*	0,247*	0,252
<b>Schwerpunktsetzung in Absprache</b>	0,641**	0,692**	
<b>Themenwahl</b>	0,587**		

\* Die Korrelation ist auf dem 5 %-Niveau (zweiseitig) signifikant.

\*\* Die Korrelation ist auf dem 1 %-Niveau (zweiseitig) signifikant.

Mit Hilfe der hierarchischen Clusteranalyse wird ermittelt, inwieweit die Fortbildungsteilnehmer verschiedenen Lehrergruppen zugeordnet werden können. Insgesamt machten 52 Lehrer Angaben zu allen vier Fragen, die in die Clusteranalyse einbezogen wurden. Sie konnten in vier Lehrergruppen unterteilt werden, deren Gruppengröße und Clusterprofil in Tab. 21 dargestellt ist.

Tab. 21: Gruppengröße und Clusterprofile der vier Lehrergruppen

<b>Gruppe (Größe)</b>	<b>Clusterprofil</b>	<b>Austausch, Zusammenarbeit</b>	<b>Themenwahl</b>	<b>Schwerpunkte</b>	<b>Umsetzung*</b>
1	Mittelwert	1,22	1,00	1,09	0,61
(23)	Standardabweichung	0,422	0,000	0,288	
2	Mittelwert	2,43	1,71	2,10	0,29
(21)	Standardabweichung	0,507	0,463	0,539	
3	Mittelwert	3,33	2,83	3,17	0,33
(6)	Standardabweichung	0,516	0,408	0,539	
4	Mittelwert	1,50	3,00	2,50	0,00
(2)	Standardabweichung	0,707	0,000	0,707	

\* Die angegebene Zahl entspricht dem Anteil der Lehrer, die eine Umsetzung der vorgestellten Unterrichtseinheiten planen.

23 Lehrer (44,2 %) können Gruppe 1 zugeordnet werden. Diese Lehrer haben großes Interesse an einer Zusammenarbeit und einem Erfahrungsaustausch mit der Universität sowie an der inhaltlichen Mitgestaltung der Fortbildungen. 61 % der Lehrer planen eine Umsetzung der vorgestellten Unterrichtseinheiten. Folglich sind viele von ihnen offen dafür, Anregungen aus Fortbildungen in ihren Unterricht aufzunehmen.

27 Lehrer werden Gruppe 2 und 3 zugeordnet. Diese Lehrer haben deutlich geringeres Interesse, mit der Universität zu kooperieren oder sich für die Umsetzung ihrer Erwartungen in Fortbildungen zu engagieren. Während 40,4 % der Lehrer (Gruppe 2) ein gewisses Interesse an der Zusammenarbeit zeigen, ist dies für 11,5 % der Lehrer (Gruppe 3) wenig wichtig. Lediglich ein Drittel der Lehrer aus Gruppe 2 und 3 plant eine Erprobung der Anregungen aus den Fortbildungen.

Nur zwei Lehrer (3,8 %) können in Gruppe 4 eingeordnet werden. Diese kleine Lehrerguppe wünscht eine Zusammenarbeit mit der Universität, in der sie Erfahrungen austauschen können. Die zwei Lehrer sind jedoch nur wenig daran interessiert, Fortbildungsthemen oder Veranstaltungsschwerpunkte auszuwählen. Des Weiteren können sie sich nicht vorstellen, die neuen Unterrichtsmaterialien in ihrem Unterricht zu erproben. Eventuell suchen diese Lehrer in Fortbildungen vor allem Gespräche über aktuelle schulische Probleme, sind jedoch weniger an einer inhaltlichen oder methodischen Weiterentwicklung ihres Chemieunterrichts interessiert.

### 6.3.3 Erwartungen an die Fortbildungen und Bewertung der Veranstaltungen

Viele der befragten Chemielehrer besuchen Fortbildungen, sowohl um sich fachlich, als auch fachdidaktisch weiterzubilden (siehe Tab. 22). Die Lehrer möchten darüber hinaus neue Materialien in ihrem Chemieunterricht einsetzen.

Tab. 22: Gründe für den Fortbildungsbesuch

Gründe	Anteil der Lehrer
Fachliche Weiterbildung	78,1 %
Fachdidaktische Weiterbildung	73,7 %
Einsatz neuer Materialien im Chemieunterricht	86,0 %
Erwartung des Arbeitgebers	4,4 %

Grund für den Besuch der Veranstaltungen ist demnach vor allem die intrinsische Motivation der Lehrer, sich fortzubilden und ihren eigenen Chemieunterricht weiterzuentwickeln. Dagegen bildet sich nur ein sehr geringer Anteil der Befragten fort, weil es der Arbeitgeber von ihnen erwartet.

Nach der Dienstordnung für Lehrer der staatlichen Schulen Thüringens sind Thüringer Lehrer zur Fortbildung verpflichtet.<sup>190</sup> Nach den Angaben der Fachberater wird der Besuch von Fortbildungen derzeit jedoch wenig überprüft oder honoriert, was eine Ursache dafür sein kann, dass die Erwartungen des Arbeitgebers für die befragten Lehrer solch geringe Rolle spielen.

Wie Abb. 24 zeigt, besuchen viele Lehrer Fortbildungen der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik mit der Erwartung, neue Experimente für ihren Chemieunterricht kennen zu lernen. Dagegen steht für einen geringeren Teil der Lehrer im Vordergrund, Informationen zu neuen Unterrichtsmethoden oder Anregungen für einen alltagsorientierten Chemieunterricht zu erhalten. Selbst die Veranstaltungen zu Lernzirkeln wurden von mehr Lehrern mit der Erwartung besucht, neue Experimente kennen zu lernen, als mit dem Wunsch sich mit der Unterrichtsmethode Lernzirkel anhand von praktischen Unterrichtsbeispielen auseinanderzusetzen.

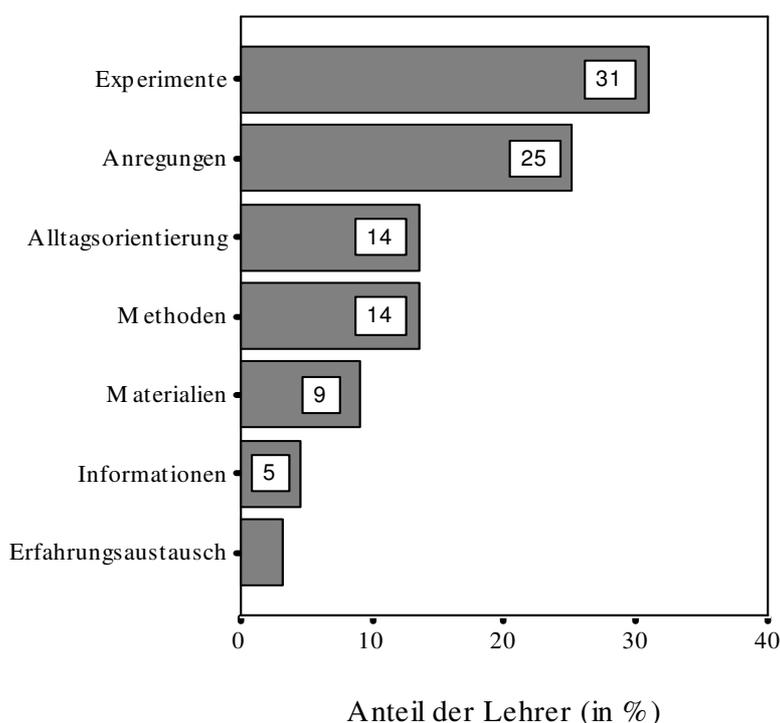


Abb. 24: Erwartungen der Lehrer an die Fortbildungsveranstaltungen

25 % der Lehrer hoffen durch die Fortbildungen, neue Anregungen für ihren Unterricht zu erhalten. Wie die folgenden Zitate zeigen, wollen 9 % der Lehrer nicht nur Anregungen sammeln, sondern erwarten vor allem, erprobte Unterrichtsmaterialien für den direkten Einsatz im Unterricht ausgehändigt zu bekommen.

„Praktisch verwendbare Informationen und anwendungsbereites Material direkt für den Unterrichtsgebrauch zu erhalten.“

„Ein unmittelbarer Nutzen muss erfolgen, z.B. konkrete Arbeitsblätter oder Vorbereitungen, keine Aufbereitung anschließend.“

<sup>190</sup> FREISTAAT THÜRINGEN KULTUSMINISTERIUM: Dienstordnung für Lehrer, Erzieher und Sonderpädagogische Fachkräfte an den staatlichen Schulen in Thüringen, <http://www.thueringen.de/de/tkm/schule/index.html>, Zugriff 12.05.2005

Dagegen gaben nur wenige Lehrer in den Fragebögen an, sich einfach informieren oder ihre fachlichen oder fachdidaktischen Kenntnisse erweitern zu wollen. Für den überwiegenden Teil der Lehrer ist es somit wichtig, in Fortbildungen einen deutlichen Bezug zu ihrem Chemieunterricht zu erkennen.

Nur wenige Lehrer nahmen an den Fortbildungen mit der Erwartung teil, sich mit anderen Lehrern über Chemieunterricht auszutauschen. Eine Ursache dafür kann sein, dass die Veranstaltungen im Vorfeld als einführender Vortrag und Praktikum angekündigt wurden, ein Erfahrungsaustausch unter Lehrern dagegen nicht angesprochen wurde.

Die Lehrer besuchen Fortbildungen mit vielen unterschiedlichen Erwartungen. Wie Tab. 23 zeigt, haben dagegen nur wenige Lehrer vor Besuch der Fortbildungen Befürchtungen. Folgende Aspekte wurden dabei angesprochen: 8,6 % der Lehrer befürchteten im Vorfeld, die Fortbildung könne zu wissenschaftlich oder zu theoretisch sein. Sie fragten sich dabei insbesondere, ob die vorgestellten Konzepte in der Schule umsetzbar sind. Andere waren skeptisch, ob sie in der Veranstaltung etwas Neues erfahren könnten. Eine einzelne Lehrerin bezweifelte, ob durch alltagsorientierte Unterrichtseinheiten fachliche Konzepte vermittelt werden können. Ihre Sorge war, dass durch eine Art „Spaßchemie“ lediglich das Interesse der Schüler geweckt werden kann. Diese Angaben können darüber Aufschluss geben, warum andere Chemielehrer durch das Fortbildungsangebot nicht angesprochen werden.

Tab. 23: Befürchtungen der Lehrer vor dem Fortbildungsbesuch

Befürchtungen	Anteil der Lehrer
Keine Befürchtungen	88,0 %
zu wissenschaftlich und zu theoretisch, nicht in der Schule umsetzbar	8,6 %
Langweilig, nichts Neues	2,7 %
Nur „Spaßchemie“	0,7 %

Der Aufbau der Fortbildungsveranstaltungen aus einem zwanzig bis dreißigminütigen Vortrag und einem anschließenden etwa neunzigminütigen Praktikum gefällt 95,2 % der Lehrer gut bis sehr gut. Nur 4,8 % der Lehrer sagt diese Art von Veranstaltung weniger zu. Dabei gefällt den Lehrern insbesondere die Verbindung von Theorie und Praxis. Viele loben die anschauliche und interessante Einführung in das Thema.

„Das ‚kleine Lexikon‘ ist gut als Einführung ins Thema – auch bei Schülern – geeignet; der Vortrag enthielt viele Aspekte, die ich nicht kannte, sehr interessant.“

Einige Lehrer wünschen jedoch eine kürzere theoretische Einführung. Für sie steht die praktische Arbeit in der Veranstaltung im Vordergrund.

„Anfangsteil gern etwas kürzer – Praktika in jedem Fall sehr gut.“

„kurze Sachinfo ist Spitze, nicht zu viel Blabla. Experimente müssen sein. Es ist gut, auch als Lehrer alles auszuprobieren.“

Der praktische Veranstaltungsteil ist für viele Lehrer wichtig, um sich mit den vorgestellten Unterrichtsmaterialien auseinanderzusetzen. Sie möchten dabei vor allem Experimente, Modelle und Spiele selbst ausprobieren, um deren Umsetzbarkeit besser einschätzen zu können.

„Durch das Ausprobieren konnte ich mich von der Anwenderfreundlichkeit der Versuche überzeugen.“

„Praktikum gut, damit der Aufwand besser zu beurteilen ist.“

Nicht alle Fortbildungen waren gleich aufgebaut: Während in den Fortbildungen zu alltagsorientierten Schülerpraktika wie „Haushaltsreiniger“ fachliche Hintergründe vorgestellt wurden, fand in den Veranstaltungen zu Lernzirkeln eine methodische Einführung statt. Diese beiden Veranstaltungsarten mit fachlicher bzw. methodischer Einführung werden von den Lehrern als gleich gut bewertet. 88,5 % der Lehrer wünschen allerdings keine rein methodische Ausrichtung der Veranstaltungen.

Vielen Lehrern sagt es sehr zu, dass ihnen in den Fortbildungen Unterrichtsmaterialien bereitgestellt werden, die sie direkt im Unterricht einsetzen können. So wünschen 62,2 % der Befragten, dass in Fortbildungen „fertige“ Unterrichtsmaterialien vorgestellt werden. Dagegen möchten nur 38,8 % der Lehrer in Fortbildungen vor allem Ideen sammeln und bevorzugen es, später eigene Unterrichtsmaterialien zu erstellen. Demnach sind die Erwartungen der Lehrer an die in Fortbildungen bereitgestellten Unterlagen als sehr unterschiedlich zu bezeichnen.

In einem weiteren Item wurden die Fortbildungsteilnehmer aufgefordert, die vorgestellten Experimente und Lernstationen zu bewerten. Dafür stand ihnen eine Notenskala von 1 („sehr gut geeignet“) bis 6 („nicht umsetzbar“) zur Verfügung (siehe Kapitel 5.3 und Anhang 1). Aus der Summe der Einzelbewertungen kann eine durchschnittliche Bewertung ermittelt werden, die eine Aussage darüber erlaubt, für wie gut geeignet die Lehrer die vorgestellten Schülerpraktika und Lernzirkel erachten. Die Bewertung der Einzelveranstaltungen liegt zwischen 1,5 und 2,0 (siehe Tab. 24, Seite 101). Als durchschnittliche Gesamtbewertung ergibt sich die Note 1,7.

Dabei bewerten die Teilnehmer regionaler Lehrerfortbildungen die vorgestellten Unterrichtsmaterialien mit einer Durchschnittsnote von 1,6 signifikant besser als die Teilnehmer zentraler Lehrerfortbildungen (Durchschnittsnote 1,8).<sup>191</sup> Es ergibt sich allerdings kein signifikanter Unterschied in der durchschnittlichen Bewertung der einzelnen Unterrichtseinheiten oder von Schülerpraktika und Lernzirkeln. Somit halten die Lehrer die vorgestellten Unterrichtsmaterialien als gut bis sehr gut für einen Einsatz im Chemieunterricht geeignet. Es fällt jedoch auf, dass die Bewertung des Lernzirkels „Carbonsäuren“ sehr stark streut, was darauf verweist, dass insbesondere dieser Lernzirkel sehr unterschiedlich bewertet wird.

---

<sup>191</sup> U-Test nach Mann und Whitney mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,018$

Tab. 24: Bewertung der vorgestellten Praktika und Lernzirkel

Thema	Bewertung (Median)	Streuung (Interquartilbereich)	Anzahl der Lehrer
Praktikum Haushaltsreiniger	1,6	0,6	53
Praktikum Tee	2,0	0,5	18
Praktikum Milch	1,6	1,0	9
Praktikum Glas	1,7	0,4	8
Praktikum Chemie in der Federtasche	1,9	0,5	5
Lernzirkel Carbonsäuren	1,6	1,4	37
Lernzirkel Duft- und Aromastoffe	1,5	0,8	27
Lernzirkel Katalyse	1,8	0,8	23
Alle Unterrichtseinheiten	1,7	0,7	180

Viele Lehrer begründeten in den Fragebögen kurz, warum sie ausgewählte Experimente bzw. Lernstationen für geeignet bzw. ungeeignet erachten. Aus ihren Angaben können Kriterien abgeleitet werden, anhand derer Lehrer Schülerexperimente und Lernstationen beurteilen. Während 61,9 % der Lehrer, die Fortbildungen zu Schülerpraktika besuchten, ihre Bewertung begründeten, machten nur 37,1 % der Lehrer, die an Fortbildungen zu Lernzirkeln teilnahmen, eine entsprechende Angabe. Ihr Anteil ist nach dem Chi-Quadrat-Test signifikant geringer, was Hinweis darauf gibt, dass viele Lehrer noch kein Kategoriensystem mit Kriterien zur Bewertung offener Lernangebote wie Lernzirkel entwickelt haben.<sup>192</sup>

Die Fortbildungsteilnehmer beurteilen Experimente vor allem nach folgenden Kriterien:

- Experimente müssen einen deutlichen Effekt zeigen, den auch jüngere Schüler eindeutig erkennen können.

Unter diesem Aspekt beurteilen die Lehrer z.B. die Versuche „Untersuchung des pH-Wertes verschiedener Reinigungsmittel mit natürlichen Indikatoren“ oder „Herstellung von Farbglass“ als sehr gut. Bei diesen Versuchen ist ein deutlicher Farbumschlag zu erkennen. So entsteht bei der Glasherstellung ein neues Produkt, das sich in Aussehen und Eigenschaften stark von den Ausgangsstoffen unterscheidet. Als weniger gut bewerten die Lehrer dagegen den Versuch „Entglasen eines Glasstabs“, weil die sehr kleinen kristallinen Bereiche ihrer Meinung nach für Schüler schwer zu erkennen sind.

<sup>192</sup> Chi-Quadrat-Test nach Pearson mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,011$

- Experimente müssen einfach durchführbar sein und mit hoher Wahrscheinlichkeit gelingen, so dass sie auch von Schülern in der Sekundarstufe I realisiert werden können.

Unter diesem Aspekt bewerten die Lehrer z.B. die Untersuchung des pH-Wertes und der elektrischen Leitfähigkeit von Reinigungsmitteln als sehr gut. Des Weiteren bezeichnen sie den Versuch „Sublimation von Koffein“ als geeigneten Schülerversuch, um auf einfache Weise Koffein aus Tee zu extrahieren. Einige Lehrer halten dagegen den Versuch „Bestimmung des NaOH-Gehalts von Abflussreiniger“ wegen der geforderten präzisen Arbeit mit Bürette und Maßlösung für Schüler der achten Klasse als ungeeignet. Ebenso bewerten sie den Nachweis von Aluminium in Abflussreinigern über die Reaktion mit verdünnter Säure als wenig geeignet, da die Knallgasprobe mit der vorgestellten Apparatur erst dann gelingt, wenn die Schüler einige Minuten warten, bis sich ausreichend Wasserstoff gebildet hat.

- Experimente müssen auf den fachlichen Vorkenntnissen der Schüler aufbauen.

Die Lehrer loben das Praktikum „Haushaltsreiniger“, weil die fachlichen Grundlagen von Schülern einfach nachzuvollziehen sind. Als ungeeignet bezeichnen sie dagegen z.B. die Versuche zur Absorption von UV-Strahlung durch Glas oder Chlorophyll.

- Experimente sollen im zeitlichen Rahmen einer Unterrichtsstunde mit Vor- und Nachbereitung realisierbar sein.

Die Lehrer bezeichnen die Versuche „Spitzer als Batterie“ oder „Herstellung von Geheimtinten“ als sehr gut geeignet, da sie auch von ungeübten Schülern in maximal zehn Minuten durchgeführt werden können. Für weniger geeignet erachten Lehrer dagegen z.B. die dünn-schichtchromatografische Untersuchung eines Teeextrakts auf Koffein (Dauer ca. 25 min), den Modellversuch zur Wirkungsweise von Abflussreinigern (mit einer Wartezeit von circa 10 Minuten) oder die Herstellung von Farbpigmenten (mit einer Trockenzeit von 24 Stunden).

- Experimente dürfen kein Sicherheits- oder Gesundheitsrisiko für Schüler und Lehrer darstellen.

Die Lehrer lehnen z.B. einen Versuch zur Extraktion von Koffein aus Tee mit Hilfe von Chloroform ab, da Experimente mit Chloroform (fruchtschädigend) für Schüler nicht gestattet sind.

- Experimente sollten mit einer Grundausstattung an Geräten und Chemikalien realisierbar sein.

Die Lehrer loben z.B. das Praktikum „Haushaltsreiniger“, weil nur Alltagsprodukte sowie Geräte und Chemikalien, die an Schulen vorhanden sind, eingesetzt werden. Dagegen lehnen sie Experimente ab, bei denen mit UV-Lampen, Fertigplatten für die Dünnschichtchromatografie oder auch empfindlichen Mikromotoren gearbeitet wird.

Darüber hinaus bewerten es die Lehrer als positiv, wenn Experimente einen Bezug zum Alltag der Schüler aufweisen und Alltagsprodukte wie etwa Bonbons, Emailleüberzüge oder Glas hergestellt werden. Auch die Untersuchung von Inhaltsstoffen der Milch beurteilen sie unter diesem Aspekt als sehr gut.

Lernzirkel bewerten die Lehrer vor allem unter folgenden zwei Gesichtspunkten:

- Lernstationen müssen die kognitiven Fähigkeiten der Schüler berücksichtigen, damit sie sich selbstständig Fachinhalte aneignen können.

Ein Teil der Regelschullehrer bewertet den Lernzirkel „Carbonsäuren“ als zu komplex. So merkten sie auf dem Fragebogen an, dass Texte mit ein bis zwei DIN A4-Seiten zu lang und die Arbeitsaufgaben insgesamt zu umfangreich sind. Nach Ansicht der Lehrer müssen die Aufgabenstellungen einen deutlicheren Bezug zu den vorgestellten Inhalten haben und die Schüler darüber hinaus auffordern, die wichtigsten Fachinhalte kurz zusammenzufassen. Ihrer Meinung nach können die Schüler nur so angeleitet werden, sich selbstständig fachliche Inhalte anzueignen. Bei der Gestaltung der Lernstationen ist weiterhin darauf zu achten, dass die Schüler die an sie gestellten Arbeitsaufgaben sofort erkennen und eindeutig verstehen können. Bei Spielen sollten Lösungskarten vorbereitet werden, mit deren Hilfe Schüler ihre Ergebnisse selbst überprüfen können.

- Lernzirkel müssen im Unterrichtsalltag mit vertretbarem Aufwand realisierbar sein.

Die meisten Lehrer gingen in dem Fragebogen auf diesen Aspekt ein. So müssen neue offene Unterrichtsformen wie Lernzirkel nach Ansicht der Lehrer mit vertretbarem Aufwand vorzubereiten und im Unterricht umzusetzen sein. Viele Lehrer beurteilen die Lernzirkel „Carbonsäuren“, „Katalyse“ und „Duft- und Aromastoffe“ nach diesem Kriterium als gut geeignet.

Da sehr viele Lehrer Fortbildungen besuchen, um neue Experimente kennen zu lernen, wurde die Rolle von Schülerexperimenten im Chemieunterricht der Fortbildungsteilnehmer mit Hilfe des Fragebogens untersucht. Wie Abb. 25 zeigt, führen die befragten Lehrer durchschnittlich ein- bis zweimal pro Monat und Klasse Schülerexperimente durch.

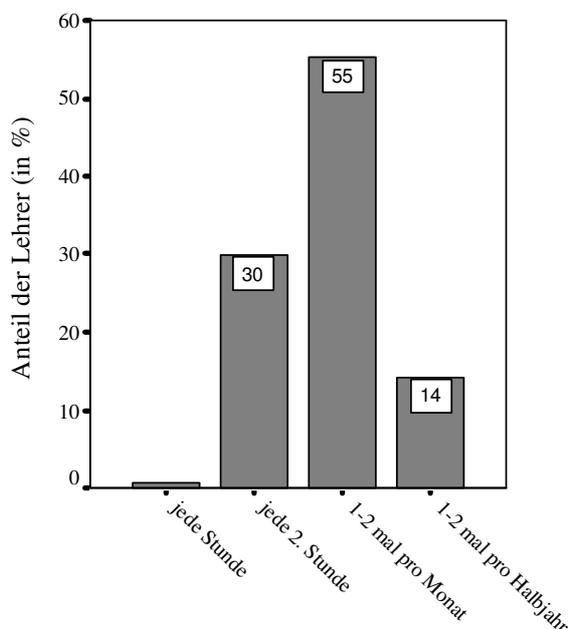


Abb. 25: Häufigkeit von Schülerexperimenten im Unterricht der Fortbildungsteilnehmer

Die Angaben streuen jedoch stark. Während 30 % der Lehrer jede zweite Stunde experimentieren, führen 14 % der Lehrer nur circa ein bis zweimal pro Halbjahr Schülerexperimente durch.

Die Lehrer wurden in diesem Zusammenhang befragt, welche Unterstützung sie benötigen, um häufiger Schülerexperimente durchzuführen. Diese Frage wurde nur von 42,0 % der Lehrer beantwortet, was ein Hinweis sein könnte, dass dieser Aspekt für viele kein Problem darstellt. Da die Frage jedoch signifikant häufiger von Lehrern beantwortet wurde, die nur selten Schülerexperimente durchführen, kann aus den Angaben ermittelt werden, welche Unterstützung insbesondere diese Lehrer benötigen.

Wie in Tab. 25 dargestellt, steht für die Lehrer eine Unterstützung in Form von neuen Ideen oder Unterrichtsmaterialien, die durch Fortbildungen geleistet werden kann, erst an dritter Stelle. Die meisten Wünsche betreffen eine Veränderung der Schulsituation, insbesondere in Bezug auf die finanzielle Unterstützung sowie schulorganisatorische Fragen. So wünschen die Lehrer kleinere Klassen und eine bessere Ausstattung an Geräten und Chemikalien. Einige Lehrer können den Chemieraum nicht in allen Unterrichtsstunden nutzen und schon aus diesem Grund nicht häufiger experimentieren. Weiterhin gaben die Lehrer bei der Befragung an, dass sie mehr Zeit für die Vor- und Nachbereitung von Experimenten benötigen. Einige sprechen sich deshalb für eine Freistellung der Chemielehrer von Pausenaufsichten aus. Andere wünschen sich eine inhaltliche Entlastung des Lehrplans, um im Unterricht mehr Zeit für das Experimentieren zu haben.

Tab. 25: gewünschte Unterstützung

Unterstützung	Anteil der Lehrer
Kleinere Schülergruppen	54,0 %
Bessere Ausstattung (Geräte, Chemikalien)	28,0 %
Neue Ideen und Unterrichtsmaterialien	16,0 %
Mehr Zeit für Vor- und Nachbereitung von Schülerexperimenten	14,0 %
Geringere Stofffülle im Lehrplan	12,0 %
Chemieraum häufiger nutzen können	8,0 %

Demnach hat die Schulsituation großen Einfluss darauf, ob Chemielehrer bereit sind, Schülerexperimente durchzuführen oder nicht. Da Lehrerfortbildung nur eine Unterstützung in Form neuer Ideen und Materialien bieten kann, ist die Frage skeptisch zu betrachten, ob durch Fortbildungsmaßnahmen erreicht werden kann, dass Chemielehrer häufiger experimentieren oder auch ihren Unterricht methodisch umgestalten.

### 6.3.4 Geplante Umsetzung der Anregungen aus Fortbildungen

Wie in Kapitel 6.3.3 dargestellt, besuchen viele Lehrer die Fortbildungen, um neue Materialien in ihrem Unterricht einzusetzen. Nach Fortbildungsbesuch können sich jedoch nur 52,1 % der Befragten vorstellen, ein Schülerpraktikum bzw. einen Lernzirkel zum vorgestellten Unterrichtsthema in die Praxis umzusetzen. Dagegen planen 47,9 % der Lehrer, lediglich einzelne Experimente oder Lernstationen zu erproben.

Die statistische Analyse der Daten zeigt, dass eine hochsignifikante Korrelation zwischen der geplanten Umsetzung und der Bewertung der Praktika bzw. Lernzirkel besteht.<sup>193</sup> Wie Abb. 26 zeigt, möchten 59,6 % der Lehrer, die die Unterrichtsmaterialien als sehr gut (Note 1,0-1,4) bewerten, diese in der Praxis umsetzen. Dagegen planen nur 40,0 % der Lehrer, die die Unterrichtsmaterialien mit 2,5-3,2 benoten, das Praktikum bzw. den Lernzirkel in der Schule zu erproben. Somit hat die Qualität der vorgestellten Unterrichtsmaterialien großen Einfluss darauf, ob die Anregungen von den Lehrern in der Praxis umgesetzt werden oder nicht.

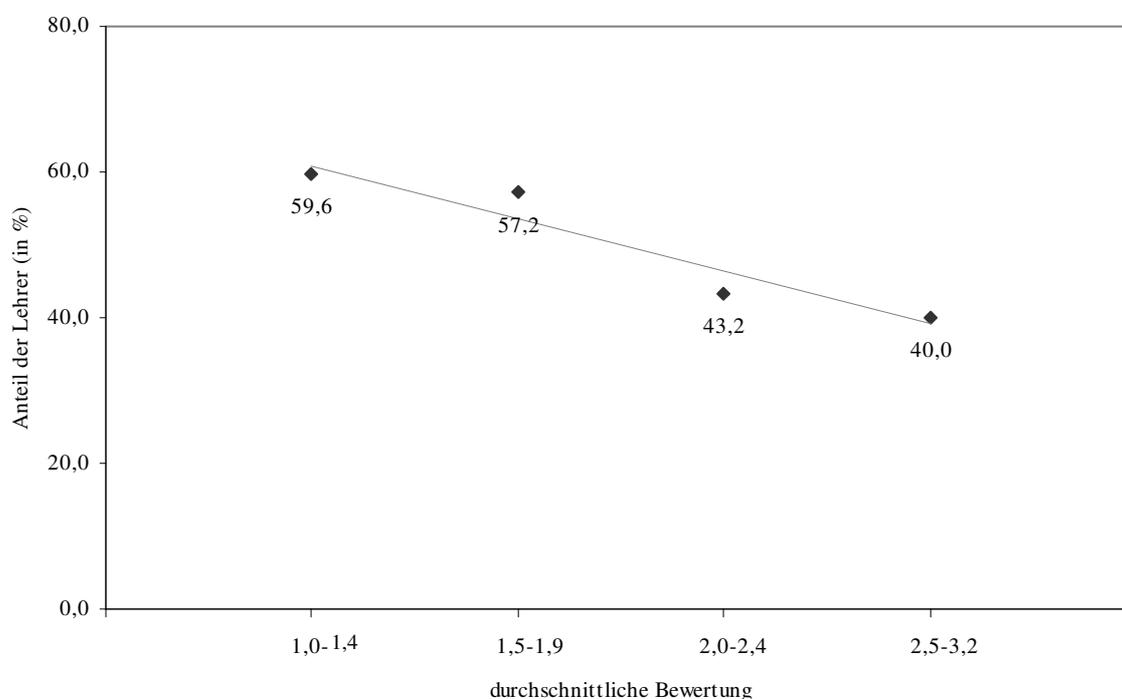


Abb. 26: Anteil der Lehrer, die die Unterrichtseinheit umsetzen möchten  
(1 = „sehr gut geeignet“ – 6 „nicht geeignet“)

Darüber hinaus spielen jedoch weitere Einflussfaktoren eine Rolle. Wie in Kapitel 6.3.3 dargestellt, bewerten die Teilnehmer regionaler Lehrerfortbildungen die Unterrichtsmaterialien durchschnittlich etwas besser als die Teilnehmer zentraler Lehrerfortbildungen. Dennoch plant ein signifikant geringerer Anteil der Teilnehmer regionaler Lehrerfortbildungen eine Umsetzung der Unterrichtseinheiten (siehe Tab. 26).<sup>194</sup>

<sup>193</sup> Test auf lineare Korrelation nach Spearman mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,010$

<sup>194</sup> Chi-Quadrat-Test nach Spearman mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,014$

Tab. 26: geplante Umsetzung der Unterrichtsmaterialien im Unterricht

Anteil der Lehrer	Teilnehmer regionaler Fortbildungen	Teilnehmer zentraler Fortbildungen
Auswahl einzelner Versuche oder Lernstationen	56,4 %	27,8 %
Umsetzung der kompletten Unterrichtseinheit	43,6 %	72,2 %

Somit sind die Teilnehmer regionaler Lehrerfortbildungen weniger offen dafür, Anregungen aus Fortbildungen in den Unterricht aufzunehmen. Gleichzeitig bedeutet es, dass die persönliche Bereitschaft der Lehrer, Neues auszuprobieren, entscheidenden Einfluss darauf hat, ob sie Anregungen aus Fortbildungen in ihre Unterrichtspraxis aufnehmen oder nicht.

Des Weiteren zeigt sich, dass nur ein Anteil von 52,9 % der Lehrer, die die vorgeschlagenen Unterrichtseinheiten umsetzen wollen, diese auch im „normalen“ Chemieunterricht realisieren möchten (siehe Abb. 27). Dagegen planen 47,1 % der Lehrer eine Umsetzung an Projekttagen oder in Chemie-Arbeitsgemeinschaften.

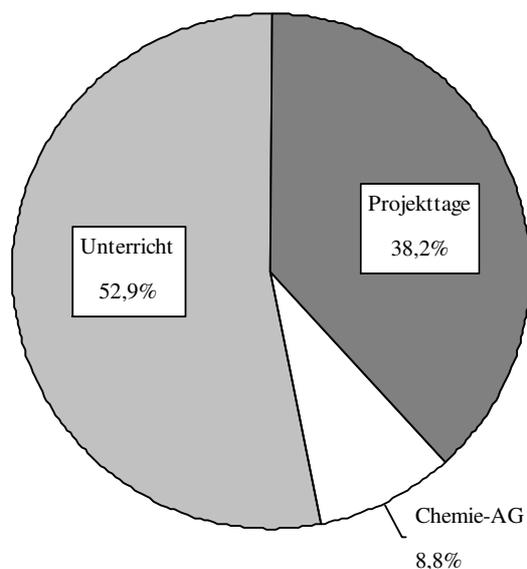


Abb. 27: Zeitpunkt der geplanten Umsetzung der Unterrichtseinheit

Dabei können sich signifikant mehr Lehrer vorstellen, am Lehrplan orientierte Unterrichtseinheiten wie z.B. „Haushaltsreiniger“ oder „Carbonsäuren“ im regulären Chemieunterricht zu erproben.<sup>195</sup> Nur 17,8 % der Lehrer möchten dagegen alltagsorientierte Schülerpraktika wie „Glas“ oder „Chemie in der Federtasche“ in normalen Unterrichtsstunden umsetzen.

<sup>195</sup> Chi-Quadrat-Test nach Pearson mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,026$

Zusammenfassend lässt sich aus der schriftlichen Befragung ableiten, dass sich nur etwa ein Drittel der Chemielehrer nach Fortbildungsbesuch vorstellen kann, die Schülerpraktika bzw. Lernzirkel zu den vorgestellten Unterrichtsthemen im Chemieunterricht umzusetzen. Die methodischen und konzeptuellen Anregungen aus den Fortbildungen fließen demnach nur in begrenztem Umfang in den Chemieunterricht ein. Dabei wird die Umsetzung offener und alltagsorientierter Unterrichtseinheiten maßgeblich durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Die Qualität der vorgestellten Unterrichtsmaterialien,
- Die Übereinstimmung der curricularen Elemente mit Lehrplanvorgaben,
- Die Bereitschaft der Lehrer, neue Unterrichtseinheiten zu erproben.

Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass auch die Schulsituation großen Einfluss darauf hat, dass Lehrer bereits sind, ihren Unterricht weiterentwickeln oder nicht (siehe Kapitel 6.3.3). Um zu untersuchen, ob weitere Faktoren hier eine Rolle spielen, wurden Interviews mit drei Chemielehrerinnen durchgeführt.

## 6.4 Auswertung der Interviewstudie mit drei Chemielehrerinnen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Interviews mit drei Chemielehrerinnen durchgeführt, um zu untersuchen, welche Faktoren Einfluss auf die Umsetzung von Anregungen aus Lehrerfortbildungen haben. Bei den Befragten handelt es sich um drei fortbildungsaktive Lehrerinnen, die im Untersuchungszeitraum zwischen fünf und acht Fortbildungen der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik besuchten. Des Weiteren beteiligten sie sich an der Erarbeitung von Lernzirkeln und erprobten diese gemeinsam mit Studierenden in ihrem Chemieunterricht. Da die Interviews nach der Erprobung der erarbeiteten Lernzirkel durchgeführt wurden, konzentrieren sie sich auf die Erfahrungen der Lehrerinnen mit den gemeinsam entwickelten Lernzirkeln.

Die drei Lehrerinnen planen, die gemeinsam erarbeiteten Lernzirkel wieder in ihrem Chemieunterricht einzusetzen. Eine Lehrerin hatte den Lernzirkel zum Zeitpunkt der Befragung bereits in einer anderen Klasse erprobt. Außerdem setzten die Lehrerinnen in den vergangenen zwei Jahren verschiedene Praktika und Lernzirkel, die in den Fortbildungen vorgestellt wurden, in ihren Klassen um. Dennoch erklären sie in den Interviews, dass offene Unterrichtsformen nur eine relativ geringe Rolle in ihrem Unterricht spielen, der weiterhin stark durch Frontalunterricht geprägt ist. Die Lehrerinnen realisieren eher weniger umfangreiche offene Arbeitsphasen wie Schülerexperimente oder Gruppenarbeit als etwa ein ganzes Praktikum oder einen Lernzirkel. Eine Lehrerin gibt bei der Befragung an, dass selbst Schülerexperimente in ihrem Unterricht häufig zu kurz kommen.

„Offener Unterricht ist bei mir zu finden, aber nicht durchgängig – vorwiegend frontal.“

„Lernzirkel sind im Unterricht wichtig, sind aber nicht das, was den Unterricht in der Breite ausmacht. [...] Über das hinaus, was durch die Studierenden hineingetragen wird, muss ich ehrlich sagen, [mache ich] relativ wenige Lernzirkel – eher dann Gruppenarbeit, vor allem auch beim Experimentieren. Ich bilde Gruppen, die ich gemeinsam vorbereiten und auswerten lasse.“

Die Lehrerinnen erachten offene Unterrichtsformen für wichtig, um das Interesse der Schüler am Chemieunterricht zu wecken und Sozialkompetenz zu entwickeln.

„Das war ja der große Vorteil dieser Lernzirkel. Seit dieser Zeit war die ganze Klasse, die ja an Chemie nicht sehr interessiert war und insgesamt so eine pessimistische Haltung zum Unterricht

hatte, durchaus an Chemie interessiert. Gerade durch das Experimentieren waren die Schüler aufgeschlossener gegenüber dem Fach.“

„Für die Persönlichkeitsbildung der jungen Menschen ist das Zusammenarbeiten natürlich sehr wichtig.“

Des Weiteren beurteilen sie offene Unterrichtsmethoden als wertvoll, um einen kooperativen Austausch unter den Schülern über fachliche Inhalte anzuregen.

„Also, dass die Schüler sich miteinander austauschen, dass Informationen auf einfache Weise von einem Schüler zum anderen weitergegeben werden können, dass die Schüler zusammen vielleicht Problemlösungen finden können. Das ist auch ganz wichtig, dass man denen nicht vorsetzt, sondern dass sie die Möglichkeit haben, das eine oder andere auszudiskutieren.“

Dennoch schätzen sie es nicht als sinnvoll ein, mehr als etwa einen Lernzirkel pro Klasse und Halbjahr einzusetzen. Sie empfinden es als problematisch, dass sie im offenen Unterricht die Arbeit und die Lernfortschritte der Schüler nicht ausreichend kontrollieren können, wobei sie insbesondere befürchten, dass sich nicht alle Schüler intensiv mit dem Unterrichtsstoff auseinandersetzen. Ihrer Erfahrung nach übernehmen Schüler nicht immer Verantwortung für das eigene Lernen.

„Fakt ist, dass nicht immer Hundertprozentig gelingt, in einer Gruppenarbeit oder einer Freiarbeit zu kontrollieren oder zu gewährleisten, dass sich jeder Schüler wirklich intensiv beteiligt. Viele lehnen sich zurück, lassen die anderen machen und profitieren von dem Ergebnis.“

„Also die Schüler motiviert das schon. Aber sie sehen nicht so Hundertprozentig die Konsequenzen: Dass sie, wenn sie den Lernzirkel durchlaufen haben, das dann können sollen. Und deshalb kostet so ein Lernzirkel ganz viel Zeit.“

Aus diesem Grund sehen sie die Vermittlung fachlicher Kenntnisse erst dann als gesichert an, wenn eine intensive Nachbereitung der offenen Unterrichtsphase stattfindet.

„Da muss ich jetzt zwei, drei Stunden diese Lernstationen machen. Damit am Ende auch etwas herauskommt, muss ich es auswerten.“

„Das ist für mich eine Schwäche, die Ergebnisse zu sichern.“

Insgesamt erscheint ihnen offener Unterricht deshalb als sehr zeitaufwendig, weshalb sie eine Erklärung durch den Lehrer oft als effektiver einschätzen, um fachliche Inhalte zu vermitteln. Gerade wenn sie durch die Stofffülle im Lehrplan Zeitdruck empfinden, greifen sie auf bewährte Strategien zurück.

„Der Lehrplan ist so voll gepackt mit Informationen, dass man z.B. lieber das Experiment weglässt und an dessen Stelle doch eher eine Erklärung nachschiebt.“

Die Antworten der Lehrer belegen, dass der Einsatz neuer offener Unterrichtsformen insbesondere für die Lehrer - und weniger für die Schüler - ein Überdenken gewohnter Lehr- und Lernstrategien bedeutet. Dabei haben sowohl das theoretische Wissen der Lehrer (z.B. „Für die Persönlichkeitsbildung der jungen Menschen ist das Zusammenarbeiten natürlich sehr wichtig.“) als auch ihre Erfahrungen (z.B. „Viele lehnen sich zurück, lassen die anderen machen und profitieren von dem Ergebnis.“) großen Einfluss auf ihre Bereitschaft, diese neuen Unterrichtsmethoden in ihrem Chemieunterricht anzuwenden. Folglich bestimmen das theoretische Wissen und die Erfahrungen von Lehrern die Umsetzung methodischer Anregungen aus Fortbildungen in die Unterrichtspraxis.

## 6.5 Zusammenfassung und Bewertung

Die Auswertung der Interviews mit Thüringer Fachberatern zeigt, dass die Fachberatern in den 13 Thüringer Schulamtsbereichen die Aufgabe übernehmen, Chemielehrer über neue curriculare Entwicklungen, Prüfungsanforderungen und das Gefahrstoffrecht zu informieren (siehe Kapitel 6.1). Es handelt es sich bei ihnen um eine Gruppe besonders fortbildungsaktiver Lehrer, die großes Interesse an einem Erfahrungsaustausch mit Kollegen haben. Darüber hinaus möchten sie sich über den normalen Unterricht hinaus mit fachlichen und fachdidaktischen Fragestellungen beschäftigen. Die Interviews belegen, dass die Fachberater geeignete Partner für den Aufbau eines regionalen Fortbildungsnetzwerkes sind. So zeigen sie sich an einer Zusammenarbeit mit der Universität interessiert, um den Lehrern ihres Schulamtsbereichs ein umfangreiches regionales Fortbildungsprogramm zu bieten. Dabei ist es für sie besonders wichtig, neue Anregungen in den Kreis der Lehrer, die oft schon seit Jahren zusammenarbeiten, zu tragen. Die Zusammenarbeit wird auch durch die übergeordnete Einrichtung, das Thüringer Institut für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien (Thillm), begrüßt und unterstützt. Eine inhaltliche Zusammenarbeit mit den Fachberatern ist möglich, da sie in Abstimmung mit den Lehrern Fortbildungen wünschen, in denen inhaltliche und methodische Anregungen für den Chemieunterricht sowie neue Experimente vorgestellt werden. Sie sprechen sich jedoch zum Teil für eine stärkere Orientierung der Fortbildungsinhalte am Thüringer Lehrplan aus. Weiterhin sind die Fachberater bereit, die Universität bei der Durchführung regionaler Lehrerfortbildungen zu unterstützen, indem sie die Organisation der Veranstaltungen übernehmen. Nach Ansicht der Fachberater ist eine Kooperation auch für die Universität wichtig, um mit dem Fortbildungsangebot mehr Lehrer zu erreichen und einen Erfahrungsaustausch mit den Chemielehrern in der Region anzulegen.

Wie die Auswertung der Interviews zeigt, existieren in Thüringen bereits netzwerkartige Strukturen in der staatlichen Lehrerfortbildung, auf die die Universität aufbauen kann. Die Fachberater sind oft schon viele Jahre in ihrem Einsatzbereich tätig und bemühen sich um eine möglichst individuelle Beratung der Lehrer an den Schulen vor Ort. Ihren Angaben zufolge erreichen sie mit ihrem Fortbildungsangebot jedoch nicht alle Chemielehrer in der Region, sondern nur einen Stamm von Lehrern, der häufig und regelmäßig an ihren regionalen Fortbildungsveranstaltungen teilnimmt. In den Fortbildungen geben die Fachberater als Multiplikatoren Informationen und Anregungen an die Lehrer weiter. Darüber hinaus bieten einige von ihnen Workshops an, um einen kooperativen Austausch unter den Chemielehrern anzulegen. Diese Praxis besteht jedoch nicht in allen Schulamtsbereichen, so dass viele Lehrer eher gewohnt sind, in Fortbildungen eine passive Rolle einzunehmen und lediglich Informationen zu empfangen. Dieses gewohnte Rollenverhalten der Lehrer hat auch Auswirkungen auf die Zusammenarbeit mit der Universität Jena.

Neben der Zusammenarbeit mit Lehrern treffen die Thüringer Fachberater für das Fach Chemie mehrmals pro Schuljahr am Thillm zusammen, wo sie über neue curriculare Entwicklungen oder veränderte Prüfungsanforderungen informiert werden. Dort wird ihnen auch die Gelegenheit gegeben, gemeinsam mit Kollegen Materialien für regionale Lehrerfortbildungen zu erarbeiten. Des Weiteren werden die Fachberater regelmäßig durch die Schulämter fortgebildet. Daneben kooperieren kleinere Gruppen von Fachberatern für das Fach Chemie und ande-

rer naturwissenschaftlichen Fächer, wobei sie vor allem einen intensiven Erfahrungsaustausch mit Kollegen suchen und sich die Arbeit durch gemeinsame Fortbildungsangebote erleichtern.

Das regionale Fortbildungsnetzwerk konnte auf diese bereits bestehenden Strukturen zurückgreifen. Bisher wurden dabei vor allem die Kontakte der Fachberater zu den Chemielehrern ihres Schulamtsbereichs genutzt, indem regionale Fortbildungen in enger Zusammenarbeit mit einer Gruppe von Fachberatern und Lehrern gestaltet wurden. Zukünftig wäre auch eine Zusammenarbeit mit den Thüringer Fachberatern für das Fach Chemie am Thillm bzw. mit kleineren regionalen Fachberatergruppen von Interesse, um stärker noch als bisher an bestehende Kooperationsstrukturen anzuknüpfen und Fachberater als Multiplikatoren zu gewinnen.

Viele angesehene bundesweite Projekte (wie z.B. Sinus oder „Chemie im Kontext“) versuchen, netzwerkartige Strukturen in der Lehrerfortbildung in langjähriger Zusammenarbeit mit Lehrern aufzubauen (siehe Kapitel 3.1). Obwohl in diesen Projekten auf eine enge Kooperation mit staatlichen Institutionen gesetzt wird, wird bisher wenig an bereits bestehende Strukturen angeknüpft. Stattdessen werden neue Lehrergruppen (Schulsets) eingerichtet, aus denen möglichst viele Tochtergruppen ausgegründet werden sollen (Filiation). Dabei sollen ausgewählte Lehrer eine Rolle übernehmen, die in Thüringen heute schon die Fachberater ausfüllen. An der Friedrich-Schiller-Universität Jena wird es deshalb als effektiver angesehen, an bestehende Strukturen anzuknüpfen und auf die oft langjährige Vorarbeit von Fachberatern aufzubauen.

Die Auswertung der Teilnehmerlisten von Lehrerfortbildungen zeigt, dass durch regionale Lehrerfortbildung ein besonders hoher Anteil der Lehrer aus der Zielregion erreicht werden kann (siehe Kapitel 6.2). So nahmen im Untersuchungszeitraum insgesamt 30,2 % der Ostthüringer Chemielehrer an Fortbildungen der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik teil. Wiederum 70,1 % dieser Lehrer konnten nur durch das Angebot regionaler Lehrerfortbildungen an Schulen in ihrer Nähe erreicht werden. 14,7 % der Lehrer besuchten sowohl regionale, als auch zentrale Fortbildungen an der Universität Jena. Durch den Aufbau eines dichten Fortbildungsnetzwerkes konnten insbesondere weniger mobile Lehrer erreicht werden. So waren bei durchschnittlichen Anfahrtstrecken von nur 14 Kilometern sehr viele Ostthüringer Lehrer bereit, an Fortbildungen der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik teilzunehmen. Darüber hinaus nahmen Regelschullehrer signifikant häufiger an regionalen als an zentralen Lehrerfortbildungen teil. Wie die Auswertung der Fragebögen zeigt, spielt dabei nicht die kurze Anfahrt die entscheidende Rolle. Vielmehr scheint die Zusammenarbeit mit Fachberatern und Kollegen von großer Bedeutung zu sein und kann eventuell helfen, Vorbehalte gegen Angebote der Universität abzubauen.

Dennoch konnte durch enge Zusammenarbeit mit Fachberatern und Lehrern nur ein Teil der Chemielehrer aus der Region Ostthüringen erreicht werden. So handelt es sich bei den Fortbildungsteilnehmern vor allem um so genannte fortbildungsaktive Lehrer, die regelmäßig Fortbildungen der Fachberater besuchen. Dagegen zählen Lehrer, die in den letzten fünf Jahren weniger als eine Fortbildung pro Jahr besuchten, nicht zu dem Teilnehmerkreis. Wie die Auswertung der Fragebögen zeigt, handelt es sich bei den wenig fortbildungsaktiven Lehrern vor allem um ältere Lehrer (46-65 Jahre) und Regelschullehrer. Obwohl Regelschullehrer eher an regionalen als an zentralen Lehrerfortbildungen teilnehmen, konnten sie durch das

Fortbildungsangebot insgesamt schlechter erreicht werden als Gymnasiallehrer. Während bis zu 72,1 % der Gymnasiallehrer aus den Ostthüringer Schulamtsbereichen an Fortbildungen teilnahmen, besuchten nur maximal 44,1 % der Regelschullehrer die Veranstaltungen.

Durch die Befragung der Fachberater können folgenden Ursachen für die Nichtteilnahme an Fortbildungen ermittelt werden: Nach Ansicht der Fachberater besuchen Lehrer vor allem dann keine fachspezifischen Fortbildungen, wenn sie nicht im Fach eingesetzt sind. Ihrer Einschätzung nach sind es 20 bis 40 % der Chemielehrer aus den Ostthüringer Schulamtsbereichen, die nur wenige Stunden oder gar nicht im Fach Chemie unterrichten. Damit wird das Ergebnis früherer Studien bestätigt, dass der Unterrichtseinsatz das Fortbildungsverhalten von Lehrern entscheidend beeinflusst (siehe Kapitel 3.2.3). Darüber hinaus kann nach Aussage der Fachberater ein Teil der Lehrer prinzipiell nicht erreicht werden, weil kein eigener Fortbildungsbedarf subjektiv empfunden wird bzw. weil die Lehrer einfach zu bequem sind.

Als Ergebnis lässt sich feststellen, dass durch das regionale Fortbildungsangebot sehr viele Chemielehrer aus der Region Ostthüringen erreicht werden können. Zukünftig müssen jedoch auch andere Strategien in Betracht gezogen werden, um ältere Lehrer und Regelschullehrer stärker als bisher für den Besuch von Fortbildungen zu motivieren. In Bezug auf ältere Lehrer wurde in aktuellen Studien festgestellt, dass sich erfahrungsbasierte Handlungsmuster mit dem Alter immer weiter verfestigen, die Belastbarkeit sinkt und die inhaltliche Bindung an den Beruf zurückgeht.<sup>196</sup> Die KMK-Kommission zur Lehrerbildung fordert deshalb, dass berufsbiographische Entwicklungen in Lehrerfortbildungen stärker als bisher zu berücksichtigen sind.<sup>197</sup> Wegen des steigenden Durchschnittsalters deutscher Lehrer sollten zukünftig spezielle Angebote für ältere Lehrer in Betracht gezogen werden, in denen ihr Erfahrungspotenzial optimal genutzt und erweitert wird.

Des Weiteren zeigt die Auswertung der Teilnehmerlisten, dass Lehrer mit Hilfe regelmäßiger regionaler Angebote in langfristige Fortbildungsmaßnahmen eingebunden werden können. 45,6 % der Lehrer nahmen an mehreren der zwei bis drei angebotenen regionalen Fortbildungen teil. Dagegen besuchten nur 28,2 % der Fortbildungsteilnehmer mehr als eine der 15 zentralen Fortbildungen (siehe Kapitel 6.2.1). Somit kann durch regionale Veranstaltungen ein konstanter Teilnehmerkreis erreicht werden und eine langfristige Zusammenarbeit mit der Universität angeregt werden - obwohl diese Zusammenarbeit für viele Lehrer von nachrangiger Bedeutung ist.

Das entwickelte regionale Fortbildungskonzept wird von den Chemielehrern als sehr gut bewertet, wobei sie insbesondere die kurze Anfahrt zu den regionalen Standorten begrüßen (siehe Kapitel 6.3.2). Darüber hinaus ist es für sie wichtig, Veranstaltungstermine im Vorfeld abzusprechen, um die Teilnahme an Fortbildungen zu erleichtern. Sie schätzen es weiterhin als positiv ein, dass sich Universitätsmitarbeiter durch die Arbeit vor Ort ein Bild von der Situation an den Schulen machen und folglich in Fortbildungen besser darauf eingehen können. Aber nicht alle Lehrer sind daran interessiert, intensiv mit der Universität zusammenzuarbeiten und sich aktiv an der Gestaltung von Fortbildungen zu beteiligen.

---

<sup>196</sup> TERHART, E. (2001)

<sup>197</sup> TERHART, E. (2000)

Somit können die Fortbildungsteilnehmer in verschiedene Gruppen unterteilt werden, die durch unterschiedlich große Bereitschaft zur Eigeninitiative zu charakterisieren sind (siehe Kapitel 3.2.1). 44,2 % der Lehrer erachten einen Erfahrungsaustausch mit der Universität als wichtig und möchten sich durch die gemeinsame Auswahl von Themen und Veranstaltungsschwerpunkten aktiv an der Gestaltung zukünftiger Fortbildungen beteiligen. Für 40,4 % der Lehrer haben eine Zusammenarbeit und ein Erfahrungsaustausch mit der Universität sowie die aktive Mitgestaltung von Fortbildungen eine gewisse Bedeutung. Für weitere 11,5 % der Befragten sind diese Aspekte dagegen nachrangig. Um Lehrer dieser drei Gruppen mit Fortbildungsangeboten zu erreichen, muss ihnen das Fortbildungskonzept verschiedene Formen der Beteiligung eröffnen. So soll Lehrern, die sich mit eigenen Vorstellungen und Ideen in Fortbildungen einbringen möchten, zukünftig dafür verstärkt die Möglichkeit gewährt werden, indem sie an der Entwicklung und Erprobung neuer curricularer Elemente beteiligt werden. Dafür bietet sich die Teilnahme an der Seminarveranstaltung „Lernwerkstatt Chemie“ an (siehe Kapitel 8). Etwa die Hälfte der Fortbildungsteilnehmer möchte sich jedoch weniger stark engagieren und kann deshalb vor allem durch Veranstaltungsangebote erreicht werden, in denen ihnen neue Anregungen einfach präsentiert werden.

Die Ergebnisse der schriftlichen Befragung belegen, dass Lehrer in Fortbildungen einen deutlichen Bezug zu ihrem Unterrichtsalltag erkennen möchten (siehe Kapitel 6.3.3) – ein Ergebnis, welches auch durch frühere Studien bestätigt wird (siehe Kapitel 3.2.7). Die Lehrer wünschen vor allem Fortbildungen, in denen neue Experimente vorgestellt werden. Viele sind auch an Anregungen zu alltagsorientierten und offenen Unterrichtseinheiten interessiert, insgesamt überwiegt jedoch das Interesse an neuen Schüler- und Lehrerexperimenten. Der Aufbau der angebotenen Veranstaltungen aus einem kurzen Vortrag (ca. 20-30 Minuten) und einem etwa eineinhalbstündigem Praktikum sagt der überwiegenden Mehrzahl der Lehrer sehr zu. Dabei wird insbesondere das Praktikum als sehr wichtig empfunden, um sich intensiv mit den vorgestellten Unterrichtsmaterialien auseinanderzusetzen. Die kurze inhaltliche und methodische Einführung wird von den Lehrern als gelungen bezeichnet, wobei sich die Mehrzahl der Lehrer keine rein methodische Ausrichtung der Veranstaltungen wünscht. Als Schlussfolgerung lässt sich daraus ableiten, dass methodische Anregungen in chemiedidaktischen Fortbildungen stets möglichst praxisnah und anhand konkreter Unterrichtsbeispiele vorgestellt werden sollten, um den Lehrern Umsetzungsmöglichkeiten für ihren Unterricht aufzuzeigen.

In den Fortbildungen werden den Lehrern umfangreiche Unterrichtsmaterialien zur Verfügung gestellt, was von 62,2 % der Lehrer sehr begrüßt wird. 37,8 % der Lehrer möchten dagegen nur Ideen sammeln, bevorzugen es jedoch, eigene Unterrichtsmaterialien zu erstellen. Diesen Lehrern sollten die Unterrichtsmaterialien zukünftig in elektronischer Form zur Verfügung gestellt werden, damit sie diese auf einfache Weise überarbeiten und eigene Ideen einbinden können. Insgesamt belegen auch diese Zahlen, dass die Bereitschaft der Lehrer zur Eigenaktivität sehr unterschiedlich ist, was in Fortbildungsangeboten zukünftig stärker zu berücksichtigen ist.

Die Lehrer bewerten die vorgestellten Unterrichtseinheiten als gut bis sehr gut im Chemieunterricht einsetzbar, wobei sie ihr Urteil vor allem an den folgenden Kriterien orientieren:

- Schülerexperimente müssen mit hoher Wahrscheinlichkeit gelingen und deutliche Effekte zeigen, so dass sie auch von Schülern in der Sekundarstufe I problemlos durchgeführt werden können.
- Experimente müssen auf die fachlichen Vorkenntnisse der Schüler aufbauen und mit Hilfe bekannter Konzepte erklärbar sein.
- Schülerexperimente sollten im Rahmen einer Unterrichtsstunde mit Vor- und Nachbereitung durchführbar sein.
- Die Versuche dürfen kein Sicherheitsrisiko für Schüler und Lehrer darstellen und sollten mit einer Grundausstattung an Geräten und Chemikalien realisierbar sein.

Wenige Chemielehrer haben ein Kriteriensystem für die Bewertung offener Unterrichtseinheiten entwickelt, was als Hinweis auf geringe Erfahrungswerte interpretiert werden muss.

Bei ihrer Beurteilung gehen die Lehrer im Wesentlichen auf die folgenden beiden Kriterien ein, wobei vor allem der erste Aspekt angesprochen wird:

- Neue offene Unterrichtseinheiten müssen mit vertretbarem Aufwand im Unterricht realisierbar sein.
- Offene Lernangebote müssen die kognitiven Fähigkeiten der Schüler berücksichtigen, damit sich Schüler selbstständig fachliche Inhalte aneignen können.

Bei der Evaluation des Fortbildungskonzepts wurde intensiv der Frage nachgegangen, inwieweit Anregungen aus Fortbildungen in den Chemieunterricht einfließen (siehe Kapitel 6.3.4 und 6.4). Die schriftliche Befragung der Fortbildungsteilnehmer zeigt, dass nur etwa ein Drittel der Lehrer nach dem Fortbildungsbesuch plant, die vorgestellten offenen und alltagsorientierten Unterrichtseinheiten in der Praxis zu erproben. 24,5 % der Lehrer möchten die neuen Unterrichtsmaterialien eher in Arbeitsgemeinschaften oder an Projekttagen einsetzen. 47,9 % der Lehrer möchten nur einzelne Experimente oder ausgewählte Lernstationen in ihren Unterricht übernehmen. Somit können durch die Fortbildungen sowohl neue Unterrichtsmethoden als auch neue Unterrichtskonzepte nur bedingt in der Praxis implementiert werden. Mit Hilfe mündlicher und schriftlicher Befragungen konnte ermittelt werden, welche Faktoren darüber entscheiden, ob Anregungen aus Fortbildungen umgesetzt werden oder nicht. Den folgenden drei Einflussgrößen kommt hier eine große Bedeutung zu:

- Die Schulsituation

Die Klassengröße, die räumliche und materielle Ausstattung der Schulen, die Zeit für Vor- und Nachbereitung von Unterrichtsstunden sowie zeitliche Vorgaben durch den Lehrplan beeinflussen die Umsetzung von Anregungen aus Lehrerfortbildungen.

- Die Unterrichtsmaterialien

Die Qualität der vorgestellten Unterrichtsmaterialien und ihre Übereinstimmung mit Lehrplanvorgaben haben entscheidenden Einfluss darauf, ob Anregungen aus Fortbildungen in den Unterricht einfließen.

- Das theoretische Wissen und Erfahrungswissen der Lehrer

Lehrer entscheiden auf Grundlage ihrer lerntheoretischen Kenntnisse und der Erfahrungen, die sie im Unterrichtsalltag mit Schülern sammeln, ob sie Anregungen aus Fortbildungen im Unterricht realisieren.

Damit werden die Ergebnisse der Studie von LANTZ und KASS bestätigt, die diese drei Gesichtspunkte als entscheidende Größen bei der Umsetzung neuer Curricula in den Unterricht ermittelten.<sup>198</sup> Darüber hinaus weisen die empirischen Befunde darauf hin, dass die persönliche Bereitschaft der Lehrer, Neues zu erproben, von großer Bedeutung ist.

Da die Schulsituation nicht durch Lehrerfortbildungen beeinflusst werden kann, müssen vor allem die beiden letzteren Einflussgrößen bei der Gestaltung zukünftiger Fortbildungen stärkere Berücksichtigung finden. Durch Zusammenarbeit mit Lehrern bei der Entwicklung und Erprobung von Unterrichtsmaterialien ist deren Qualität zu sichern. Darüber hinaus sollte es durch eine stärkere inhaltliche Anbindung an den Lehrplan gelingen, mehr Lehrer für die Umsetzung neuer Unterrichtsmethoden oder -konzepte zu gewinnen. Schließlich müssen sowohl das theoretische Wissen, als auch die Erfahrungen von Lehrern in Fortbildungen eine größere Rolle spielen. Unter diesem Aspekt wäre es von Interesse, die Erfahrungen von Lehrern bei der Erprobung offener und alltagsorientierter Unterrichtseinheiten in Fortbildungen einfließen zu lassen und diese gemeinsam mit den Fortbildungsteilnehmern zu reflektieren. So können Erfahrungsberichte von Kollegen die Lehrer möglicherweise anregen, sich an einer Diskussion zu beteiligen und dabei gewohnte Lehr- und Lernstrategien zu überdenken.

---

<sup>198</sup> LANTZ, O., KASS, H.: Chemistry teachers' functional paradigms, *Science Education*, 71 (1987), S. 117-134

## 7 Stand der Forschung im Bereich Lehrerbildung

Die folgenden Kapitel widmen sich der ersten Phase der Lehrerbildung sowie einer möglichen Verzahnung mit der dritten Phase, des Lernens im Beruf. In Anknüpfung an Kapitel 0 werden zunächst Ergebnisse empirischer Untersuchungen zur universitären Lehrerbildung aus dem Bereich Chemiedidaktik sowie ausgewählte Arbeiten aus dem Bereich Physikdidaktik vorgestellt (siehe Kapitel 7). Im Anschluss wird die Konzeption der fachdidaktischen Lehrveranstaltung „Lernwerkstatt Chemie“ dargelegt und die Rahmenbedingungen der Erprobung geschildert (siehe Kapitel 8). Nach Vorstellung der Fragestellungen und Forschungsinstrumente werden die Ergebnisse der begleitenden empirischen Evaluation präsentiert (siehe Kapitel 9).

### 7.1 Analyse der chemiedidaktischen Lehre an deutschen Hochschulen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens von HILDEBRANDT wurde die chemiedidaktische Lehre an deutschen Hochschulen Ende der 1990er Jahre analysiert.<sup>199</sup> Hildebrandt befragte schriftlich die Lehrenden der Chemiedidaktik an deutschen Universitäten und wertete bundesweit die Vorlesungsverzeichnisse im Zeitraum von 1985 bis 1996 aus. Dafür unterzog er die Titel von Lehrveranstaltungen in den Jahren 1985, 1990/91 und 1996 einer detaillierten Analyse. Mit Hilfe der Zeitschriftendatenbank FADOK untersuchte er die chemiedidaktischen Veröffentlichungen im Zeitraum von 1945 bis 1996 und konnte sie mit den Inhalten von Lehrveranstaltungen vergleichen. Dabei verfolgte er folgende Fragestellungen:

- „Hat sich die Didaktik der Chemie als Berufswissenschaft der Chemielehrer in der Lehre profiliert?
- Spiegelt die chemiedidaktische Lehre ein eigenständiges Forschungsprofil - seinerseits Voraussetzung von Lehre - wider?
- Welche Bedeutung hat das Berufsfeld Schule in der Lehre?
- Welche hochschuldidaktischen Möglichkeiten bieten sich an und werden genutzt, um chemiedidaktische Erkenntnisse und Kompetenzen Lehramtsstudenten so zu vermitteln, dass später die Umsetzung im schwierigen Unterrichtsalltag gelingt?“<sup>200</sup>

An der schriftlichen Befragung beteiligten sich Hochschullehrer von 43 der 68 Universitäten, an denen zum Zeitpunkt der Untersuchung Chemielehrer ausgebildet wurden.

Nach Ansicht von Hildebrandt hat sich die Didaktik der Chemie nicht als Berufswissenschaft der Lehrer etablieren können, weil die Lehre fast ausschließlich an der Fachwissenschaft orientiert ist. Als Ursache dafür ist die Herkunft vieler Chemiedidaktiker zu sehen. So zeigt die Untersuchung, dass nur 16,3 % der Professoren im Bereich der Chemiedidaktik promovierten. Zudem verfügen nur 56 % der Professoren über eine Vollzeitlehrerfahrung an einer Schule. Diese mangelnde Beziehung zu Schule und Schülern wird selbst von vielen Chemiedidaktikern als eines der zentralen Versäumnisse der Wissenschaftsdisziplin bezeichnet.

---

<sup>199</sup> HILDEBRANDT, H.: Chemiedidaktik und Unterrichtswissenschaftlichkeit, Frankfurt a. Main: Peter Lang, 1998

<sup>200</sup> HILDEBRANDT, H. (1998), S. 14

HILDEBRANDTS Ergebnisse zur Analyse der Vorlesungsverzeichnisse zeigen, dass etwa 80 % der chemiedidaktischen Lehrveranstaltungen auf die Themenbereiche „fachliche Veranstaltungen“, „Lehrerversuche“, „allgemeine Chemiedidaktik“, „Unterrichtspraktika und Begleitseminare“ und „Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten“ entfallen.<sup>201</sup>

Tab. 27: Chemiedidaktische Lehrveranstaltungen im Sommersemester 1996

<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Anteil der Veranstaltungen*</b>
Fachliche Veranstaltungen	31,6 %
Chemiedidaktik (allgemein)	16,0 %
Lehrerversuche	13,6 %
Praktika und Begleitseminare	11,9 %
Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten	8,1 %
Unterrichtsvorbereitung und -planung	4,9 %
Umwelt	3,4 %
Schülvoraussetzungen (z.B. Schülvorstellungen)	1,8 %
Unterrichtskonzeptionen	1,8 %
Forschungsmethoden	1,6 %
Schülerversuche	1,2 %
Unterrichtsmethoden	1,0 %
Arbeitsmittel (z.B. Modelle)	0,8 %
Lehrervoraussetzungen (z.B. Lehrerverhalten)	0,4 %

\*Die Prozentangabe bezieht sich auf die Summe der bundesweit 494 chemiedidaktischen Veranstaltungen

Dabei erstaunt insbesondere der hohe Anteil von 30 bis 40 % an fachlichen Veranstaltungen, die meist von den Hochschulprofessoren selbst angeboten werden. Die wenigen unterrichtswissenschaftlichen Seminare und Praktika werden dagegen häufig vom akademischen Mittelbau geleitet. In wiederum mehr als einem Viertel dieser Veranstaltungen stehen „Lehrerexperimente“ im Mittelpunkt, während „Schülerversuche“, „Unterrichtskonzeptionen“, „Unterrichtsmethoden“ und „Schüler- und Lehrervoraussetzungen“ zu den eher vernachlässigten

<sup>201</sup> BECKER, H.-J., HILDEBRANDT, H.: Zur Situation der Lehrerausbildung im Fachgebiet der Didaktik der Chemie – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, ZfDN, 4 (1998) 3, S. 43-59

Themen in der chemiedidaktischen Lehre zählen. Dabei spiegeln sich auch aktuelle Forderungen an den Chemieunterricht wie etwa die Berücksichtigung von Alltags- und Umweltbezügen sowie traditionelle chemiedidaktische Forschungsgebiete (z.B. Schülervorstellungen) nicht nennenswert in der Lehre wider. Des Weiteren sind nicht-experimentelle Medien wie Modelle im Veranstaltungsangebot der Chemiedidaktik bundesweit eher unterrepräsentiert. Nach Ansicht von HILDEBRANDT „deutet ein derart `undifferenziertes´ Lehrangebot auf einen geringen Grad an Professionalisierung einer Wissenschaft hin“ und „kann nicht ausreichen, um den Erkenntnisstand, den die Fachdidaktik Chemie zusammengetragen hat, zu lehren und für den Chemieunterricht `anwendbar´ zu machen“.<sup>202</sup>

Im Vergleich dazu zeigt die Analyse fachdidaktischer Zeitschriften ein breit gefächertes Forschungsprofil. So liegen zum Zeitpunkt der Untersuchung zahlreiche aktuelle Veröffentlichungen zu Themen wie „Unterrichtskonzeptionen“ oder „Unterrichtsmethoden“ vor. Trotz des bekundeten Interesses der Hochschullehrer und zum Teil reger Forschungstätigkeit finden sich diese wichtigen Themenbereiche kaum in der chemiedidaktischen Lehre wieder. Folglich spiegelt die chemiedidaktische Lehre das Forschungsprofil der Chemiedidaktik nur unzureichend wider.

Obwohl eine relativ große Anzahl von Lehrveranstaltungen zur Planung, Durchführung und Auswertung von Unterricht angeboten wird, scheinen die schulpraktischen Studien für viele Hochschullehrer nicht die geforderte wichtige Rolle zu spielen. So machen nur wenige Universitätsmitarbeiter bei der Befragung Angaben zu den diesbezüglichen Fragen. Eine kleinere Gruppe der Lehrenden misst dem Unterrichtspraktikum dagegen große Bedeutung bei und berichtet von Absprachen mit den schulischen Mentoren. Nach Ansicht von Hildebrandt kommt die eigentliche chemiedidaktische Ausbildung wegen der stark fachwissenschaftlichen Ausrichtung der chemiedidaktischen Lehre jedoch insgesamt zu kurz. Er bezeichnet es zudem als Manko, dass die Frage, wie chemiedidaktische Erkenntnisse zu lehren sind, damit sie in den schwierigen Unterrichtsalltag übertragen werden können, bis dato nicht ausreichend Beachtung fand.

## **7.2 Die schulpraktische Studien – wichtiger Indikator für den Erfolg der fachdidaktischen Ausbildung**

Schulpraktische Studien sind im Rahmen der Universitätsausbildung ein wichtiges „Prüffeld für die Wirksamkeit und Stabilität von bereits fest gefügten oder neu entwickelten Vorstellungen vom Lehren und Lernen“ bei den Studierenden.<sup>203</sup> Hier zeigt sich, ob sich die in den fachdidaktischen Veranstaltungen vermittelten Theorien auf das Handeln im Unterricht auswirken. Im Folgenden werden deshalb verschiedene Studien vorgestellt, die Defizite der Studierenden bei ihren ersten Lehrerfahrungen im Rahmen der schulpraktischen Übungen und des Unterrichtspraktikums aufzeigen und darüber hinaus Ursachen für die beschriebenen Probleme eruieren.

---

<sup>202</sup> HILDEBRANDT, H. (1998), S. 228

<sup>203</sup> FISCHLER, H.: Über den Einfluss von Unterrichtserfahrungen auf die Vorstellungen vom Lehren und Lernen bei Lehrerstudenten der Physik (Teil 1), ZfDN, 6 (2000), S. 27-36, S. 27

LINDEMANN führte im Zeitraum von 1979-1982 Befragungen mit 64 Teilnehmern an den fünfwöchigen Unterrichtspraktika durch, mit Hilfe derer er typische Problemfelder bei der Unterrichtsvorbereitung und -durchführung sowie beim Experimentieren in der Schule aus Sicht der Studierenden aufzeigen konnte.<sup>204</sup> Des Weiteren erfasste er die Verbesserungswünsche der Studenten an die Gestaltung des Studienangebots.

Die Untersuchungen von Lindemann belegen, dass es den Studierenden bei der Unterrichtsvorbereitung und -durchführung schwer fällt, die Unterrichtsinhalte an die Lernvoraussetzungen der Schüler anzupassen. Dabei werden insbesondere Probleme bei der didaktischen Reduktion fachlicher Konzepte deutlich. Darüber hinaus beschreiben es die Studierenden als schwierig, im Unterricht ein geeignetes Sprachniveau und passende Formulierungen zu finden, wobei sie nur unzureichend zwischen Alltagssprache und Fachsprache differenzieren können. Des Weiteren bereitet es den Studierenden Schwierigkeiten, eine Motivation und Impulse für den Unterrichtsfortgang zu finden und mögliche Schülerantworten einzuplanen bzw. auf unerwartete Äußerungen zu reagieren. Somit weisen die beschriebenen Probleme darauf hin, dass den Studierenden die Interessen und Einstellungen von Schülern, ihre fachlichen Vorkenntnisse sowie mögliche Fehlkonzepte weitgehend unbekannt sind.

Weiterhin berichten die Studierenden von Schwierigkeiten mit der Zeitplanung sowohl bei der Vorbereitung als auch bei der Durchführung einer Unterrichtsstunde. In Bezug auf die Rolle von Schulversuchen stellte Lindemann fest, dass Lehrerexperimente im Unterricht der Studierenden dominieren. So führen etwa Zwei Drittel der Studierenden Lehrerdemonstrationsexperimente und nur ein Drittel Schülerexperimente durch. Beim eigenen Experimentieren verspüren die Studierenden eine gewisse Unsicherheit und treffen auf Disziplinprobleme.

Zur Lösung ihrer Probleme wünschen sich die Studierenden, dass fachdidaktische Grundlagen im Studium in stärkerer Verbindung zur Schule vermittelt werden. 50 % der Befragten sprechen sich für häufigere und frühzeitigere Kontakte zur Unterrichtspraxis aus, wobei die vermittelten fachchemischen Inhalte ihrer Meinung nach stärker berufsfeldorientiert behandelt werden sollten. Dabei mahnen viele Befragte eine bessere Zusammenarbeit zwischen der Ausbildungsstätte Universität und dem späteren Berufsfeld Schule an (siehe Zitat):<sup>205</sup>

„Die Zusammenarbeit Hochschule – Schule muss verbessert werden, damit nicht das Wissen, was man auf der Hochschule erworben hat, als etwas herausgestellt wird, das, wenn die Praxis beginnt, vergessen werden kann bzw. muss.“

Viele Studierende beschreiben insbesondere die erziehungswissenschaftliche Ausbildung als sehr theoretisch. Nach ihrer Erfahrung haben die vermittelten Theorien keine Bezüge zur Schulwirklichkeit. Viele wünschen sich deshalb einfache Rezepte und Regeln, denen sie bei der Arbeit in der Schule folgen können.

Neben Lindemann beschäftigte sich BECKER intensiv mit Fragen der Lehrerbildung.<sup>206</sup> So verfasste er im Zeitraum von 1976-1986 im Rahmen von Unterrichtspraktika Beobachtungspro-

---

<sup>204</sup> LINDEMANN, H.: Schulpraxis in der Lehrerausbildung. Eine Untersuchung bei Lehramtstudenten des Faches Chemie, NiU-PC, 32 (1984) 9, S. 318-322

<sup>205</sup> LINDEMANN, H. (1984), S. 322

<sup>206</sup> BECKER, H.-J.: Lehrerverhalten als Aufgabe der Fachdidaktik Chemie, PdN-Chemie, 38 (1989) 5, S. 39-42

tokolle zu etwa 100 Unterrichtsbesuchen. Ziel seiner Untersuchung war es, typische Anfängerschwierigkeiten beim Unterrichten zu erheben. Seine Beobachtungen belegen, dass Lehreraktivitäten in den ersten Unterrichtsstunden der Studierenden dominieren. Als vorherrschende Unterrichtsmethode wird das fragend-entwickelnde Verfahren eingesetzt, wobei die Studierenden weitgehend auf Unterrichtsgespräche verzichten. So stellen sie lediglich zur Lernzielkontrolle Rückfragen an die Schüler. Des Weiteren gehen die Studierenden kaum auf spekulative Schüleräußerungen ein oder brechen sie schnell ab, um sie fachlich zu korrigieren. Insgesamt beschränken sich die realisierten Schüleraktivitäten weitgehend auf rezeptive Tätigkeiten.

In vielen weiteren Punkten bestätigen Beckers Ergebnisse die Studie von Lindemann. So stellte auch er fest, dass die Studierenden Schülerexperimente nur selten einsetzen und bei Lehrerdemonstrationsexperimenten unsicher in der Handhabung von Apparaturen sind. Auch er berichtet von Problemen mit der didaktischen Reduktion der Unterrichtsinhalte. So beobachtete Becker, dass die Fachsprache als Unterrichtssprache eingesetzt wird, als ob sie für die Schüler problemlos zu verstehen sei. Darüber hinaus verwenden die Studierenden beim Experimentieren oft sehr komplexe Versuchsaufbauten, die für die Schüler nur schwer zu überblicken sind.

In einer weiteren Studie analysierten LEHMANN und BECKER im Jahr 1997 zwölf studentische Unterrichtsentwürfe zum Thema Wasser.<sup>207</sup> Auch in dieser Untersuchung stellten sie fest, dass in den Unterrichtsentwürfen der Studierenden Frontalunterricht und fragend-entwickelnder Unterricht dominieren. Die geplanten Schüleraktivitäten beschränken sich weitgehend auf rezeptive Tätigkeiten wie „abschreiben“, „beschriften von Skizzen“, „beobachten“ oder „wiederholen“. Schülerexperimente und Modelle werden nur selten eingeplant. Auch an dieser Studie werden wiederum Probleme mit der didaktischen Reduktion fachlicher Inhalte deutlich. So stellen Lehmann und Becker fest, dass die Unterrichtsstunden häufig fachlich überfrachtet werden. Dabei formulieren die Studierenden eine Vielzahl fachlicher Lernziele, bei denen sie zudem ein hohes Abstraktionsvermögen der Schüler voraussetzen. Vorkenntnisse oder Einstellungen der Schüler sowie mögliche Fehlkonzepte werden in den Unterrichtsentwürfen dagegen nur unzureichend berücksichtigt. Alltagsbezüge werden zugunsten fachwissenschaftlicher Inhalte vernachlässigt.

Diese Ergebnisse werden weitgehend durch eine Fallstudie von KENNEDY und BENNETT an der Universität von Cork (Irland) bestätigt.<sup>208</sup> Auch diese Untersuchung zeigt, dass es den Studierenden vielfach schwer fällt, ihre bekundeten Intentionen in praktisches Handeln umzusetzen. So stellten die Wissenschaftler insbesondere hinsichtlich der Berücksichtigung von Schüleraktivitäten und Schülervorstellungen Differenzen zwischen den Aussagen der Studierenden und ihrem Handeln im Unterricht fest. Trotz intensiver Vorbereitung in universitären Veranstaltungen gelingt es den Studierenden häufig nicht, schülerorientierten Unterricht zu gestalten. Dieses Ergebnis wird von FISCHLER im Rahmen empirischer Untersuchungen bestä-

---

<sup>207</sup> LEHMANN, C., BECKER, H.-J.: Praxis in der Lehre – Studierende analysieren studentische Unterrichtsentwürfe, ZfDN, 3 (1997) 2, S. 59-69

<sup>208</sup> KENNEDY, D., BENNETT, J.M.: How student teachers teach difficult ideas in chemistry? in Ralle, B., Eilks, I. (Hrsg.): Quality in practice-oriented research in science education, Aachen: Shaker, 2004

tigt.<sup>209</sup> Darüber hinaus stellte er in einer Fallstudie mit sechs Physiklehrantstudenten fest, dass viele bereits über feste Vorstellungen von gutem Unterricht aus ihrer eigenen Schulzeit verfügen und nicht ohne weiteres bereit sind, diese durch fachdidaktische Theorien zu ersetzen (siehe Zitat):<sup>210</sup>

„Ja bloß, man wollte ja Lehrer werden von Anfang an, und da hat man eine Vorstellung wie man unterrichtet, und diese Vorstellung bringt die Fachdidaktik im Grund genommen nicht auseinander, und die bringt auch nicht so viel Neues, das hat man ja im Kopf, im Hinterkopf, man wollte das ja immer machen. Und deswegen hat es die Fachdidaktik halt schwer, Meinungen, die man schon über den Unterricht hat, zu revidieren.“

Auch HÄNDLE leitet aus ihren Untersuchungen mit Referendaren ab, dass Lehrvorstellungen stark von den eigenen Lernerfahrungen und den persönlichen Biographien der Betroffenen geprägt sind.<sup>211</sup>

Nach den Ergebnissen der TIMSS-Videostudie sowie der Fragebogenuntersuchung von BOJKO im Freistaat Thüringen herrscht in dem Unterricht, den zukünftige Lehrer heute in der Schule erleben, vielfach das fragend-entwickelnde Unterrichtsverfahren vor.<sup>212,213</sup> Selbstgesteuertes Lernen ist dagegen eher selten zu finden, weshalb zu vermuten ist, dass das Bild der Studierenden vom Lehren und Lernen eher von traditionellen Vorstellungen geprägt ist. Nach den Erkenntnissen von PHELPS und LEE werden diese Vorstellungen im Universitätsstudium noch vertieft, da fachliche Inhalte meist in Vorlesungsform dargeboten werden.<sup>214</sup> So zeigen viele Lehramtsstudenten in den Untersuchungen von Phelps und Lee sowie AGUIRRE et al. traditionelle Lehrvorstellungen im Sinne einer Weitergabe von Wissen vom Lehrer an den Schüler.<sup>215</sup> KENNEDY und BENNETT stellten fest, dass viele Studierende, vor allem gutes Erklären als geeignetes Mittel für die Vermeidung von Fehlkonzepten bei den Schülern ansehen.<sup>216</sup>

---

<sup>209</sup> FISCHLER, H.: Über den Einfluss von Unterrichtserfahrungen auf die Vorstellungen vom Lehren und Lernen bei Lehrerstudenten der Physik (Teil 2), ZfDN, 6 (2000), S. 79-95

<sup>210</sup> FISCHLER, H., MÜLLER, W.: Physikdidaktik und Unterrichtspraxis – Beobachtungen während schulpraktischer Übungen in Behrendt, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach / Bergstrasse: Leuchtturm, 1995, S. 97

<sup>211</sup> HÄNDLE, C.: The double socialization of teachers in formal courses and in everyday life in Bündler, W., Rebel, K. (Hrsg.): Teacher education – theoretical requirements and professional reality (Volume 1), Kiel: ipn-materialien, 1997

<sup>212</sup> OSTERMEIER, C. (2004a)

<sup>213</sup> BOJKO, P.: Ausbildung von Methodenkompetenz im Chemieunterricht: Entwicklung, Erprobung und Evaluation von Unterrichtsmodulen zur Ausbildung von Kompetenzen im Umgang mit Texten und bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten (unveröffentlichte Dissertationsschrift), Jena: 2005

<sup>214</sup> PHELPS, A., LEE, C.: The power of practice: what students learn from how we teach, Journal of Chemical Education, 80 (2003) 7, S. 829-832

<sup>215</sup> AIGUIRRE, J.M., HAGGERTY, S.M., LINDNER, C.J.: Student teachers' conceptions of science teaching and learning: a case study in preservice science education, International Journal of Education, 12 (1990) 4, S. 381-390

<sup>216</sup> KENNEDY, D., BENNETT, J.M. (2004)

### 7.3 Erste und zweite Phase der Lehrerbildung aus Sicht von Referendaren

LABAHN und BECKER befragten in einer Pilotstudie 65 Studienreferendare am Beginn der zweiten Phase der Lehrerausbildung zu ihrem chemiedidaktischen Grundlagenwissen sowie zu ihren Anfangsschwierigkeiten beim Unterrichten.<sup>217</sup> Die Untersuchung zeigt, dass sich 57 % der Befragten wenig bzw. schlecht auf das Referendariat vorbereitet fühlen. Probleme beim eigenständigen Unterrichten treten insbesondere bei der Zeiteinteilung (69 % der Befragten), der Stoffauswahl (58 %) und dem Stundenaufbau (38 %) auf. Darüber hinaus berichten etwa ein Fünftel der Referendare von Schwierigkeiten mit der Gestaltung von Unterrichtsmaterialien und der Disziplin und Motivation der Schüler.

Rückblickend wünschen sich die Referendare eine stärkere Gewichtung der Fachdidaktik im Universitätsstudium. In ihrer Erinnerung standen in 67 % der fachdidaktischen Veranstaltungen Experimente im Vordergrund. Darüber hinaus wurde die Planung von Unterricht (39 % der Veranstaltungen) und allgemeines Lehrerverhalten (35 %) behandelt. Schülervorstellungen und -interessen waren dagegen bei nur 27 % bzw. 19 % der Referendare ausdrückliche Inhalte ihrer fachdidaktischen Ausbildung. Die Referendare vermissten dabei vor allem, dass fachwissenschaftliche Inhalte anhand konkreter Unterrichtsbeispiele in die Unterrichtspraxis umgesetzt werden. Ihrer Meinung nach sollten Planungsbeispiele theoretisch fundiert für konkrete Lerngruppen erarbeitet und in der Unterrichtspraxis erprobt werden. Somit wünschen sie vor allem eine Ausweitung der berufsfeldbezogenen Inhalte und schulpraktischen Erfahrungen in der ersten Phase der Lehrerbildung.

Im Jahr 2004 veröffentlichte MERZYN die Ergebnisse einer Studie mit 180 Physikreferendaren aus fünf Bundesländern am Ende ihres Referendariats.<sup>218</sup> Ziel seiner Untersuchungen war es, die wesentlichen Elemente des sogenannten „Praxisschocks“ zu skizzieren. Der Praxisschock als Konfrontation junger Lehrer mit der Schulwirklichkeit wird seit den 1970er Jahren in der Literatur beschrieben und ist Synonym geworden „für alle Widrigkeiten [...], denen sich junge Lehrer am Beginn ihres Berufslebens ausgesetzt fühlen“.<sup>219,220,221</sup>

In Merzyns Untersuchung bezeichnen 26 % der Befragten den Begriff „Praxisschock“ für die Beschreibung ihrer Probleme als angemessen. 35 % der Referendare lehnen den Begriff dagegen ab, was darauf hinweist, dass Referendare das Referendariat sehr unterschiedlich erleben. Mit Hilfe einer Faktorenanalyse konnte Merzyn aus den Ergebnissen der schriftlichen Befragung vier Gruppen von Schwierigkeiten ermitteln, durch die sich wesentliche Elemente des Praxisschocks beschreiben lassen. An erster Stelle steht für die Physikreferendare die Schwierigkeit, „Physik zu erklären“. So fällt es ihnen beim Unterrichten vor allem schwer, komplexe

---

<sup>217</sup> LABAHN, B., BECKER, H.-J.: Chemiedidaktik und Ausbildung – Zur Effektivität von Erster Phase, PdN-ChiS, 53 (2004) 1, S. 32-34

<sup>218</sup> MERZYN, G.: Junge Lehrer im Referendariat, MNU, 58 (2005) 1, S. 4-7

<sup>219</sup> KOCH, J.: Lehrer – Studium und Beruf. Einstellungswandel in den beiden Phasen der Ausbildung, Ulm: Süddeutsche Verlagsgesellschaft, 1972

<sup>220</sup> HÄNSEL, D.: Die Anpassung des Lehrers. Zur Sozialisation in der Berufspraxis, Weinheim: Beltz, 1976

<sup>221</sup> MERZYN, G. (2005), S. 4

fachliche Konzepte zu elementarisieren und dabei auch die Heterogenität der Schüler zu berücksichtigen (siehe Zitat):<sup>222</sup>

„[Es] sind die im Studium erlernten Inhalte nur bedingt im Schulunterricht verwendbar. Ich muss ausklammern, vereinfachen, umbauen. Und genau das habe ich nicht gelernt in meinem Studium.“

An zweiter Stelle nennen die Befragten Probleme, die mit der Organisationsstruktur des Referendariats verbunden sind. So empfinden sie den Leistungsdruck und die Abhängigkeit vom Fachleiter als belastend. Darüber hinaus demotiviert sie die schwierige Einstellungssituation. Der dritte Problembereich lässt sich mit den Begriffen „Motivation und Disziplin“ beschreiben. Aus Sicht der Referendare gelingt es ihnen nur unzureichend, den Physikunterricht methodisch abwechslungsreich zu gestalten und so die Schüler für die Unterrichtsinhalte zu interessieren. Als viertes Problem wird schließlich der Zeitdruck genannt: Die Referendare haben den Eindruck wegen der Fülle fachlicher Inhalte im Unterricht nicht ausreichend Zeit zu haben, auf die Fragen einzelner Schüler einzugehen. Somit lassen sich zwei von vier Elementen des so genannten Praxisschocks weitgehend darauf zurückführen, dass die Studierenden nicht ausreichend darauf vorbereitet sind, den Unterricht an die Lernvoraussetzungen der Schüler anzupassen und sie durch aktive Unterrichtsmethoden zu motivieren.

#### **7.4 Ausweitung der schulpraktischen Anteile – ein geeigneter Lösungsweg?**

An der Universität Bremen wurde im Jahr 2000 ein Halbjahrespraktikum an der Schule eingeführt, welches die Studierenden nach dem Grundstudium absolvieren. Damit wird das Ziel verfolgt, „den Studierenden durch umfassende eigene Beobachtungen und reflektierte Erfahrungen [zu] ermöglichen, das zukünftige Berufsfeld kennen zu lernen und hierbei ihre Berufsentscheidung zu überprüfen, Schule als Institution und soziales System kennen zu lernen, sich selbst in unterrichtlichen und außerunterrichtlichen Situationen zu erfahren und in einem Prozess forschenden Lernens eine reflektierte Sicht auf die Theoriediskussion sowie umgekehrt eine kritische Sicht auf Formen der Praxis zu entwickeln“.<sup>223</sup> Im Folgenden werden die Ergebnisse der Evaluation des Praktikums in den Jahren 2000 bis 2003 vorgestellt, wobei Chancen, aber auch Probleme aufgezeigt werden.<sup>224</sup>

Die Evaluationsergebnisse zeigen, dass die Studierenden frühzeitig ihre Wirksamkeit in der Lehrerrolle erfahren und sich mit den Anforderungen im Schulalltag auseinandersetzen. Dabei können sie anhand praktischer Erfahrungen ihre Berufsentscheidung überprüfen und wichtige Hinweise für die weitere Studienplanung erhalten. Da sie Entwicklungen in Schulklassen über zwanzig Wochen verfolgen, können sie schrittweise einen Wechsel von der Studenten- in die Lehrerrolle vollziehen. Darüber hinaus lernen sie nach eigener Einschätzung den Unterricht für eine konkrete Klasse zu planen und dabei geeignete Unterrichtsmethoden und Medien einzusetzen. Mit Hilfe der Hospitationen und eigener Lehrerfahrungen gelingt es ihnen zu-

---

<sup>222</sup> MERZYN, G. (2005), S. 6

<sup>223</sup> HOELTJE, B., OBERLIESEN, R., SCHWEDES, H., ZIEMER, T.: Das Halbjahrespraktikum in der Lehrerausbildung der Universität Bremen, Bremen: Universitätsdruckerei, 2003, S. 7

<sup>224</sup> HOELTJE, B., OBERLIESEN, R., SCHWEDES, H., ZIEMER, T. (2003)

nehmend, unerwartete Schüleräußerungen und soziale Prozesse im Unterricht wahrzunehmen und die Schüler stärker zu aktivieren.

Nach den Erkenntnissen von ZIEMER und SCHWEDES sehen die Studierenden die Lehrtätigkeit weniger durch persönliche Eigenschaften bestimmt, sondern erkennen im Laufe des Praktikums, dass es zentrale Aufgabe des Lehrers ist, im Unterricht geeignete Lernsituationen zu schaffen.<sup>225</sup> Außerdem setzen sie sich anhand konkreter Beispiele mit der didaktischen Reduktion fachlicher Inhalte auseinander. Somit erleben die Studierenden im Halbjahrespraktikum eine berufliche Professionalisierung. Dabei stellt das Praktikum nicht nur für sie, sondern auch für die beteiligten Schulen eine besondere Chance dar. So bereichern die Studierenden nach Ansicht der beteiligten Lehrkräfte den Schulalltag und werden auch von den Schülern überwiegend sehr positiv aufgenommen.

Neben den Chancen, die sich durch das Unterrichtspraktikum eröffnen, wird jedoch auch eine Reihe von Problemen deutlich. So gelang die Verzahnung von Universität und Schule im Untersuchungszeitraum erst in Ansätzen, weil sich die Lehrenden an Universität und Schule zunächst auf die jeweils andere Institution einstellen und Kooperationsbeziehungen etablieren mussten. Dies wurde durch zum Teil ungeklärte Rollenverteilungen und Verantwortlichkeiten erschwert, was insbesondere den Umfang und Inhalt der Tätigkeit schulischer Mentoren betrifft. Auch den Studierenden fiel es nicht immer leicht, den verschiedenen Ansprüchen von Schule und Universität zu genügen. Ein Grund hierfür mag sein, dass sie durch die Universität nicht ausreichend auf das Praktikum vorbereitet wurden. Von Seiten der universitären Betreuer wurde die Befürchtung geäußert, dass die Studierenden durch die Alltagsroutine und den Praxisdruck veranlasst werden, sich an dem weitgehend frontal gelehrt Unterricht der Mentoren zu orientieren.

## 7.5 Zusammenfassung und Bewertung

Die Ergebnisse fachdidaktischer Studien zur Lehrerbildung können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die chemiedidaktische Lehre ist stark an der Fachwissenschaft Chemie ausgerichtet. Dagegen gehören moderne Unterrichtskonzeptionen und -methoden, Schülerexperimente und Modelle sowie Schülervoraussetzungen zu den eher vernachlässigten Themengebieten.

Die früheren Untersuchungen weisen auf gravierende Defizite der Studierenden und Referendare bei der Planung und Durchführung eigenen Unterrichts hin.

- Es gelingt den Studierenden und Referendaren nur unzureichend, den Unterricht an die Lernvoraussetzungen der Schüler anzupassen, wobei Probleme insbesondere bei der didaktischen Reduktion fachlicher Inhalte auftreten.
- Die Studierenden und Referendare berichten über Schwierigkeiten mit der Zeitplanung bei der Vorbereitung und Durchführung von Unterricht. Des Weiteren treten sie beim Experimentieren sehr unsicher auf.

---

<sup>225</sup> ZIEMER, T., SCHWEDES, H.: Von Studierenden im Halbjahresschulpraktikum erlebte Anforderungen – betonte und vielfältige Bereiche in Pitton, A. (Hrsg.): Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung, Münster: Lit, 2005

- Die Studierenden gestalten häufig Frontalunterricht und verzichten dabei fast vollständig auf Unterrichtsgespräche. Sie beschränken Schüleraktivitäten im Unterricht weitgehend auf rezeptive Tätigkeiten.
- Es bereitet den Studierenden und Referendaren Schwierigkeiten, ihre eigenen Intentionen in praktisches Handeln im Unterricht umzusetzen. Darüber hinaus verfügen sie häufig über fest gefügte Lehrvorstellungen, die nicht ohne weiteres durch fachdidaktische Theorien ersetzt werden können.

Die Ergebnisse früherer Untersuchungen lassen wichtige Rückschlüsse auf die weitere Gestaltung der Lehrerbildung zu. Dabei sind insbesondere die beschriebenen Probleme bei der Planung und Durchführung von Unterricht sehr aufschlussreich. Einige der Probleme sind sicherlich typisch für Berufsanfänger und betreffen auch andere Berufsrichtungen. So ist es als relativ normal zu bezeichnen, dass Anfänger für berufstypische Tätigkeiten mehr Zeit benötigen als ein Routinier und dass sie deshalb Zeitdruck empfinden. Darüber hinaus mag eine gewisse Unsicherheit bei den ersten Handlungen im späteren Berufsfeld nicht verwundern. Dagegen stimmt es bedenklich, dass Studierende und Referendare gleichermaßen von Problemen bei der Anpassung der Lerninhalte an die Lernvoraussetzungen der Schüler berichten. Die Studien weisen darauf hin, dass den Betroffenen die fachlichen Vorkenntnisse der Schüler, ihre Interessen und Einstellungen sowie mögliche Fehlkonzepte weitgehend unbekannt sind.

Gleichzeitig ist es problematisch, dass die Berufsanfänger ihre Vorstellungen zu schülerorientiertem Unterricht nicht in praktisches Handeln umsetzen können bzw. in tradierten Lehr- und Lernvorstellungen verhaftet bleiben. Daraus muss der Rückschluss gezogen werden, dass die universitäre Lehre die Studierenden bisher nicht erreicht bzw. dass die vermittelten Inhalte für sie nicht handlungsrelevant sind. Diese Situation stimmt insbesondere deshalb nachdenklich, weil internationale Schulleistungsvergleiche zeigen, dass es in Deutschland nur unzureichend gelingt, selbstgesteuertes und individualisiertes Lernen zu fördern. Erreicht die Fachdidaktik die Studierenden nicht bzw. können die vermittelten Theorien nicht in die Praxis umgesetzt werden, so geht das wichtige Innovationspotenzial der jungen Lehrer verloren.

Aus den Ergebnissen früherer Untersuchungen sind zwei Forderungen abzuleiten: An erster Stelle muss in der universitären Lehre zukünftig eine stärkere Auseinandersetzung mit dem späteren Berufsfeld stattfinden. Damit werden auch die Forderungen nationaler und internationaler Bildungswissenschaftler bestätigt (siehe Kapitel 2.2). Fachdidaktische Theorien können für die Studierenden erst dann handlungsrelevant werden, wenn sie von Studienbeginn an in engem Bezug zu praktischem Handeln erworben werden und eine intensive Auseinandersetzung mit den Vorstellungen der Studierenden vom Lehren und Lernen beinhalten (vgl. dazu FISCHLER).<sup>226</sup> Darüber hinaus muss in Seminaren und Schulpraktika eine Lernumgebung geschaffen werden, in der Studierende die Erfahrungswelt von Schülern kennen lernen und gleichzeitig unterstützt werden, ihre Erkenntnisse bei der Planung von Unterricht zu berücksichtigen.

Zweitens müssen die Studierenden zukünftig besser befähigt werden, Schüler im Unterricht zu aktivieren und zu motivieren. Dabei müssen sich insbesondere auch die Lehrenden an der

---

<sup>226</sup> FISCHLER, H.: Physikdidaktik und Unterrichtspraxis – Modelle, Möglichkeiten und Grenzen ihrer Verknüpfung in Behrendt, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach / Bergstrasse: Leuchtturm, 1995

Hochschule ihrer Schlüsselrolle bewusst werden, die sie als Vorbild für zukünftige Lehrer spielen. So ist zu fordern, dass Studierende mit den aktiven Methoden unterrichtet werden, die sie später in der Schule anwenden sollen. Dabei sollen auch wichtige Unterrichtselemente wie etwa Schülerversuche oder Modelle eine stärkere Berücksichtigung finden. Diesem Prinzip folgend erzielten KENNEDY und BENNETT eine Erhöhung konstruktivistischer Lehr- und Lernsituationen in den schulpraktischen Übungen ihrer Studierenden.<sup>227</sup> Sie stellten dabei fest, dass die Studenten vor allem konkrete Beispiele aus den Vorbereitungsseminaren im Unterricht umsetzen. Ein exemplarisches Lernen an konkreten Unterrichtsbeispielen, die theoretisch fundiert erarbeitet und in der Praxis erprobt werden, erscheint deshalb sinnvoll.

Die Studien zeigen, dass Schulpraktika ein geeigneter Weg sind, um eine intensive und frühzeitige Auseinandersetzung mit dem späteren Berufsfeld zu realisieren. Studierende können ihre eigene Wirksamkeit in der Lehrerrolle erfahren, sich mit den Anforderungen des Berufsalltags vertraut machen und einschlägige Lehrkompetenzen erlangen. Darüber hinaus bietet eine enge Zusammenarbeit von Studierenden, Lehrern und Universitätsmitarbeitern viele bisher weitgehend ungenutzte Chancen. So können an der Universität vermittelte Theorien im Diskurs mit Unterrichtspraktikern überprüft werden, wobei eine Auseinandersetzung mit der Schulrealität stattfinden muss. Die Kooperation eröffnet weiterhin die Chance, Lehrer in engem Bezug zu ihrem Unterrichtsalltag fortzubilden und damit die geforderte Verzahnung von erster und dritter Phase der Lehrerbildung zu realisieren.

Bisher wurden vor allem charakteristische Anfängerschwierigkeiten beim Unterrichten untersucht. Die Lehrertätigkeit beschränkt sich jedoch nicht auf das Handeln im Unterricht. So geht es gerade bei offenem Unterricht darum, geeignete Lernumgebungen zu schaffen und dafür entsprechende Lernmaterialien vorzubereiten. Aus diesem Grund wird in der folgenden Studie untersucht, welchen Schwierigkeiten Studierende bei der Erarbeitung offener Unterrichtsmaterialien begegnen. Dabei werden durch die Evaluation spezifische Fördermöglichkeiten aufgezeigt.

---

<sup>227</sup> KENNEDY, D., BENNETT, J.M. (2004)

## 8 Entwicklung des chemiedidaktischen Seminars „Lernwerkstatt Chemie“

### 8.1 Konzeption der Seminarveranstaltung

Bei der Konzeption der Seminarveranstaltung „Lernwerkstatt Chemie“ werden drei wichtige Ziele verfolgt:

- Durch die Zusammenarbeit von Studierenden mit Lehrern wird eine Verzahnung der ersten und dritten Phase der Lehrerbildung angestrebt.
- Das Seminar bietet Studierenden die Möglichkeiten, sich schon in den ersten Studienjahren mit fachdidaktischen Fragestellungen auseinanderzusetzen. Frühzeitige und intensive Kontakte zur Schulpraxis werden realisiert.
- Im Rahmen der Veranstaltung lernen Studierende und Lehrer neue offene Unterrichtsformen kennen und erkennen Konsequenzen für den Chemieunterricht.

Von nationalen und internationalen Bildungswissenschaftlern sowie den Fachverbänden GDCh und MNU wird eine stärkere Verknüpfung der drei Phasen der Lehrerbildung gefordert (siehe Kapitel 2). So besteht ein breiter Konsens darüber, dass die drei Phasen der Lehrerbildung bisher in zu geringer Verbindung stehen, weshalb nur unzureichend an bereits vermittelte Kenntnisse angeknüpft werden kann. Insbesondere das Lernen im Beruf wird derzeit nicht als wichtiger Teil der Lehrerbildung erkannt.

In dem Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ soll durch die Zusammenarbeit zwischen Studierenden des zweiten Studienjahres und erfahrenen Chemielehrern eine Verzahnung von erster und dritter Phase der Lehrerbildung realisiert werden. Die Studierenden und Lehrer erhalten die Aufgabe, gemeinsam Lernmaterialien für offene Unterrichtsformen zu entwickeln und in ausgewählten Klassen zu erproben, wobei die Unterrichtserfahrungen reflektiert werden. Die Lehrer haben Routine in der Organisation von Lernprozessen und können die Studierende deshalb auf typische Probleme des Chemieunterrichts aufmerksam machen, sie bei ihren ersten Schritten in der Lehrerrolle begleiten sowie bei der Auswertung ihrer Erfahrungen unterstützen. Darüber hinaus besteht für die Studierenden die Chance, ihre eigene spätere Rolle kennen zu lernen und sich mit den Aufgaben und Anforderungen des zukünftigen Berufsfeldes vertraut zu machen. Durch die Gespräche mit Lehrern sollen sie auch mit Schwierigkeiten aus dem realen Schulalltag konfrontiert werden.

Untersuchungen zeigen, dass die Studierenden neue Ideen in den Unterrichtsalltag der Lehrer einbringen (siehe Kapitel 7.4). In der gemeinsamen Arbeit können die Lehrer angeregt werden, ihre Lehr- und Lernvorstellungen darzulegen, zu reflektieren und gegebenenfalls zu verändern. Durch die Auseinandersetzung mit offenen Unterrichtsformen lernen sie neue Unterrichtsmethoden kennen und erhalten auch die Möglichkeit, ihre Schüler in einer neuen Situation zu erleben und daraus Rückschlüsse für ihren eigenen Unterricht zu ziehen. Somit kann die Zusammenarbeit mit Studierenden und Universitätsmitarbeitern zur beruflichen Weiterentwicklung der Lehrer beitragen. Durch Einbezug realer Unterrichtssituationen steht diese Form der Fortbildung in enger Verbindung zum Unterrichtsalltag der Lehrer. Voraussetzung für ein Gelingen ist jedoch, dass die Lehrer die Studierende als gleichwertige Kooperationspartner akzeptieren. Es besteht die Gefahr, dass die Studierenden wie selbstverständlich in

ihre alte „Schülerrolle“ zurückfallen, da ihre eigene Schulzeit noch nicht lange zurückliegt. So sind es möglicherweise vor allem die Lehrer, die Erfahrungen an die Studierenden weitergeben und ihnen Kenntnisse aus der Praxis vermitteln. Aufgabe der Fachdidaktik ist es deshalb, eine geeignete Lernumgebung zu schaffen, in der ein kooperativer Austausch stattfinden kann, durch den Studierende und Lehrer - wie gefordert - lernen, in kollegialer Teamarbeit eigene Kompetenzen einzubringen und weiterzuentwickeln (siehe Kapitel 2.3).



Abb. 28: Zusammenarbeit von Studierenden und Lehrern bei der Betreuung von Schülern

Bisher ist die Ausbildung der Lehramtsstudenten an der Universität Jena stark an den Diplomstudiengang angebunden. Dabei muss das Gewicht der chemiedidaktischen Ausbildungsanteile als zu gering und für die Betroffenen als wenig bedeutsam bezeichnet werden. So beginnt die fachdidaktische Ausbildung nach dem aktuellen Studienplan erst im dritten Studienjahr. Berufsfeldorientierte Inhalte werden vernachlässigt und Praxisbezüge sind wenig umfangreich. Ausgehend von dieser Situation wurde das Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ entwickelt, mit Hilfe dessen berufsfeldbezogene Inhalte durch frühzeitige Realbegegnungen mit Chemieunterricht vertieft werden. Gleichzeitig sollen die vermittelten fachdidaktischen Grundlagen durch praktische Erprobungen auf ihre Anwendbarkeit überprüft werden.<sup>228</sup>

In der Seminarveranstaltung planen die Studierenden in kleinen Gruppen erste eigene Unterrichtseinheiten. Durch die exemplarische Arbeit an ausgewählten Unterrichtsbeispielen setzen sie sich mit wichtigen Elementen des Chemieunterrichts wie Schülerexperimente, Modelle und Spiele sowohl praktisch als auch theoretisch auseinander. Sie können dabei ein Repertoire an Schülerexperimenten erarbeiten und erste Erfahrungen bei der Planung und Durchführung von Schulversuchen sammeln. Darüber hinaus sollen sie lernen, mit Modellen umzu-

<sup>228</sup> BERENDT, B., VOSS, H.-P., WILDT, J. (Hrsg.): Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten, Stuttgart: Raabe, 2002

gehen und deren Unterrichtseinsatz zu beurteilen und das spielerische Üben als wichtigen Bestandteil des Unterrichts erkennen. Daneben wiederholen sie wichtige fachliche Grundlagen des Chemieunterrichts.

Die Studierenden erhalten in der Seminarveranstaltung die Möglichkeit, bereits im Grundstudium erste Erfahrungen mit eigenem Unterricht zu sammeln. Darin ist ein wichtiges Element zur Selbstbewährung und Kontrolle zu sehen. So sollen die Studierenden sowohl ihre Berufsentscheidung überprüfen als auch eine Orientierung für ihr weiteres Studium erhalten.

Den Forderungen der Fachverbände GDCh und MNU zufolge sollen Studierende möglichst Erfahrungen bei der Betreuung kleiner Schülergruppen sammeln, da darin eine besondere Chance für die intensive Beobachtung von Lernvorgängen gesehen wird (siehe Kapitel 2.3).



Abb. 29: Betreuung kleiner Schülergruppen: Chance für eine Auseinandersetzung mit Einzelnen

Bei der Erprobung von Lernzirkeln können die Studierenden einzelne Lernstationen betreuen und sich dabei intensiv mit kleinen Schülergruppen auseinandersetzen. Es soll ihnen die Möglichkeit eröffnet werden, im Gespräch mit Schülern deren Vorstellungen, Lernschwierigkeiten und individuellen Bedürfnisse kennen zu lernen. Bei der Tätigkeit des Lehrens und Unterstützens können sie lernen, komplexe fachliche Konzepte zu elementarisieren und ein angemessenes Sprachniveau zu finden. Sie werden an das Experimentieren mit Schülern herangeführt, müssen jedoch nicht unmittelbar die Klassensituation meistern. So wird ihnen bei diesen ersten Erfahrungen in der Lehrerrolle lediglich die Verantwortung für einzelne Arbeitsgruppen übertragen.

Das Seminar eröffnet zudem die Chance für einen Brückenschlag zwischen der universitären Lehre und der Unterrichtspraxis: Im Diskurs mit Lehrern können die Studierenden vermittelte Theorien in der Praxis überprüfen und so möglicherweise eine kritische Sicht auf die Unterrichtspraxis entwickeln. Auf diese Weise soll vermieden werden, dass Studierende - wie in

der Literatur beschrieben - zur Erkenntnis gelangen, dass Inhalte des Hochschulstudiums im Schulalltag vernachlässigbar sind.<sup>229</sup> Gleichzeitig können sie anhand eigener Erfahrungen ein tieferes Verständnis fachdidaktischer Inhalte erlangen, wodurch ihr Interesse für eine intensivere Auseinandersetzung mit diesen Fragestellungen geweckt werden soll.

Verschiedene Forschungsarbeiten zeigten in der Vergangenheit, dass die Inhalte der fachdidaktischen Lehre die Studierenden nicht erreichen bzw. nicht in Handlungswissen umgesetzt werden können (siehe Kapitel 7). Somit besteht die Gefahr, dass die Studierenden nur so unterrichten, wie sie es selbst in ihrer Schulzeit erfahren haben. Zukünftig ist deshalb eine nachhaltigere fachdidaktische Ausbildung anzustreben, in der chemiedidaktische Erkenntnisse so vermittelt werden, dass eine spätere Umsetzung im Unterrichtsalltag erfolgen kann. Nach den Grundsätzen des Konstruktivismus gewinnt Wissen erst an Bedeutung, wenn es aktiv und durch individuelle Erfahrungen konstruiert und verändert wird. Deshalb fordern BECKER und HILDEBRANDT, dass Studierende in der fachdidaktischen Lehre am eigenen Leib die Vorteile von Methodenvielfalt erleben.<sup>230</sup> An der Universität kann nicht einfach „fertiges“ Wissen vermittelt werden. Wird dieses Prinzip nicht berücksichtigt, so werden die Ziele der Lehre durch die Methode konterkariert. Wie FISCHLER darlegt, werden den Studierenden häufig Theorien vorgestellt, zu denen ihnen eigene Lernerfahrungen fehlen.<sup>231</sup> Nach Ansicht von BECKER werden zukünftige Chemielehrer selbstgesteuertes Lernen dann nicht anregen, wenn sie es in ihrer Ausbildung nicht gelernt haben und Lehrerverhalten nicht in konkreten Situationen eingeübt haben.<sup>232,233</sup> Deshalb muss es Aufgabe der Fachdidaktik sein, den Studierenden Erfahrungen mit modernen Unterrichtsmethoden in der Rolle des Lerner - und Lehrers - zu vermitteln.

Im Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ lernen die Studierenden offenen Unterricht sowohl in der Anwendung bei der Gestaltung des Seminars als auch bei der Arbeit mit Schülern kennen. In einer viermonatigen Projektarbeit erstellen sie in kleinen Gruppen Lernmaterialien für offene Unterrichtsformen. Darüber hinaus werden sie in den einzelnen Lehrveranstaltungen mit verschiedenen offenen Unterrichtsmethoden bekannt gemacht. Eine weitere Aufgabe der Seminare an der Universität ist es, die Studierenden bei der Gestaltung der Lernmaterialien zu unterstützen, wobei ihnen Kriterien zur Auswahl, Anordnung und Darstellung der Lerninhalte vermittelt werden. Bei der Erprobung ihres Lernzirkels in der Schule können sie Erfahrungen in der Betreuung von Schülern sammeln und sollen dabei Konsequenzen für den Einsatz offener Unterrichtsformen im Chemieunterricht erkennen. Da muss eine Auseinandersetzung mit den subjektiven Theorien Einzelner stattfinden.

---

<sup>229</sup> JÄGER, R.S., BEHRENS, U.: Weiterentwicklung der Lehrerbildung, Mainz: Haase & Köhler, 1994

<sup>230</sup> BECKER, H.-J., HILDEBRANDT, H. (2003)

<sup>231</sup> FISCHLER, H. (1995)

<sup>232</sup> BECKER, H.-J.: Ihren Chemielehrern den Spiegel vorgehalten, ChiS, 44 (1997) 7/8, S. 282-284

<sup>233</sup> BECKER, H.-J.: Fach- und Lehrerbeliebtheit. Ergebnisse einer Untersuchung zum Chemieunterricht, MNU, 37 (1984) 2, S. 78-81

Die Grundprinzipien der Seminarveranstaltung „Lernwerkstatt Chemie“ sind in der folgenden Abbildung dargestellt:

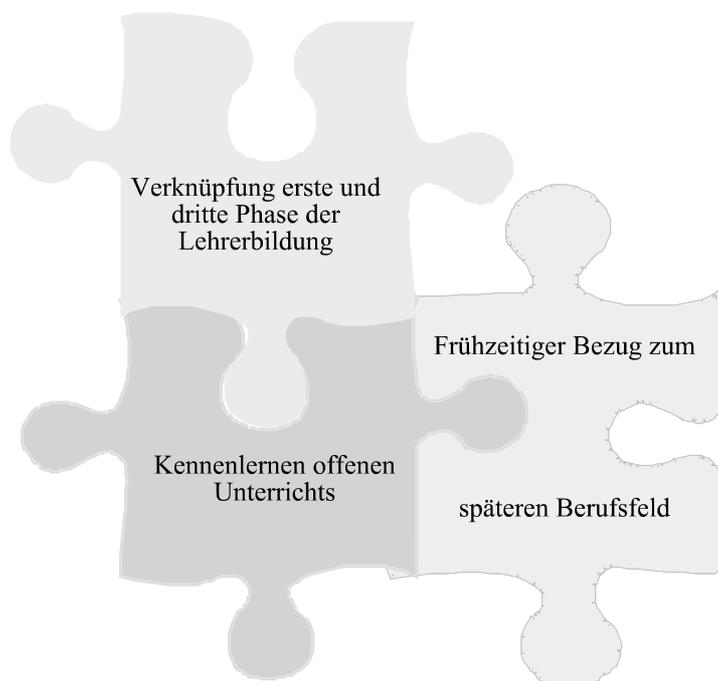


Abb. 30: Charakteristika des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“

## 8.2 Erprobung der Seminarveranstaltung

Das Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ wurde im Wintersemester 2003/04 und Sommersemester 2004 erprobt und evaluiert. An der Veranstaltung beteiligten sich zwölf Studenten und Studentinnen des zweiten Studienjahrs sowie drei Chemielehrerinnen. Die Seminarteilnehmer werden in der weiteren Arbeit unabhängig von ihrem Geschlecht als „Studierende“ und „Lehrer“ bezeichnet.

Obwohl die Veranstaltung fakultativ angeboten wurde, nahmen alle Studierenden des Studienjahrgangs daran teil. Sie erarbeiteten im Wintersemester 2003/04 in Kleingruppen Lernzirkel zu den folgenden Unterrichtsthemen:

- Lernzirkel Redoxreaktionen für Klasse 7 Regelschule bzw. Klasse 8 Gymnasium,
- Lernzirkel Ionen- und Atombindung für Klasse 8 Regelschule,
- Lernzirkel Redoxreaktionen für Klasse 10 Gymnasium.

Die Themen der drei Lernzirkel wurden von den beteiligten Lehrern ausgewählt und in das Curriculum des Chemieunterrichts eingeordnet. Sie werden in den folgenden Kapiteln kurz beschrieben und sind im Anhang in vollständiger Form abgedruckt (siehe Anhang 3).

Die Studierenden erhielten bei allen drei Themen die Aufgabe, Lernzirkel mit etwa sechs Lernstationen bestehend aus Experimenten, Modellen und Spielen zu erarbeiten. Sie wurden in ihrer Arbeit durch wöchentliche Seminarveranstaltungen und Praktika an der Universität Jena angeleitet, wobei eine Einführung in die Unterrichtsmethode Lernzirkel stattfand. Darüber hinaus wurde die Rolle von Experimenten, Modellen und Spielen im Chemieunterricht theoretisch begründet und anhand konkreter Beispiele aus den Lernzirkeln thematisiert. In den verschiedenen Seminarveranstaltungen wurden zahlreiche offene Unterrichtsformen wie z.B.

Gruppenpuzzle eingesetzt, um den Studierenden Erfahrungen mit offenen Lernformen aus der Perspektive des Lerners zu vermitteln. So konnten die Studierenden auch in Freiarbeit die ausgewählten Schülerexperimente erproben und für den Einsatz in der Schule optimieren.

Neben den Universitätsveranstaltungen wurden die Studierenden von Chemielehrern individuell betreut. Die Lehrer übernahmen dabei die Betreuung einer bzw. zweier Studentengruppen (von je vier Studierenden). Sie führten mit den Studierenden eine Hospitation in den ausgewählten Klassen durch und werteten diese anschließend anhand der Fragen der Studenten aus. Gemeinsam mit den Studierenden erprobten sie ein erstes Schülerpraktikum bzw. einen Lernzirkel in ihren Klassen, wobei die Studenten erste Erfahrungen bei der Betreuung von Schülern sammeln konnten. Am Ende des Wintersemesters optimierten die Lehrerinnen zusammen mit den Studierenden die Lernzirkel und legten gemeinsam die Rahmenbedingungen der Erprobung fest. Im Sommersemester 2004 erfolgte schließlich die Erprobung der erarbeiteten, fertigen Lernzirkel in den ausgewählten Klassen. Dabei wurde auch in einer kurzen Feedbackrunde die Rückmeldung der Schüler eingeholt. Anschließend fand eine ausführliche Auswertung statt, bei der Studierende und Lehrer ihre Erfahrungen und Beobachtungen schilderten.

Der Aufbau des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ aus wöchentlichen Veranstaltungen an der Universität Jena und einer individuellen Zusammenarbeit von kleinen Studentengruppen mit erfahrenen Chemielehrern ist in folgender Tabelle übersichtlich dargestellt (siehe Seite 131).

Bei der Realisierung der Seminarveranstaltungen erwies es sich nicht immer als leicht, Termine zwischen den Studierenden und Lehrern zu vereinbaren. Aufgrund verschiedener Stundenpläne, Praktika in den Semesterferien, zahlreicher außerunterrichtlicher Verpflichtungen (Klassenfahrten, Fortbildungen, etc.) und der längeren Krankheit einer Lehrerin konnten die Hospitationen und Gesprächstermine nicht immer zum geplanten Zeitpunkt stattfinden. Trotz dieser Widrigkeiten konnten alle Hospitationen, Erprobungen und Gesprächstermine erfolgreich realisiert werden. Die Zusammenarbeit der Studierenden und Lehrer ist in Tab. 29 dargestellt (siehe Seite 133).

Das Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ wurde im darauf folgenden Jahr wiederholt. Dabei konnten erste Evaluationsergebnisse bereits in die Neugestaltung des Seminars einbezogen werden. Im zweiten Jahr beteiligten sich 18 Studierende und drei Chemielehrerinnen an der Veranstaltung, wobei zwei „neue“ Lehrerinnen von Jenaer Gymnasien gewonnen werden konnten. Das zweite Erprobungsjahr konnte jedoch aus Zeitgründen bei der folgenden Evaluation nicht berücksichtigt werden.

Tab. 28: Aufbau der Seminarveranstaltung „Lernwerkstatt Chemie“

<b>Zeitraum</b>	<b>Seminarveranstaltungen an der Universität</b>	<b>Zusammenarbeit mit Lehrern im Berufsfeld</b>
Okt. 03	Vorstellung der Unterrichtsmethode Lernzirkel, Einordnung der Arbeitsthemen in den Thüringer Lehrplan	
Okt. 03	Anleitung zur Literaturrecherche, Vorbereitung der Hospitation	
Nov. 03		Hospitation in den ausgewählten Klassen, Auswertung mit Lehrern
Nov. 03	Vorstellung der Rolle von Experimenten im Chemieunterricht	
Nov. 03	Erarbeitung exemplarischer Lernstationen	
Dez. 03	Praktikum zur Auswahl und Optimierung geeigneter Schülerversuche	
Nov.-Dez. 03		Erprobung eines ersten Lernzirkels oder Praktikums in der Klasse
Jan. 04	Vorstellung der Rolle von Modellen im Chemieunterricht	
Jan. 04	Vorstellung erster Modellideen, Diskussion in der Lerngruppe	
Jan. 04	Vorstellung der Rolle von Spielen im Chemieunterricht	
Feb. 04	Vorstellung von Spielideen, Diskussion in der Lerngruppe	
Feb. 04	Abgabe einer ersten Version der Lernzirkel	
Feb.-Mai 04		Optimierung der Lernzirkel, Festlegung der Rahmenbedingungen der Erprobung
März-Juni 04		Erprobung der Lernzirkel in den ausgewählten Klassen, Auswertung der Erfahrungen

Tab. 29: Hospitationen, Erprobungen und Gesprächstermine

<b>a) Erarbeitung und Erprobung des Lernzirkels Redoxreaktionen für Klasse 7 RS bzw. 8 Gym</b>		
<b>Zusammenarbeit von Studierenden und Lehrern</b>	<b>Datum</b>	<b>Ort</b>
Hospitation und Auswertung in Klasse 7 RS	05.11.2003	Regelschule Gera Zwötzen
Erprobung des Praktikums Glas	08.03.2004	Schülerlabor der FSU Jena
Optimierung des Lernzirkels Redoxreaktionen, Festlegung der Rahmenbedingungen der Erprobung	26.05.2004	Regelschule Gera Zwötzen
Erprobung des Lernzirkels Redoxreaktionen (in Klasse 7 RS), Auswertung der Erfahrungen	11.06.2004	Regelschule Gera Zwötzen
Erprobung des Lernzirkels Redoxreaktionen (in Klasse 8 Gym), Auswertung der Erfahrungen	15.06.2004	Schiller-Gymnasium Eisenberg
<b>b) Erarbeitung und Erprobung des Lernzirkels Atom- und Ionenbindung für Klasse 8 RS</b>		
Hospitation und Auswertung in Klasse 8 RS	05.11.2003	Regelschule Gera Zwötzen
Erprobung des Praktikums Haushaltsreiniger	25.11.2003	Schülerlabor der FSU Jena
Optimierung des Lernzirkels Ionen- und Atombindung, Festlegung der Rahmenbedingungen der Erprobung	05.02.2004	Regelschule Gera Zwötzen
Erprobung des Lernzirkels Ionenbindung (Teil 1), Auswertung der Erfahrungen	31.03.2004	Regelschule Gera Zwötzen
Erprobung des Lernzirkels Atombindung (Teil 2), Auswertung der Erfahrungen	02.04.2004	Regelschule Gera Zwötzen
<b>c) Erarbeitung und Erprobung des Lernzirkels Redoxreaktionen für Klasse 10 Gym</b>		
Hospitation und Auswertung	23.02.2004	Schiller-Gymnasium Eisenberg
Erprobung des Lernzirkels Katalyse	01.03.2004	Schiller-Gymnasium Eisenberg
Optimierung des Lernzirkels Redoxreaktionen, Festlegung der Rahmenbedingungen der Erprobung	01.03.2004	Schiller-Gymnasium Eisenberg
Erprobung des Lernzirkels Redoxreaktionen, Auswertung der Erfahrungen	26.05.2004	Schiller-Gymnasium Eisenberg

### 8.2.1 Lernzirkel Redoxreaktionen für Klasse 7-8

Der Lernzirkel Redoxreaktionen wurde für die Klasse 7 Regelschule bzw. die Klasse 8 Gymnasium erarbeitet. Das Thema Redoxreaktionen wird im Thüringer Lehrplan im Anfangsunterricht behandelt, wobei die Oxidation zunächst nur als Sauerstoffaufnahme und die Reduktion als Sauerstoffabgabe beschrieben werden. Die Schüler lernen an dieser Stelle die Oxidationszahlen noch nicht kennen, sondern stellen erste einfache Reaktionsgleichungen mit Hilfe der Wertigkeit (Valenz) der Atome auf. Dabei behandeln sie als Beispiel für Oxidationsvorgänge vor allem die Veränderung von Metalloberflächen an der Luft (Korrosion) sowie Verbrennungsvorgänge von Metallen in Luft und in reinen Sauerstoff. Mit Hilfe einfacher Schülerexperimente zur Verbrennung auf der Waage werden die Schüler an das Gesetz der Erhaltung der Masse herangeführt, welches im Rahmen dieses Lernzirkels jedoch nicht behandelt wird. Weiterhin sollen die Schüler unter dem Begriff Reduktion wichtige technische Verfahren wie die Gewinnung von Roheisen, die Herstellung von Stahl oder das Thermische Schweißen kennen lernen.

Bei der Konstruktion des Lernzirkels Redoxreaktionen wurden die in Kapitel 4.2 beschriebenen Kriterien verfolgt. Der Lernzirkel besteht aus sechs Lernstationen mit drei experimentellen Lernstationen (Station 2, 4 und 5), einer Spiel- und einer Modellstation (Station 1 und 3). Station 6 zum Aluminothermischen Schweißen wird als Lehrerdemonstrationsexperiment vorgeführt.

Mit Hilfe des Lernzirkels können sich die Schüler selbstständig die folgenden fachlichen Inhalte erschließen:

- Metalloberflächen verändern ihr Aussehen langsam an der Luft. Dieser Vorgang wird als Korrosion bezeichnet und kann mit Hilfe von Schutzlacken oder Überzügen mit anderen Metallen verhindert werden. (Station 1)
- In feiner Verteilung verbrennen Metalle in der Flamme und nehmen dabei Luftsauerstoff auf. Bei edlen und unedlen Metallen ist diese Reaktion unterschiedlich heftig. (Station 2)
- Bei der Oxidation handelt es sich um eine chemische Reaktion, bei der Sauerstoff aufgenommen wird. Bei der Reduktion wird dagegen Sauerstoff abgegeben. Reaktionen, bei denen Oxidation und Reduktion eine Einheit bilden, werden als Redoxreaktionen bezeichnet. (Station 3)
- Bei der Verbrennung von Metallen in Luft oder reinem Sauerstoff wird Sauerstoff unter der Bildung von Metalloxiden aufgenommen. Wird die Reaktion auf der Waage durchgeführt, so ist eine Gewichtszunahme zu verzeichnen. Die Reaktionsbedingungen haben Einfluss auf die Reaktion. So nimmt die Heftigkeit der Verbrennung mit dem Sauerstoffanteil zu. (Station 4)
- Bei der Reduktion handelt es sich um eine chemische Reaktion, bei der Sauerstoff abgegeben wird. Diese Reaktion wird in der Technik für die Gewinnung von Metallen aus Erzen genutzt. (Station 5)
- Das Aluminothermische Schweißen ist ein technisch bedeutsames Verfahren, bei dem eine Redoxreaktion abläuft. (Station 6)

Im Folgenden werden die einzelnen Lernstationen kurz beschrieben:

#### Station 1: Metalle verändern ihr Aussehen an der Luft

In der Lernstation wird in einem kurzen Text die Korrosion von Eisen und Kupfer als chemische Reaktion beschrieben. Anhand von Fotos eines verrosteten Zauns und eines Kupferdaches, welches mit grüner Patina überzogen ist, werden Beispiele aus der Erfahrungswelt der Schüler angesprochen. Maßnahmen zum Korrosionsschutz werden vorgestellt. Die wichtigsten Begriffe sind in dem Text fett gedruckt und müssen anschließend in einem Buchstabensalat gefunden werden. Dabei sollen sich die Schüler neue fachliche Termini wie Oxidation, Korrosion oder Korrosionsschutz spielerisch einprägen.

#### Station 2: Wie verbrennen unterschiedliche Metalle?

Die Schüler lernen in dieser experimentellen Lernstation die Verbrennung von fein verteilten Metallen an der Luft kennen. Dafür blasen sie vorsichtig verschiedene Metallpulver mit Hilfe eines gebogenen Glasrohres in die Bunsenbrennerflamme und erkennen, dass Aluminiumpulver heftiger verbrennt als etwa feine Kupferspäne. Mit Hilfe eines Lückentextes werden sie bei der Auswertung ihrer Beobachtungen unterstützt.

#### Station 3: Modellstation

In der Modellstation werden die Oxidation und Reduktion als chemische Reaktionen mit Sauerstoffaufnahme bzw. -abgabe vorgestellt. Weiterhin wird das Prinzip der Redoxreaktion am Beispiel eines einfachen Modells der Reaktion von Kupferoxid mit Eisen veranschaulicht: Die Schüler sollen sich in der Rolle von Kupfer und Eisen, was durch Papierschilder gekennzeichnet wird, einen Ball (= Sauerstoffteilchen) überreichen. Dieses Prinzip wird zusätzlich mit Hilfe einer Grafik dargestellt, die durch die Schüler beschrieben werden soll. Darüber hinaus werden einfache Oxidationen und Reduktionen als Wortgleichungen vorgegeben und sollen von den Schülern den beiden Reaktionsarten zugeordnet werden.

#### Station 4: Was passiert beim Verbrennen?

In dieser experimentellen Lernstation vergleichen die Schüler zunächst die Oxidation von Eisenwolle in Luft und in reinem Sauerstoff. Anhand der unterschiedlichen Heftigkeit der Verbrennung sollen sie erkennen, dass (Luft-)Sauerstoff der Reaktionspartner ist. Im Anschluss wiederholen sie die Reaktion mit Luftsauerstoff auf der Waage, um eine Gewichtszunahme zu verzeichnen.

#### Station 5: Modellversuch zur Kupfergewinnung

Die Schüler reduzieren pulverförmiges Kupferoxid in einem feuerfesten Reagenzglas mit Hilfe von Holzkohle. Hierbei ist das metallisch glänzende Produkt besonders gut zu erkennen, wenn die beiden Ausgangsstoffe schichtweise in das Reagenzglas eingefüllt werden. In einem kurzen Text wird die Reduktion von Kupferoxid den Schülern als Beispiel für die Gewinnung von Metallen aus Erzen vorgestellt. Als Aufgabe sollen sie die Wort- und Reaktionsgleichung aufstellen und sowohl die Oxidation als auch die Reduktion kennzeichnen.

### Station 6: Aluminothermisches Schweißen

Das Thermische Schweißen wird den Schülern wegen des hohen Gefahrenpotenzials als Leherdemonstrationsexperiment vorgeführt. Dabei wird ein käufliches Thermitgemisch verwendet, die in einen Blumentopf gefüllt und mit Hilfe von Wunderkerzen entzündet wird. Eisen als Reaktionsprodukt kann dabei mit Hilfe eines Magneten untersucht werden. Aufgabe der Schüler ist es, ihre Beobachtungen anhand der Reaktionsgleichung zu erläutern.



Abb. 31: Ein Schüler der 7. Klasse untersucht die Verbrennung von Magnesiumpulver

Der Lernzirkel wurde in einer siebten Klasse der Regelschule und einer achten Klasse des Gymnasiums am 11. und 15.06.2004 erprobt. Während die Regelschullehrerin den Lernzirkel am Anfang der entsprechenden Unterrichtseinheit zur Motivation einsetzte, sah die Gymnasiallehrerin in dem Lernzirkel vor allem eine geeignete Anwendung und Übung der bereits besprochenen Inhalte. Bei der Erprobung standen jeweils drei Unterrichtsstunden zur Verfügung, wobei die Stationen 1-5 von allen Schülergruppen selbstständig und in beliebiger Reihenfolge bearbeitet wurden. Im Anschluss daran wurde das Demonstrationsexperiment (Station 6) auf dem Pausenhof vorgeführt.

### 8.2.2 Lernzirkel Ionen- und Atombindung

Der Lernzirkel Ionen- und Atombindung wurde für eine achte Klasse der Regelschule konzipiert und sollte den Schülern das sehr abstrakte und oft als schwer zugänglich empfundene Unterrichtsthema auf anschauliche Weise näher bringen. Die Ionen- und Atombindung werden im Thüringer Lehrplan unter dem Kapitel Stoffeigenschaften und chemische Bindungen thematisiert, wobei die drei Bindungsarten Ionenbindung, Atombindung und Metallbindung nacheinander besprochen werden. Dabei wird die Ionenbindung an Modellen des Natriumchloridkristalls vorgestellt und am Beispiel weiterer Salze und Hydroxide erläutert. Die Atombindung wird als Elektronenpaarbindung beschrieben und mit Hilfe der Oktettregel erklärt. Dabei wird sowohl die unpolare als auch die polare Atombindung anhand einfacher

Moleküle wie Sauerstoff, Chlor, Chlorwasserstoff und Wasser thematisiert. Die Eigenschaften von Dipolmolekülen sollen in diesem Zusammenhang anhand des Dipols Wasser experimentell untersucht werden.

Der Lernzirkel Ionen- und Atombindung wurde der Übersicht halber in die zwei Abschnitte Ionenbindung und Atombindung unterteilt, die aus jeweils vier Lernstationen bestehen. In diesen Lernstationen werden der Bau von Ionenverbindungen und Molekülen anhand von Modellen veranschaulicht, die Eigenschaften dieser Verbindungen mit Experimenten untersucht bzw. wichtige Gesetzmäßigkeiten spielerisch eingeübt. Dabei können sich die Schüler selbstständig mit den folgenden fachlichen Inhalten auseinandersetzen:

- Die Ionenbindung beruht auf Anziehungskräften zwischen entgegengesetzt geladenen Ionen, die in alle drei Raumrichtungen wirken. (Station 1a)
- Salze sind Ionenverbindungen. Sie sind aus positiv und negativ geladenen Ionen aufgebaut, deren Ladungen sich ausgleichen, so dass sie nach außen hin elektrisch neutral sind. (Station 2a)
- Zwischen dem Bau von Ionenverbindungen und ihren Eigenschaften besteht ein Zusammenhang. So schmelzen die Ionenverbindungen aufgrund der sehr hohen Anziehungskräfte zwischen den Ionen erst bei sehr hohen Temperaturen. (Station 3a)
- Beim Lösen von Salzkristallen in Wasser wird die Ionenbindung zerstört. Deshalb leitet eine Salzlösung im Gegensatz zum Salzkristall den elektrischen Strom. (Station 4a)
- Der Zusammenhalt der Atome in einem Molekül beruht auf der Atombindung, bei der gemeinsame Elektronenpaare ausgebildet werden. Bei verschiedenartigen Atomen wirken auf die bindenden Elektronenpaare unterschiedliche Kräfte, weshalb es zur Ausbildung polarer Atombindungen kommt. (Station 1b)
- Innerhalb von Dipolmolekülen gibt es Bereiche unterschiedlicher Ladung, was sich auf die Eigenschaften der Verbindungen auswirkt. (Station 2b)
- Durch die gemeinsamen Elektronenpaare erreichen die einzelnen Atome in einem Molekül die stabile Achterschale (Oktettregel). Mit Hilfe der Oktettregel können die Formeln von Molekülverbindungen ermittelt werden. (Station 3b)

Im Folgenden werden die einzelnen Lernstationen kurz beschrieben:

#### Station 1a: Modellbau

In dieser Station werden die Ionenbindung und der Bau eines Ionenkristalls beschrieben. Jede Schülergruppe erhält die Möglichkeit ein eigenes Modell des Natriumchloridkristalls aus Styroporkugeln aufzubauen, welches sie als Anschauungsobjekt mit nach Hause nehmen kann.

#### Station 2a: Salzbildung

An dieser Spielstation werden die Schüler aufgefordert die Formeln von Ionenverbindungen zu ermitteln und diese zu benennen. Um den spielerischen Charakter der Station zu betonen, sind Zettel mit verschiedenen Ionen in kleinen Plastikeiern (aus Überraschungseiern) versteckt, die von den Schülern wie bei einer Tombola gezogen werden können. Aus jeweils zwei entgegengesetzt geladenen Ionen müssen dann Salze gebildet werden.

### Station 3a: Schmelzversuche

In dieser Station wird das unterschiedliche Schmelzverhalten von Ionenverbindungen und Molekülen erklärt und experimentell am Beispiel von Kochsalz und Zucker untersucht.

### Station 4a: Leitfähigkeit einer wässrigen Salzlösung

Die Leitfähigkeit von Salzkristallen wird im Vergleich zu einer Salzlösung untersucht. Gleichzeitig werden die Vorgänge auf Teilchenebene beim Lösen des Salzes anhand einer Grafik modellhaft dargestellt und sollen durch die Schüler mit Hilfe eines Lückentextes beschrieben werden.

### Station 1b: Modellbau

In dieser Modellstation wird den Schülern die Atombindung am Beispiel einfacher Moleküle wie Wasserstoff, Wasser und Chlorwasserstoff erklärt. Dabei wird auch auf polare und unpolare Atombindungen eingegangen. Die Schüler werden aufgefordert, einige Modelle selbst aus verschiedenen farbigen Styroporkugeln aufzubauen.

### Station 2b: Der elektrische Luftballon

Die Schüler untersuchen im Experiment die Eigenschaften des Dipolmoleküls Wasser. Dafür laden sie zunächst einen Luftballon an ihren Haaren elektrisch auf und leiten damit einen Wasserstrahl ab. Anschließend wiederholen sie den Versuch mit Lampenöl, welches im Gegensatz zu Wasser kein Dipol ist.

### Station 3b: Oktettregel

An dieser Station wird die den Schülern bereits bekannte Oktettregel wiederholt und zur Erklärung der Atombindung genutzt. Die Schüler werden aufgefordert, die Valenzstrichformeln verschiedener einfacher Moleküle (wie z.B. Chlor oder Ammoniak) zu erstellen. Zur Veranschaulichung der Elektronenpaaranordnung in den Molekülen werden einfache Papiermodelle verwendet (siehe Abb. 32, Seite 139).

### Station 4b: „3 gewinnt“

An dieser Spielstation wiederholen die Schüler die behandelten Inhalte zur Ionen- und Atombindung anhand des Spiels „3 gewinnt“. Auf einem Spielfeld von 5 x 4 Feldern, können sie Felder ihrer Wahl nach Beantworten der entsprechenden Frage besetzen. Derjenige Mitspieler gewinnt, der zuerst drei Felder in einer Reihe (horizontal, vertikal oder diagonal) mit seinen Spielsteinen belegt hat.

Die beiden kleinen Lernzirkel mit je vier Lernstationen wurden am 31.03. und 02.04.2004 in einer achten Klasse Regelschule erprobt, wobei zwei bzw. drei Unterrichtsstunden zur Verfügung standen. Die Lehrerin setzte den Lernzirkel am Beginn der Unterrichtseinheit ein, um das Thema anschaulich einzuführen und um Interesse für die folgenden eher theoretisch ausgerichteten Unterrichtsstunden zu wecken



Abb. 32: Schüler stellen Valenzstrichformeln von Molekülen mit Hilfe von Modellen dar

### 8.2.3 Lernzirkel Redoxreaktionen für Klasse 10

Der Lernzirkel Redoxreaktionen wurde für die zehnte Klasse Gymnasium erstellt und zur Systematisierung der in Klassenstufe 10 behandelten Inhalte konzipiert. Deshalb wurden in dem Lernzirkel bereits bekannte Fachinhalte anhand praktischer Anwendungen aus Alltag und Technik wiederholt, wobei die Schüler aufgefordert wurden, ihr Fachwissen auf komplexe Alltagsfragen anzuwenden.

In dem Lernzirkel werden die folgenden fachlichen Inhalte anhand praktischer Beispiele thematisiert:

- Die elektrochemische Korrosion beruht auf einer Redoxreaktion, die auf die Entstehung eines Lokalelements zurückzuführen ist. Beim kathodischen Korrosionsschutz wird das Metall durch leitende Verbindung mit einem unedleren Metall geschützt. (Station 1)
- Auf Basis der elektrochemischen Spannungsreihe kann das Reaktionsverhalten von Metallen vorausgesagt bzw. erklärt werden. (Station 2)
- Am Beispiel der Schwarzweißfotografie können Elektronenübergänge bei chemischen Reaktionen untersucht werden. (Station 3)
- Eine Batterie ist ein elektrochemisches Element, in dem Redoxreaktionen zur Gewinnung von Energie genutzt werden. (Station 4)
- Redoxreaktionen können mit Hilfe von Oxidationszahlen bestimmt werden. (Station 5)

Der Lernzirkel besteht aus fünf Lernstationen mit vier experimentellen Aufgaben (Station 1 - 4) und einer Spielstation (Station 5), die im Folgenden kurz beschrieben werden:

#### Station 1: Versuch zur Korrosion

Die Schüler untersuchen die Redoxvorgänge bei der Korrosion von Eisen. Dafür werden die Reaktionsprodukte mit Hilfe von Phenolphthalein und gelbem Blutlaugensalz nachgewiesen

und in einem Agar-Agar-Gel fixiert. Anhand ihrer Beobachtungen sollen die Schüler die Redoxreaktionen, die bei der Korrosion von Eisen ablaufen, erklären.

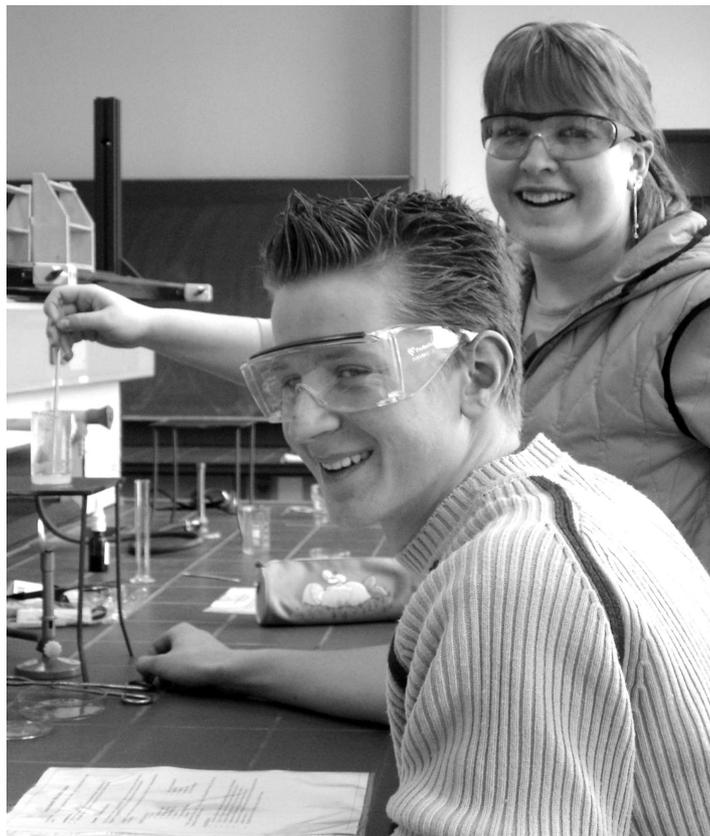


Abb. 33: Schüler untersuchen Korrosionsvorgänge

#### Station 2: Die Nagelprobe

Die Schüler untersuchen die Reaktion von Eisen in Kupfersalzlösung und von Kupfer in Eisensalzlösung und erklären ihre Beobachtungen anhand der elektrochemischen Spannungsreihe. Als Anwendungsbeispiel wird das Verchromen von Metallen beschrieben.

#### Station 3: Fotografie

Das Prinzip der Entstehung eines Negativs bei der Schwarzweißfotografie wird anhand eines Modellversuchs untersucht. Dafür wird ein Teil einer Silberchloridsuspension einer starken Lichtquelle (Overheadprojektor) einige Minuten lang ausgesetzt, wobei kolloidal gelöstes schwarzes Silber deutlich sichtbar wird. Anhand ihrer Beobachtungen sollen die Schüler die Entstehung eines Negativs in der Schwarzweißfotografie erläutern.

#### Station 4: Ein Spitzer als Batterie

Die Schüler lernen einen Spitzer als ungewöhnliche Energiequelle kennen. Dafür tauchen sie den Spitzerblock aus einer Magnesiumlegierung und die Eisenklinge in eine Kochsalzlösung und verwenden sie als Anode und Kathode der Batterie. Mit Hilfe dieser einfachen Batterie kann ein Leichtlaufpropeller (mit geringem Anlaufstrom) betrieben werden.

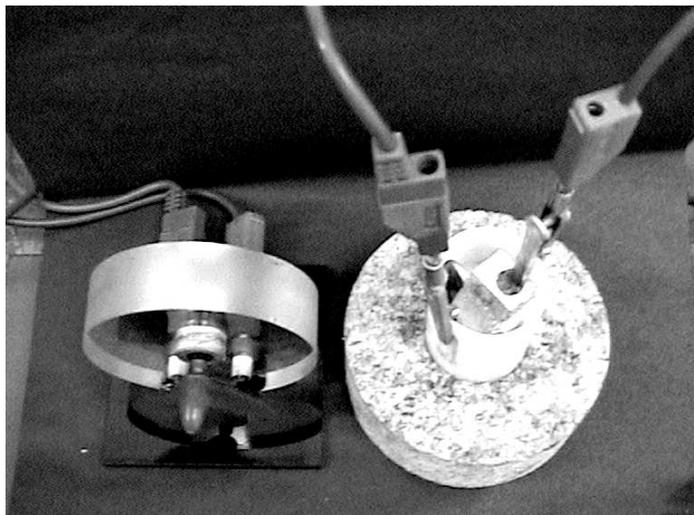


Abb. 34: Die Spitzerbatterie

#### Station 5: Das Redoxpuzzle

In dieser Spielstation werden die Schüler aufgefordert, die Gleichung einer Redoxreaktion aus Puzzlesteinen zusammenzusetzen. Damit diese Aufgabe nicht zu leicht ist, enthält das Puzzle passende und falsche Puzzlesteine.

Der Lernzirkel Redoxreaktionen wurde in einer zehnten Klasse des Gymnasiums am 26.05.2004 erprobt und von der Lehrerin zur Vorbereitung auf die Prüfung zur Leistungsfeststellung am Ende von Klassenstufe 10 genutzt.

## 9 Evaluation des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“

### 9.1 Forschungsinstrumente und Fragestellungen

Wie in Kapitel 5 dargestellt, folgte die Evaluation des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ den Prinzipien der Aktionsforschung. Bei der empirischen Begleitung des Seminars werden drei Evaluationsinstrumente eingesetzt: teilnehmende Beobachtung, Einzel- und Gruppeninterview sowie nonreaktive Verfahren, die im Folgenden kurz erläutert werden. Gleichzeitig werden die wichtigsten Forschungsfragen vorgestellt.

Die *Beobachtung* eignet sich besonders als Untersuchungsmethode, wenn in einem neuen Untersuchungsfeld erste Informationen zu sammeln sind. Im Vergleich zu mehr oder weniger beliebigen Beobachtungen im Alltag, beobachtet ein Wissenschaftler jedoch systematisch. So arbeitet er meist nach einem Beobachtungsplan, durch den er seine Aufmerksamkeit selektiv auf bestimmte Fragestellungen lenkt. Bei der teilnehmenden Beobachtung verfolgt der Forscher nicht passiv und rein registrierend das Geschehen, sondern nimmt selbst daran teil, wobei er in direkter Beziehung zu den Versuchspersonen steht.

Bei der Beobachtung liegt die Aufmerksamkeit auf den folgenden zwei Aspekten:

- Findet ein Austausch zwischen Studierenden und Lehrern über Chemieunterricht statt?
- Welche Rolle nehmen Studierende und Lehrer in den Gesprächen ein?

Während des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ fanden Gespräche zwischen Studierenden und Lehrern statt, die durch den Forscher moderiert und mit Hilfe eines digitalen Aufnahmeapparates aufgezeichnet wurden. So konnte zum einen die Störung durch die Beobachtung möglichst gering gehalten werden. Zum anderen konnten die zahlreichen Äußerungen von Studierenden und Lehrern problemlos erfasst werden.

Des Weiteren werden bei der Evaluation des Seminars Meinungsbilder von Studierenden und Lehrern mit Hilfe von mündlichen Befragungen erfasst. Dabei werden folgende Fragestellungen verfolgt:

- Profitieren Studierende und Lehrer von der Zusammenarbeit im Sinne einer Professionalisierung und beruflichen Fortbildung?
- Wie bewerten Studierende das Angebot chemiedidaktischer Veranstaltungen im Grundstudium? In welcher Weise profitieren sie insbesondere davon, dass schon frühzeitig ein Bezug zum späteren Berufsfeld hergestellt wird?
- Lernen Studierende durch das Seminar neue offene Unterrichtsformen kennen? Erkennen sie Konsequenzen des Einsatzes offener Unterrichtsformen im Unterricht?

Im Vergleich zu schriftlichen Befragungen fällt es Versuchspersonen in einem *Interview* häufig leichter, ihre Einstellungen und Erfahrungen darzulegen. Darüber hinaus kann der Forscher dem Befragten bei der Darlegung ihres individuellen Falles behilflich sein.<sup>234</sup> Es zeigte sich insbesondere in den Gesprächen mit Studierenden als wichtig, sie bei der Reflexion ihrer

---

<sup>234</sup> KÖNIG, R. (Hrsg.): Handbuch der empirischen Sozialforschung, Stuttgart: Enke, 1973

Beobachtungen zu unterstützen. Die Studierenden konnten beispielsweise an konkrete Situationen erinnert und so zu detaillierten Aussagen stimuliert werden. Während die Lehrerinnen am Ende der Seminarveranstaltung einzeln befragt wurden, wurden die Studierenden in kleinen Gruppen interviewt. Die Form des Gruppeninterviews wurde gewählt, weil im Allgemeinen eine entspannte Atmosphäre herrscht, in der der einzelne Gesprächspartner nicht so sehr gefordert ist.<sup>235</sup> Das Mithören der Antworten anderer kann die Befragten zudem zu eigenen Gedanken anregen, weshalb sich häufig mehr Ideen entwickeln als im Einzelgespräch. Bei Gruppeninterviews besteht jedoch die Gefahr, dass einzelne Gesprächspartner das Gespräch dominieren: Schüchterne verstecken sich hinter Wortgewandteren. Aus diesem Grund wurden die Befragungen mit kleinen Gruppen bestehend aus zwei Personen durchgeführt.

In den Interviews werden die Studierenden und Lehrer zum einen befragt, inwieweit sie selbst von der Teilnahme an dem Seminar profitieren. Zum anderen werden sie aufgefordert, den Nutzen für die Kooperationspartner einzuschätzen. Auf diese Weise soll ein Blick aus verschiedenen Perspektiven auf die Fragestellungen eröffnet werden. Die Interview-Leitfäden für die mündlichen Befragungen von Studierenden und Lehrern sind in Anhang 1 dargestellt.

Darüber hinaus werden die im Seminar erarbeiteten Lernzirkel untersucht, wodurch folgende Fragen geklärt werden sollen:

- Können Studierende durch den Lehrgang an der Universität befähigt werden, Unterrichtsmaterialien für offene Lernangebote zu erarbeiten?
- Was sind Stärken und Schwächen von Studierenden bei der Erarbeitung von Unterrichtsmaterialien? An welchen Stellen besteht konkreter Förderbedarf?

Die Analyse der ausgearbeiteten schriftlichen Lernzirkelkonzepte ist den *nonreaktiven Verfahren* zuzuordnen.

Die Ergebnisse der Evaluation werden in den folgenden Kapiteln dargestellt: Die Gespräche zwischen Studierenden und Lehrern werden in Kapitel 9.2 ausgewertet. Im Anschluss werden die Meinungsbilder von Studierenden und Lehrern dargestellt, die aus der mündlichen Befragung abgeleitet werden können (siehe Kapitel 9.3). Im letzten Kapitel der Evaluation ist die Auswertung der Lernzirkel zu finden (siehe Kapitel 9.4). Die Ergebnisse der drei Evaluationswerkzeuge werden in Kapitel 9.5 zusammengeführt und in Bezug auf die Ziele des Forschungskonzepts eingeordnet, dabei soll durch systematisches Aufeinanderbeziehen der Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungsverfahren eine detaillierte Beschreibung des Forschungsgegenstands ermöglicht werden. Des Weiteren werden an dieser Stelle Schlussfolgerungen für die weitere Gestaltung der Lehrerbildung abgeleitet.

---

<sup>235</sup> BORTZ, J., DÖRING, N. (2003)

## 9.2 Gespräche zwischen Studierenden und Lehrern

Die Gespräche zwischen den Studenten und den beteiligten Lehrern, die diese zur Vorbereitung und Auswertung der Lernzirkel führten, wurden digital aufgezeichnet und standen somit für eine intensive Auswertung zur Verfügung. In den Gesprächen findet ein reger Austausch zwischen den Studierenden und Lehrern über den geplanten Chemieunterricht statt, wobei die Redebeiträge der Lehrer erwartungsgemäß deutlich überwiegen. Während sie in den Vorbereitungsgesprächen jedoch 55 bis 70 Prozent der Gesprächszeit bestimmen, machen sie in den Auswertungsgesprächen nur noch 30 bis 60 Prozent der Gesprächszeit aus. Somit beteiligen sich die Studierenden im Laufe der Zusammenarbeit stärker an den Gesprächen.

In den Vorbereitungsgesprächen tauschen sich Studierende und Lehrer vor allem über die Gestaltung offener Lernangebote aus (siehe Tab. 30). Dabei verbessern die Gesprächspartner zum einen die von den Studierenden erarbeiteten Unterrichtsmaterialien. Zum anderen legen sie die Rahmenbedingungen für die Erprobung fest. Auf Nachfrage einzelner Studenten wird der Umgang mit besonders auffälligen Schülern bei der Erprobung besprochen und es werden die Arbeitsbedingungen an der Schule und die Aufgaben des Chemielehrers thematisiert.

Tab. 30: Inhalte der Vorbereitungsgespräche

Inhalte	Themenschwerpunkte
Verbesserung der Lernzirkel	Anpassung der Lernzirkel an das Vorwissen der Schüler, Gestaltung geeigneter Aufgabenstellungen, Berücksichtigung von Schülervorstellungen, praktische Umsetzung einzelner Experimente und Modelle, Korrektur fachlicher Fehler
Festlegung der Rahmenbedingungen für die Erprobung	Termin und Dauer der Erprobung, Zeiteinteilung (mit Pausen), Anzahl der Arbeitsplätze und Größe der Schülergruppen, Inhalt und Form der Einführung und Feedbackrunde mit den Schülern, Gefahrenpotenzial beim Experimentieren und notwendige Sicherheitsmaßnahmen, Betreuung der einzelnen Stationen, Überprüfung der Laufzettel durch die Betreuer
Umgang mit Schülern	Betreuung besonders verhaltensauffälliger Schüler bei der Erprobung
Arbeitsbedingungen, Aufgaben des Chemielehrers	Ausstattung der Schule mit Arbeitsschutzbekleidung, Durchführung von Sicherheitsbelehrungen, Beachten der Gefahrstoffverordnung

In den Vorbereitungsgesprächen stellen die Studierenden konkrete Fragen an die Lehrer und erarbeiten gemeinsam mit ihnen Verbesserungsvorschläge für einzelne Lernstationen. Dabei geht es den Studierenden vor allem darum, das fachliche Vorwissen der Schüler besser einschätzen zu können und fachliche Konzepte auf einem angemessenen Niveau zu erklären (siehe Zitat).

Student: „Ich bin noch am überlegen, wie ich den Schülern bei dem Demonstrationsexperiment das Thermische Schweißen erkläre. Sie brauchen ja schon ein bisschen einen chemischen

Hintergrund.“ - Lehrer: „Erklären Sie es mit den Elementen. Sagen sie zum Beispiel: Wir möchten eine Schiene mit Eisen verschweißen. Um aber aus dem Eisenerz Eisen zu gewinnen, brauchen wir ein anderes Metall. Wir suchen ein Metall, das möglichst kostengünstig ist und leicht Sauerstoff aufnimmt. Vielleicht kommen die Schüler dann darauf, dass es Aluminium ist.“ - Ein anderer Student: „Du kannst bei der Erklärung doch auch auf die Modellstation verweisen - mit Kupferoxid, Eisen und dem Ball.“

Darüber hinaus äußern die Studierenden eigene Vorstellungen zu den Rahmenbedingungen der Erprobung und legen diese gemeinsam mit den Lehrern fest.

Student: „Bei der Auswertung im Schülerlabor ist mir aufgefallen, dass die Schüler von alleine kaum etwas sagen. Man muss sie da konkreter und gezielt fragen, sonst kommt gar nichts dabei rum. Da lassen wir uns noch etwas einfallen. Wir werden versuchen, dass sie ihre Äußerungen etwas differenzieren. Man kann sie vielleicht speziell auf einen Versuch ansprechen.“

Student: „Wir haben bei den einzelnen Stationen Sicherheitshinweise angegeben. Bei meinem Versuch könnte es aber natürlich schon passieren, dass Funken auf die Hose fliegen. Darauf muss man achten.“ - Lehrer: „Wir können ja an dieser Station Kittel auslegen, damit die Arme und Beine der Schüler besser bedeckt sind.“

Die Lehrer antworten ausführlich auf die Fragen der Studierenden und geben ihnen dabei Erfahrungen aus ihrer Berufspraxis weiter. Des Weiteren sprechen sie konkrete Probleme in Lernstationen an, unterbreiten den Studierenden Verbesserungsvorschläge und erläutern diese.

Lehrer: „Bei der Nagelprobe soll ein Kupfernagel in Eisen(III)chlorid-Lösung gegeben werden. Haben Sie den Versuch schon probiert? Eisen(III)chlorid greift als starke Lewisäure den Kupferragel häufig an. Das verwirrt die Schüler bei der Auswertung. Der Versuch macht sich besser mit Eisen(II)sulfat.“

In den Auswertungsgesprächen werten Studierende und Lehrer die Erprobung ausgehend von ihren Beobachtungen aus (siehe Tab. 31). Dabei steht der Umgang der Schüler mit den offenen Lernangeboten im Vordergrund. Studierende und Lehrer sprechen des Weiteren über die Gestaltung offener Lernangebote und optimieren einzelne Lernstationen, die sich bei der Erprobung als wenig geeignet zeigten. Sie thematisieren Erfahrungen, die die Studierenden bei der Erprobung eigenen Lehrens sammelten und gehen auf ihr Verständnis der Lehrerrolle ein. Die Arbeitsbedingungen eines Chemielehrers im Schulalltag werden angesprochen.

Tab. 31: Inhalte der Auswertungsgespräche

Inhalte	Themenschwerpunkte
Umgang der Schüler mit offenen Lernangeboten	Beobachtete Lernschwierigkeiten wie z.B. Probleme bei der Verknüpfung von Experimenten mit Theorien, bei der selbstständigen Strukturierung von Lösungswegen sowie beim Lesen und Verstehen von Fachtexten, Interesse und Mitarbeit der Schüler
Optimierung des Lernangebots	Verbesserung missverständlicher Aufgabenstellungen, Optimierung einzelner Experimente und Modelle
Erfahrungen beim Lehren	Didaktische Reduktion fachlicher Konzepte Umgang mit Schülern bei der Erprobung, Verhalten einzelner Schüler, Verständnis der Lehrerrolle
Arbeitsbedingungen des Chemielehrers	Zeitdruck durch Stofffülle im Lehrplan, Zusammenarbeit im Lehrerkollegium und mit Eltern

In diesen Auswertungsgesprächen schildern die Studierenden ihre Beobachtungen und Erfahrungen bei der Betreuung von Schülern.

Student: „Die Schüler haben am Anfang an der Modellstation immer darüber gestöhnt, dass so viel Text zu lesen ist. Die erste Aufgabe haben viele gleich übersprungen, weil da viele lange und schwierige Wörter standen. Die Aufgabe, wo sie etwas einsetzen mussten, hat ihnen schon besser gefallen. Am meisten hat ihnen jedoch das Bildchen zugesagt, so dass die meisten mit dieser Aufgabe begonnen haben. Sie haben damit begonnen - obwohl sie noch gar nicht wussten, um was es in der Aufgabe geht.“

Student: „Ich habe an meiner Station gemerkt, dass die Aufgabenstellungen zu unkonkret waren. Ich musste zur Auswertung immer noch genau sagen, was zu tun ist. Zum Beispiel musste ich auch bei der Beobachtung noch einmal auf die einzelnen Arbeitsschritte hinweisen und den Arbeitsvorgang unterteilen. Dann konnten die Schüler erst etwas damit anfangen. Da wird ja schon ein Stück Abstrahieren von ihnen verlangt, sich zu fragen: Was ist da eigentlich Schritt für Schritt passiert?“

In einigen Fällen leiten sie aus ihren Beobachtungen gemeinsam mit den Lehrern Schlussfolgerungen für die Optimierung der Lernmaterialien ab. Die Lehrer unterstützen die Studierenden bei der Reflexion ihrer Beobachtungen. Sie gehen auf Erfahrungen aus ihrem Unterrichtsalltag ein und zeigen den Studenten Strategien auf, um die beobachteten Lernschwierigkeiten zu beheben. Dabei geben sie den Studenten vor allem Hinweise, wie Schüler beim selbstständigen Experimentieren oder Bearbeiten von Aufgabenstellungen unterstützt werden können.

Student: „Die einzige Frage, mit der kein Schüler so richtig zu Recht gekommen ist, war die Frage mit `erläutere´.“ - Lehrer: „Bei diesen Aufgaben muss man genau aufpassen, wie man formuliert und was man damit von den Schülern verlangt. Das ist eine Sache, die Schüler über Jahre lernen müssen. An manchen Schulen funktioniert das gut. Da haben die Schüler Karteikarten und wissen genau, welche Tätigkeiten bei der Aufgabenstellung erwartet sind. Ob es jetzt `beschreibe´ ist, ob es jetzt `nenne´ ist oder `interpretiere´ und so weiter... Da haben sie so Karteikarten. Dafür muss aber ein ganzes Kollegium zusammenarbeiten.“

Weiterhin gehen sie in den Gesprächen auf ihr Verständnis der Lehrerrolle ein.

„Man muss als Lehrer auch einfach mit den Schülern sprechen. Wenn die Schüler nicht wollen, dann können Sie da vorne Kopfstände machen. Ich versuche ein freundschaftliches Verhältnis zu den Schülern aufzubauen. Natürlich muss man auch Forderungen stellen, aber auf der anderen Seite muss man auch ein Mensch sein. Die müssen keine Angst vor einem haben. Sie haben schon genug Angst vor den Arbeiten und Prüfungen.“

## 9.3 Auswertung der Interviews mit Studierenden und Lehrern

Nach Durchführung des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ wurden die Studierenden und die Lehrer zu folgenden Themen mündlich befragt:

- Zusammenarbeit zwischen Studierenden und Lehrern (Kapitel 9.3.1)
- Chemiedidaktische Ausbildung im Grundstudium (Kapitel 9.3.2)
- Offener Unterricht (Kapitel 9.3.3)
- Gestaltung von Lernangeboten für offenen Unterricht (Kapitel 9.3.4)

Die Meinungsbilder der beteiligten Studenten und Lehrer werden in den folgenden Kapiteln dargestellt und durch charakteristische Aussagen belegt.

### 9.3.1 Zusammenarbeit zwischen Studierenden und Lehrern

#### Meinungsbild der Studierenden

Die Interviews belegen, dass sich die Studierenden von den Lehrern ernst genommen und als Kooperationspartner akzeptiert fühlen. Sie empfinden die Haltung der Lehrer zu der Zusammenarbeit als sehr positiv, weil sich die Lehrer interessiert und offen für einen Meinungsaustausch zeigten.

„Ich fand es generell schön zu sehen, wie sie sich auf die Sache eingestellt haben und wie flexibel sie damit umgegangen sind und uns wirklich freie Hand gelassen haben.“

Alle Studierenden beschreiben die Zusammenarbeit mit den Lehrern als gewinnbringend. So empfinden sie es als wertvoll, die Lehrer einfach bei der Arbeit mit Schülern zu beobachten, aber auch mit ihnen über den Umgang mit Schülern zu sprechen. Es geht ihnen vor allem darum, die Lehrerrolle zu entdecken und durch das Lernen an Beispielen eine eigene Position zu entwickeln.

„Ich denke von Frau G. kann man relativ viel lernen. Zum ersten wie sie vor der Klasse steht, welche Autorität sie ausstrahlt. Sie hatte die Klasse richtig gut im Griff.“

„Und Frau W. das Wichtigste, was ich daraus gezogen habe, war in Bezug auf Schüler, dass sie deutlich gemacht hat, dass man versuchen muss, zu Schülern ein Verhältnis aufzubauen, versuchen muss, sie zu verstehen, dass Drohen alleine nichts bringt. Sicherlich ist es immer so ein Zusammenspiel aus beidem, aber dass auch das Vertrauen irgendwo da sein muss.“

Das Vorbild der Lehrer in Bezug auf ihr Verhältnis zu Schülern ist für einige Studierende so positiv, dass sie beobachtete Verhaltensweisen übernehmen möchten. Für andere bietet sich dagegen die Möglichkeit, sich von deren Lehrerrolle abzugrenzen, weil sich etwa der Autoritätsanspruch der Lehrer nicht mit ihrem eigenen Rollenverständnis vereinen lässt. Einige Studierende hätten sich noch intensivere Gespräche über den Umgang mit Schülern gewünscht, weil die Zusammenarbeit ihrer Meinung nach zu stark auf den Lernzirkel konzentriert war.

Nach eigenen Angaben können die Studierenden insbesondere durch die Gespräche vom Erfahrungsschatz der Lehrer profitieren. So fällt es ihnen bei der Erarbeitung der Lernzirkel durch den Austausch mit Lehrern leichter, das fachliche Vorwissen der Schüler einzuschätzen. Gerade bei der Erstellung von Unterrichtsmaterialien für den Anfangsunterricht können die Lehrer den Studierenden helfen, komplexe fachliche Konzepte zu elementarisieren.

„Wir haben vieles einfach zu kompliziert formuliert und manche Sachen ... wie weit die Schüler jetzt genau im Stoff sind, das konnten wir noch gar nicht richtig beurteilen. [...] Wir konnten nicht mit den fachlichen Begriffen arbeiten wie hier [im Studium]. Da hat uns erst Frau S. darauf gebracht.“

Darüber hinaus unterstützen die Lehrer die Studierenden bei der Konstruktion von Aufgabenstellungen. Insbesondere bei der Erarbeitung von Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe II ist der Austausch mit Lehrern für die Studierenden wichtig, um komplexe Aufgaben mit einem angemessen hohen Schwierigkeitsgrad gestalten zu können.

„Ich fand sehr gut, dass sie [die Lehrerin] gesagt hat: Das ist zu leicht. Kommt, da können wir noch etwas anderes machen. Nicht immer nur das Gleiche, nur Reaktionsgleichungen aufstellen, ausgleichen. Nehmt mal etwas mit hinein, wo die Schüler überlegen müssen. Oder legt ihnen einen Text hin und sie müssen sich etwas herausarbeiten. Es war schwer, das richtige Maß zu finden, durch die Zusammenarbeit mit der Lehrerin fiel es mir aber leichter, mich einzupegeln.“

So gelingt es den Studierenden mit Hilfe der Gespräche, die Unterrichtsmaterialien an die Lernvoraussetzungen der Schüler anzupassen.

Bei der Vorbereitung der Erprobung sind die Lehrer wichtige Kontaktpersonen zu der Klasse. So fällt es den Studierenden leichter, die Klasse und einzelne Schüler hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit, Leistungsbereitschaft und ihres Interesses einzuschätzen.

„Dass man eine Einleitung bekommen hat, welcher Schüler gut ist, welche Schüler ein bisschen undiszipliniert sind oder welche Schüler sich für den Chemieunterricht interessieren. [...] Sie hat uns die Klasse richtig vorgestellt, so als ob wir sie selbst übernehmen sollten.“

Weiterhin finden einige Studierende den Austausch wichtig, um ihre Beobachtungen reflektieren zu können. Einzelnen Studierenden gelingt es mit Unterstützung der Lehrer, aus ihren Beobachtungen Handlungsmöglichkeiten im Unterricht abzuleiten.

„Man hat alles ausgewertet. Es war allgemein wichtig, über die Erprobung zu reden, dass man das Revue passieren lässt und so die Erfahrungen ein bisschen ordnen konnte.“

„Also, durch das Gespräch wurde mir klar, dass man das selbständige Experimentieren später gezielt üben muss: Dass man sagt, wir geben Arbeitsblätter aus, auf denen genau steht, was die Schüler machen müssen: Text lesen ... Und dass sie das wirklich zwei-, dreimal machen, damit sie einen Rhythmus reinkriegen, wie genau gehe ich an so eine Experiment ran oder wie gehe ich an einen Text ran. Das heißt, dass die Methoden mal gezielt geübt werden.“

Während alle Studierenden die Zusammenarbeit mit Lehrern für sich als gewinnbringend bezeichnen, ist nur etwa die Hälfte von ihnen der Ansicht, dass auch die Lehrer davon profitieren können. Ein Teil der Studierenden denkt, dass durch die Zusammenarbeit neue Ideen in den Chemieunterricht der Lehrer einfließen und ihnen eine andere Sicht auf ihre Klasse und den Unterricht eröffnet wird. Nicht alle Studierenden sind jedoch sicher, ob wirklich ein Gedankenaustausch über Chemieunterricht stattfinden konnte, weil sie aufgrund ihres geringen Erfahrungsschatzes nur wenig zu den Gesprächen beitragen konnten.

„Gedankenaustausch kann man das nicht nennen. Wir haben ja noch nicht so richtig Gedanken. Wir sind ja noch Studierende und versuchen erstmal, den wissenschaftlichen Teil unseres Studiums zu schaffen. So eine richtige Erfahrung als Lehrender habe ich nicht.“

Fast alle Studierenden sind der Ansicht, dass die Lehrer vor allem wegen der Schüler mit ihnen kooperierten. So beobachteten sie bei der Erprobung, dass durch die Arbeit mit Studenten das Interesse der Schüler am Chemieunterricht geweckt werden kann.

„Sie [die Lehrerin] hat ja gesehen, dass wir das Interesse der Schüler erweckt haben mit dem Lernzirkel. Das hat sie gesagt und die Schüler haben auch so reagiert, dass ihnen Chemie mehr Spaß macht. Die Schüler sind viel motivierter, wenn mal etwas Frischfleisch reinkommt.“



Abb. 35: Fachliche Gespräche zwischen Studierenden und Schülern - auf einer Wellenlänge

### Meinungsbild der Lehrer

Nach eigenem Bekunden bezeichnen die Lehrer die Zusammenarbeit mit Studierenden als sehr gewinnbringend. So regen gerade die gemeinsamen Gespräche sie an, über ihren Unterrichtsalltag und über routinierte Handlungsweisen nachzudenken. Die Zusammenarbeit mit Studierenden erlaubt es ihnen zudem, ihren Unterricht aus einer anderen als der gewohnten Perspektive wahrzunehmen.

„Ganz egoistisch betrachtet, wollte ich einmal aus meinem Trott heraus und habe auch gemerkt, dass viele Dinge zu überdenken sind, die man so im eingefahrenen Schulalltag ständig tut, die normal sind, die vielleicht auch gut sind. Es gibt aber auch Dinge, von denen man sagt: Es ist gut, dass du die Möglichkeit hattest, darüber zu reden. Und gerade wenn man etwas ansprechen muss, kommt man auf Probleme und überdenkt das eine oder andere schon.“

„Dass man alles einfach mal aus einer ganz anderen Sicht sieht.“

Weiterhin fließen neue Ideen, Unterrichtsmethoden in den Unterricht der Lehrer ein.

„Ich arbeite gerne mit Studenten zusammen, weil es eine Bereicherung für meine Unterrichtsarbeit ist. Da kommen neue Ideen, die man aufgreifen kann. Ich finde die Zusammenarbeit sehr gut, um nicht im eigenen Saft zu schwimmen und den Unterricht nicht stupide ablaufen zu lassen wie schon seit Jahrzehnten.“

Dabei stellt die Unterstützung der Studierenden bei der Erarbeitung neuer Lernmaterialien auch eine zeitliche Entlastung dar.

Eine Lehrerin sieht den persönlichen Gewinn vor allem darin, dass ihr durch die Gespräche deutlich wurde, wie wertvoll ein Austausch unter Lehrern allgemein über Unterrichtsentwürfe ist.

„Wirklich lernen können... dass man sich miteinander unterhalten muss - auch mit Kollegen. Dass man über Dinge reden muss. Das ist vielleicht das, was ich aus dieser Zusammenarbeit mit herausnehme: Dass man die Dinge, die man als Idee entwickelt, durchaus mit jemanden besprechen sollte.“

Nach eigenem Bekunden empfinden die Lehrer vor allem deshalb den Wunsch, mit Studierenden zusammenzuarbeiten, weil in den letzten Jahren kaum neuen Kollegen oder Referendare in den Schulen eingestellt wurden, die neue fachliche oder methodische Anregungen in den Schulalltag hätten einbringen können.

Die Lehrer bezeichnen die Zusammenarbeit mit Studierenden nicht nur für sich, sondern auch für ihre Schüler als gewinnbringend. So beobachteten sie, dass Schüler stärker auf Studierende eingehen und dass deren Hemmschwelle, fachliche Aussagen zu tätigen, im Gespräch mit Studierenden geringer ist als bei ihnen. Des Weiteren sind sie der Meinung, dass durch diese willkommene Abwechslung das Interesse der Schüler am Chemieunterricht geweckt werden kann.

„Zwischen Studierenden und Schülern gibt es irgendwie so ein gegenseitiges Geben und Nehmen. Die Schüler gehen auf die Studierenden ein.“

„Ich denke für die Schüler ist eine gewisse Lockerheit im Umgang mit der Chemie gut, nicht immer gleich die richtige Antwort wissen zu müssen... was ja eigentlich, wenn der Lehrer vor ihnen steht und eine Frage stellt, durchaus erwartet wird.“

Nach Ansicht der Lehrer ist die Zusammenarbeit für die Studierenden vor allem deshalb gewinnbringend, weil sie ihnen Kenntnisse und Erfahrungen aus der Schulpraxis weitergeben können.

Somit können sowohl die Lehrer als auch die Studierenden im Sinne einer Professionalisierung und beruflichen Fortbildung von der Zusammenarbeit profitieren. Darüber hinaus weisen die Antworten darauf hin, dass es auch für Schüler eine Bereicherung darstellt, wenn Studierende nach diesem Konzept erste Lehrerfahrungen in der Schule sammeln.

### **9.3.2 Chemiedidaktische Ausbildung im Grundstudium**

#### **Meinungsbild der Studierenden**

Für die Studierenden stellt die chemiedidaktische Ausbildung im Grundstudium einen wichtigen Einstieg in die Fachdidaktik dar. So lernen sie im Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ neue Unterrichtsmethoden kennen und setzen sich mit der Gestaltung von Lernangeboten auseinander. Dabei zeichnet sich das Seminar für die Studierenden insbesondere durch seinen starken Bezug zum späteren Berufsfeld aus. Sie empfinden es als besonders gewinnbringend, selbstständig Unterrichtsmaterialien zu erarbeiten und in der Schule zu erproben.

„Wir haben diesen Prozess, den einen Lehrer ausmacht, ein Themengebiet zu bekommen und Unterrichtsmaterialien dazu zu erarbeiten, noch in keiner didaktischen Veranstaltung gemacht. In Geschichte mussten wir mal einen Vortrag machen. Aber da wurde uns die Richtung vorgesetzt. Hier konnten wir alles selbst machen.“

Durch den Bezug zum späteren Berufsfeld können sich die Studierenden ein Bild von den Anforderungen machen, die im Unterrichtsaltag an einen Chemielehrer gestellt werden. Viele erkennen, dass Unterricht von der Klassensituation, den Rahmenbedingungen an der Schule und zeitlichen Vorgaben durch den Lehrplan beeinflusst wird. So werden sie mit Schwierigkeiten aus dem realen Schulalltag konfrontiert.

„Man steht schon unter dem Druck, die Themen, die im Lehrplan stehen, zu schaffen. Das ist mir wirklich bewusst geworden, dass viel von der Klasse abhängt, dass viel vom Umfeld abhängt, dass es auch davon abhängt, wie man es zeitlich schaffen kann.“

Den Studierenden wird jedoch bewusst, dass sie in dem Seminar nur einen ersten Einblick in das spätere Berufsfeld gewinnen können. So weisen sie darauf hin, dass die Betreuung der Schüler durch eine Gruppe von Studierenden eine Ausnahmesituation darstellt, die sicher nur bedingt mit dem späteren Berufsalltag vergleichbar ist.

„Was ich, ehrlich gesagt, nicht so gesehen habe, war, dass ich wirklich den Alltag eines Chemielehrers kennen gelernt habe. Es war ja immer eine besondere Situation: einmal hier im Schülerlabor, dann der Lernzirkel. Das war ja für die Schüler eine Abwechslung und deshalb weiß ich nicht, ob die normalen Stunden auch so ablaufen werden.“

Zum anderen erkennen sie, dass im Schulalltag weitere Anforderungen wie etwa die Vorbereitung in zwei Unterrichtsfächern oder die Bewertung von Schülerleistungen an sie gestellt werden.

Durch die deutlichen Bezüge zum späteren Berufsfeld erleben viele Studierende in dem Seminar einen Rollenwechsel. Diesen nehmen sie insbesondere dann wahr, wenn sie bei der Erprobung Schüler betreuen, aber auch wenn sie Unterrichtsmaterialien erarbeiten und Schülerexperimente vorbereiten. So versuchen sie schon bei der Vorbereitung der Experimente im Praktikum, Gefahrenpotenziale zu erkennen und diese im Vorfeld zu minimieren.

„Zumindest in den Momenten, wo man unterrichtet hat, hat man einen Rollenwechsel erlebt. Und auch in den Momenten, wo man bei der Vorbereitung überlegt hat, wie machen wir es. Da war man auf alle Fälle nicht mehr der Student. Als wir unser Anorganikpraktikum gemacht haben, da war es in Ordnung, wie wir experimentiert haben, dass wir auch einen Haufen Blödsinn gemacht haben. Aber das konnten wir hier ja nicht machen, weil wir einen Versuch vorbereitet haben, den später Schüler machen müssen. Da geht man mit ganz anderen Augen ran, versucht Gefahren zu erkennen und möglichst zu minimieren.“

Es erleben aber nicht alle Studierenden bewusst einen Rollenwechsel. Wie das folgende Zitat belegt, sind einige noch sehr in der Schülerrolle verhaftet.

„Eher weniger. Das dauert noch ein bisschen, bis man wie ein Lehrer denkt. Ich denke teilweise auch noch wie ein Schüler. [...] Ich glaube, das kommt alles noch mit der Zeit.“

Des Weiteren können die Studierenden erste Erfahrungen bei der Betreuung von Schülergruppen sammeln und erkennen dabei, welche Sicherheitsmaßnahmen beim Experimentieren mit Schülern zu beachten sind. Es wird von vielen jedoch als relativ starke Belastung empfunden, dass sie hierbei Verantwortung für die Schüler übernehmen müssen.

„Ich finde gut, dass wir das gemacht haben, dass wir mal so eine Erfahrung gemacht haben, wenn man mit einer ganzen Klasse Experimente macht, dann musst du halt folgende Sachen beachten.“

„Ich fand das schon eine Extremsituation - ein heilloses Durcheinander teilweise - und dem trotzdem Herr zu werden, auch wenn man relativ stark belastet ist. Man hat mehrere Gruppen an einem Experiment und muss immer an mehreren Stellen gleichzeitig sein. Ich kann mir vorstellen, dass das später Alltag wird.“

Bei der Betreuung von Schülergruppen können die Studierenden darüber hinaus eigenes Lehren und eigenes pädagogisches Handeln erproben. Diese Erfahrung empfinden sie als besonders wichtig, um ihre Eignung für den Lehrerberuf zu überprüfen. Sie lernen bei der Betreuung von Kleingruppen, auf einzelne Schüler einzugehen und fachliche Konzepte für die Lernenden verständlich zu erklären. Da die Studierenden fachliche Inhalte in ihrem Fachstudium sehr komplex und auf einem hohen Abstraktionsniveau betrachten, fällt es ihnen zunächst schwer, fachliche Inhalte didaktisch zu reduzieren. So wird einigen Studierenden erst bei der Arbeit mit Schülern bewusst, dass sie auf eine angemessene Wortwahl und Verwendung von Fachtermini achten müssen.

„Ich bekam einen Bezug zu Schülern, kam mit Schülern in Kontakt, konnte mich selbst mal testen, wie ich reagieren und agieren würde.“

„Und was gut war, dass wir ihnen [den Schülern] etwas erklären mussten. Herauszufinden, wie man erklärt - und dann noch auf Schülerniveau. Wir sind durch unser Studium so durch Fachwissen zugeballert, dass man eine Weile braucht, bis man den Stoff wieder auf ein niedrigeres Niveau bringt.“

„Hier so mit Fachbegriffen um sich werfen, das geht gar nicht. Man muss ja wirklich ganz unten anfangen, beim Kleinsten. Da musste man sich schon etwas einfallen lassen.“

Die Betreuung von kleinen Schülergruppen bietet für die Studierenden eine besondere Chance, weil sie Lernprozesse an Einzelnen intensiv beobachten können. Gerade die Studierenden, die Schüler im Anfangsunterricht betreuen, erkennen dabei fachspezifische Lernschwierigkeiten.

„Erst bei der Erprobung bin ich darauf gekommen, was bei den Schülern überhaupt Schwierigkeiten sind. Für mich war es einfach zu weit weg, um mich da hinein zu versetzen: Was war in der siebten Klasse, was konntest du da und was nicht.“

So wird ihnen deutlich, dass Schülern abstrakte Vorstellungen wie etwa das Teilchenmodell schwer zugänglich sind und dass es ihnen schwer fällt, Experimente mit Theorien und Modellvorstellungen zu verknüpfen. Sie führen das vor allem darauf zurück, dass die Schüler Experimente schrittweise nach der Versuchsvorschrift abarbeiten, ohne ihr Vorgehen zu reflektieren.

„Aber mit abstrakten Vorstellungen, da tun sie sich noch ganz schwer. Also einige haben das ganz gut hingekriegt. Aber das war wahrscheinlich gerade der Übergang, wo das richtig ausgebildet wird, in dem Alter. Aber so abstrakte Vorstellungen mit Teilchenmodellen, das ist noch ganz schwierig.“

„Wir haben auch erkannt, dass die Schüler nicht so richtig diese Verknüpfung sehen - zwischen Handeln und Denken. Dass sie die Praxis und Theorie nicht so richtig verknüpfen können.“

Insbesondere bei der Arbeit in der Regelschule ist für die Studierenden deutlich erkennbar, dass Schüler Probleme beim Lesen und Verstehen von Fachtexten haben. So beobachten sie, dass die Schüler Fachtexte nur ungern und sehr langsam lesen und daraus nur wenige Informationen entnehmen können.

„Sie sind etwas lesefaul. [...] Sie haben halt aus dem Text auch nicht so richtig herauslesen können, was muss ich machen, worum geht es eigentlich. Sie haben schon gelesen, aber das überhaupt nicht verinnerlicht. Einmal habe ich gesagt: Wenn ihr keinen Bock darauf habt, dann lest euch den Text halt gegenseitig vor. Und da hat die eine angefangen und ehe sie einen Satz herausgekriegt hat, ist fast eine Minute vergangen.“

Rückblickend fällt es den Studierenden jedoch schwer, einzuschätzen, inwieweit den Schülern fachliche Inhalte vermittelt werden konnten, weil sie nicht an der Auswertung der Lernzirkel im Unterricht beteiligt waren. Deshalb sollte darauf bei einer Wiederholung der Veranstaltung geachtet werden.

Bei der Betreuung von Kleingruppen erkennen die Studierenden, dass Schüler sehr verschieden sind. So fallen ihnen Unterschiede insbesondere hinsichtlich der Leistungsstärke, der Selbstständigkeit und des Interesses der Schüler auf. Dabei wird ihnen deutlich, dass eine Klasse eine heterogene Lerngruppe darstellt, in der Einzelne in ihren individuellen Lernfortschritten unterstützt werden müssen.

„Ich habe gemerkt, dass jeder Schüler unterschiedlich ist. Manche die lesen sich das durch, dann machen sie das und beantworten alle Fragen. Und dann gibt es welche, die warten regelrecht darauf, dass man dazukommt. Ich glaube, das ist sehr wichtig, wenn man mal 20 Leute vor sich sitzen hat und denkt, wenn ich das jetzt so mache, dann haben es alle verstanden. Aber so ist es halt nicht ganz. Das fand ich auch interessant.“

In den Interviews beschreiben die Studierenden die erziehungswissenschaftliche Ausbildung an der Universität im Vergleich zu dem Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ als sehr trocken und theoretisch. Durch ihre Ausführungen wird deutlich, dass sie Bezüge zwischen den vermittelten Theorien und ihrem späteren Berufsfeld nicht erkennen und dass diese Theorien deshalb kaum Bedeutung für sie haben. Einige Studierende bezeichnen selbst das zweiwöchige Hospitationspraktikum in den Erziehungswissenschaften als weniger effektiv, weil sie Unterricht nur beobachten, jedoch keinen Bezug zu den Schülern aufbauen oder Unterricht selbst planen konnten.

„Aber gerade in den Erziehungswissenschaften - Ich kann nicht sagen, dass mir das bis jetzt irgendetwas gebracht hat. Das ist alles hochtheoretisch und meiner Auffassung nach nicht wirklich sinnvoll oder hilfreich.“

„Wir müssen ja nebenbei noch ein Orientierungspraktikum machen. Ich habe mir den Unterricht nur angeguckt. Dabei ist der Kontakt mit den Schülern auf der Strecke geblieben.“

Somit belegen die Interviews, dass es den Studierenden sehr wichtig ist, bereits im Grundstudium mit Schülern und Lehrern zusammenzuarbeiten und erste Erfahrungen im eigenen Unterrichten zu sammeln. Deshalb wünschen sie, dass in der chemiedidaktischen Ausbildung auch weiterhin deutliche Bezüge zum späteren Berufsfeld zu erkennen sind.

„Weiter diesen Kontakt zu den Lehrern und den Schülern. Dass es nicht zu theoretisch wird. Dass wir nicht nur im Seminarraum sitzen und überlegen, das könnte so sein, das könnte so sein, sondern dass man direkt darauf zugeht, dass man ausprobiert, dass man aus Fehlern lernt. Das kann ja nur fürs spätere Berufsleben helfen.“

## Meinungsbild der Lehrer

Alle beteiligten Lehrer vertreten die Meinung, dass Studierende vom ersten Semester an in Fachdidaktik ausgebildet werden sollten. Sie schätzen es als besonders wichtig ein, dass schon frühzeitig ein Bezug zum späteren Berufsfeld Schule hergestellt wird und von Studienbeginn an eine Auseinandersetzung mit Unterrichtsinhalten und Begegnungen mit Unterrichtsrealität stattfinden (bei Hospitationen und in schulpraktischen Übungen). Häufig werden hierbei die eigenen Erfahrungen in der Ausbildungszeit (DDR) herangezogen.

„Ich halte es für sehr wichtig, was Sie jetzt mit den Studenten gemacht haben, dass die Studenten schon in die Schule gehen, sich mit bestimmten Lehrplaninhalten auseinandersetzen können, Kontakt zu Schülern haben. Es ist gut, dass sie als Lehrer vor der Klasse stehen und sich ausprobieren können, wie stelle ich Aufgaben, was verlange ich, worauf muss ich achten und auch welchen Umgang kann ich mit Schülern pflegen.“

So soll es den Studierenden im Studium vor allem ermöglicht werden, schon frühzeitig ihre Eignung für den Lehrerberuf zu überprüfen. Darüber hinaus setzen sich die Lehrer für eine prinzipielle Ausweitung der fachdidaktischen Anteile im Studium ein, weil sie in den letzten Jahren feststellten, dass Referendare durch das Studium nur unzureichend auf die Arbeit in der Schule vorbereitet werden.

„Die letzten Referendare, die bei uns waren, hatten von Unterrichtsabläufen, von Methodik eigentlich Null Ahnung. Sie wussten nur das, was sie von früher aus der Schule noch kannten. Das hat total gefehlt. Da mussten wir erst zeigen, was gemacht wird oder sie mussten es sich erarbeiten.“

Die fachdidaktische Ausbildung der befragten Lehrer liegt zwischen 15 und 25 Jahren zurück. Rückblickend bewerten die Lehrer die eigenen schulpraktischen Übungen als sehr wichtig. In ihrem Studium hatten sie die Möglichkeit, ab dem ersten Semester in kleinen Gruppen im Unterricht zu hospitieren und einzelne Stunden selbst zu unterrichten. Dabei schätzen sie die Auswertungsgespräche mit den Mentoren auch heute noch als sehr gewinnbringend ein.

„Gut waren eigentlich immer die Gespräche mit den Kollegen, bei denen man hospitiert hat, die einem Erfahrungen weitergegeben haben und dann auch dieses frühzeitige Vor-der-Klasse-Stehen und eine Unterrichtsstunde halten.“

Die Lehrer sind der Meinung, dass die Studierenden bei der Betreuung von Schülergruppen lernen können, fachliche Konzepte adressatengerecht zu vermitteln. So weisen sie darauf hin, dass die Studierenden bei der Erprobung gefordert sind, das Vorwissen der Schüler zu erfassen und fachliche Inhalte entsprechend der Schülervoraussetzungen didaktisch zu reduzieren.

„Also dieses Transformieren auf den ganz normalen Schulalltag und auf das Wissen der Schüler. Das ist ja auch eine ganz schwierige Angelegenheit, die ein Student erlernen muss: sein hochwissenschaftliches Wissen so umzugestalten, dass es schulgerecht ist.“

Die Lehrer stellen jedoch fest, dass es vielen Studierenden noch schwer fällt, klare und konkrete Leistungsanforderungen an die Schüler zu stellen.

Zusammenfassend lässt sich aus den Antworten von Studierenden und Lehrern ableiten, dass es wichtig ist, im Studium schon frühzeitig Bezüge zum späteren Berufsfeld herzustellen. So können sich Studierende mit den Anforderungen des Berufsalltags vertraut machen und dabei ihre Berufsentscheidung überprüfen. Des Weiteren können sie eigenes Lehren erproben, wobei sie gefordert sind, fachliche Konzepte entsprechend der Lernvoraussetzungen der Schüler zu reduzieren. Hier bietet die Zusammenarbeit mit kleinen Schülergruppen eine besondere

Chance, da die Studierenden Lernprozesse an einzelnen Schülern intensiv beobachten können und dabei fachspezifische Lernschwierigkeiten erkennen.

### 9.3.3 Offener Unterricht

Im Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ wird den Studierenden die Gelegenheit gegeben, Erfahrungen mit offenem Unterricht sowohl aus der Perspektive des Lerners als auch aus der des Lehrers zu sammeln. Im Rahmen der Evaluation wird untersucht, welche Erfahrungen sie hierbei sammeln und welche Konsequenzen sie für die Gestaltung eigenen Unterrichts ableiten. Da auch die Erfahrungen der Studierenden während ihrer Schulzeit ihre Haltung zu offenen Unterrichtsformen beeinflussen können, werden sie in den Interviews zu diesen Vorerfahrungen befragt. Die Erfahrungen der beteiligten Lehrer wurden bereits bei der Evaluation des Fortbildungskonzepts in Kapitel 6.4 ausgewertet, deshalb wird an dieser Stelle nicht mehr darauf eingegangen.

Nur etwa die Hälfte der Studierenden sammelte schon als Schüler Erfahrungen mit offenen Unterrichtseinheiten. Diese Studierenden experimentierten vor allem in der Oberstufe häufig im Chemieunterricht. Darüber hinaus schrieb ein Drittel der Befragten eine Seminarfacharbeit, wobei es sich um eine einjährige fachübergreifende Projektarbeit handelt, die 1999 in den Thüringer Gymnasien eingeführt wurde. Einige Studierende lernten in ihrer Schulzeit weitere offene Unterrichtsformen wie etwa Lernzirkel, Projekttage, Exkursionen oder Rollenspiele kennen. Diese Unterrichtsmethoden werden in den Interviews jedoch nur von wenigen genannt.

Aus den Aussagen der Studierenden lässt sich ableiten, dass offene Unterrichtsformen für sie aufgrund ihrer eigenen Erfahrungen in der Schulzeit eher eine Ausnahme als die Regel darstellen. So vergleichen 80 Prozent der Studierenden offenen Unterricht mit so genanntem „normalem“ Chemieunterricht, der für sie stärker lehrerzentriert ist.

„Offener Unterricht lockert ja doch den Unterricht auf. Es ist halt wirklich mal etwas anderes im Vergleich zum sonstigen Chemieunterricht.“

„Die Schüler werden sich gefreut haben, dass sie mal weg von ihrem normalen Chemieunterricht kommen. Dass nicht immer nur der Lehrer vorne steht und sie irgendwelche Sachen aufschreiben lässt.“

Die Studierenden sammelten in ihrer Schulzeit vor allem positive Erfahrungen mit offenen Unterrichtsformen. Da diese Erfahrungen sehr individuell sind, lassen sie sich nur schwer zusammenfassen. Die folgenden positiven Eindrücke werden jedoch von mehreren Studierenden beschrieben: „Experimentieren macht Spaß“ und „Durch offenen Unterricht lernt man selbstständiges Arbeiten“.

„Ich fand es immer gut, wenn es mal richtig praktisch geworden ist und man nicht immer nur da gesessen ist: Theorie, Theorie... Wenn der Lehrer mal gesagt hat, nächste Stunde wird experimentiert, hat man sich gefreut, dass man endlich in die Schule gehen konnte.“

„Ich muss jetzt ja sehr viele Hausarbeiten schreiben und dafür hat die Seminarfacharbeit auf jeden Fall etwas gebracht. Schon alleine die Herangehensweise... Das geht jetzt eins, zwei, fix, da habe ich so einen Text durch und das geht auf alle Fälle viel schneller, weil man weiß, wie man herangehen muss.“

Dagegen wird es von mehreren Studierenden als negativ bewertet, dass als wenig interessant empfundene Fachinhalte durch die Unterrichtsmethode nicht aufgewertet werden konnten.

„Wenn schon das Thema langweilig oder schieße war, dann nützte auch der offene Unterricht nichts.“

Im Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ lernen die Studenten offene Unterrichtsformen in der Rolle von Lernenden kennen. So erarbeiteten sie im Rahmen einer viermonatigen Projektarbeit Unterrichtsmaterialien für offene Lernangebote. Außerdem waren viele Einzelveranstaltungen offen gestaltet (z.B. durch Gruppenpuzzle). Alle Erfahrungen zeigen, dass die Arbeit mit offenen Unterrichtsformen den Studierenden Freude bereitet. Nach eigenen Angaben empfinden sie das Seminar als eine angenehme Abwechslung zum normalen Studienalltag, der eher durch Frontalunterricht (in Vorlesungen) geprägt ist. Besonders wichtig ist ihnen, dass sie sich selbst aktiv mit den Lerninhalten auseinandersetzen können.

„Klar hat mir das Seminar Spaß gemacht. Das war mal eine große Abwechslung zum Uni-Alltag. Doch mal etwas zu machen, was leichter ist oder was mehr Spaß macht, anstelle von Rumsitzen und Mitschreiben.“

„Es war eine Abwechslung, weil man sich selber testen konnte und nicht nur dasitzen und zuhören musste.“

Weiterhin bewerten sie den Projektcharakter der Veranstaltung als sehr positiv, weil sie an einem eigenen Produkt mit einer realen Erprobung arbeiten konnten.

„Das war eigentlich schön. Man hat halt gerade hier im Labor an seinem Zeug gearbeitet. Es war nicht so, dass es einem vorgegeben wurde, sondern man hat halt das gemacht, woran man gearbeitet hat, was zum Lernzirkel gehört hat. Das hatte so einen Hauch von Professionalität.“

„Generell die Ausarbeitung hat eigentlich Spaß gemacht, weil man später am praktischen Beispiel gesehen hat, ob es funktioniert hat. Man hat selber so einen gewissen Stolz entwickelt: Das war meine Idee und das hat funktioniert.“

Einige Studierende beurteilen es als besonders wichtig, dass durch den Einsatz offener Unterrichtsformen alle Studenten gleichermaßen dazu angeregt wurden, sich aktiv an der Seminarveranstaltung zu beteiligen.

„Es ist ja auch praktisch jeder eingebunden. Es ist ja meistens so, die besten melden sich immer. Viele nehmen dabei eine passive Rolle ein. Und bei solchen Methoden und beim Experimentieren wird ja praktisch jeder gefordert.“

Dagegen empfinden es alle Befragten als problematisch, dass es wegen der Verteilung der Arbeitsaufgaben in den Gruppen zu Konflikten kam. Darüber hinaus beschreiben sie es als schwierig, gemeinsame Arbeitstreffen zu organisieren, weil sie viele verschiedene Fächerkombinationen studieren und häufig nicht den ganzen Tag bzw. die ganze Woche am Studienort Jena verweilen. Die meisten Studierenden bezeichnen die Gruppenarbeit jedoch trotz der beschriebenen Probleme als gelungen. Nur in einer Arbeitsgruppe eskalierten die Konflikte, so dass eine Studentin schließlich nicht an der Erprobung des Lernzirkels teilnahm.

„Bei uns gab es richtig Schwierigkeiten gegen Ende, weil S. der Meinung war, dass wir... dass ich weniger gemacht hätte als sie. Sie hatte den Kontakt zu Frau G. und sie hat das mit dem Schreiben übernommen, aber ich kann von meiner Seite nicht sagen, dass ich viel weniger gemacht habe als sie. Das war der Knickpunkt. Und das war vielleicht ein ausschlaggebender Grund dafür, warum ich bei der Erprobung des Lernzirkels nicht mitkonnte.“

Bei der Erprobung der Schülerpraktika und Lernzirkel lernen die Studierenden offenen Unterricht auch in der Rolle des Lehrers kennen. Dabei stellen sie fest, dass die Arbeit mit offenen Unterrichtsformen den Schülern Freude bereitet und dass sie mit großem Interesse arbeiten. Die Studierenden führen das vor allem darauf zurück, dass die Schüler in den Lernzirkeln selbst aktiv werden und praktisch arbeiten können. Viele folgern aus ihren Beobachtungen, dass beim eigenen Handeln eine besonders intensive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten stattfindet.

„Ich war super überrascht über die Klasse, positiv überrascht über die Reaktion bei den Lernzirkeln. Sie haben mitgearbeitet. Bei der Hospitation haben die überhaupt nicht zugehört und dann bei den Lernzirkeln, da waren sie wirklich interessiert.“

„Da haben die Schüler mal die Möglichkeit, mal etwas richtig auszuprobieren. Da müssen sie überlegen, müssen auf das Theoretische zurückgreifen.“

Die Studierenden, die Lernzirkel in der Sekundarstufe II erproben, sammeln überwiegend positive Eindrücke. So beobachten sie, dass sich die Schüler sehr selbstständig neue Fachinhalte aneignen. Dagegen erkennen die Studierenden, die Klassen im Anfangsunterricht betreuen, dass es einem Teil der Schüler nicht gelingt, selbstständig zu arbeiten. So weisen die Studierenden darauf hin, dass viele Schüler die Aufgaben nicht ohne fremde Hilfe lösen können, weil sie Zusammenhänge zwischen Experimenten und Theorien nicht erkennen bzw. nicht in der Lage sind, selbstständig die Lösungswege zu strukturieren.

„Lernen und Experimentieren - das hat für die Schüler nicht zusammengehört.“

„Also, was mir aufgefallen ist: Ich habe beim ersten Lernzirkel das Modell betreut. Da war doch die Frage, wie viele Schichten man auffüllen muss, damit ein Verhältnis 1:1 herauskommt. Und da sind manche echt da gesessen und wussten überhaupt nicht, was sie machen sollen. Das musste ich wirklich schrittweise erklären. Die wissen halt teilweise nicht, wie sie an so eine Aufgabe rangehen müssen.“

Darüber hinaus wird diesen Studenten deutlich, dass nicht alle Schüler Verantwortung für das eigene Lernen übernehmen.

„Da gab es halt die Bewussten, die erstmal warten, dass man ihnen am besten nochmal vorliest, was sie gerade gelesen haben und dann erst loslegen.“

„Die Schüler dachten vielleicht, sie können so larifari rummachen, aber dass sie Aufgaben lösen mussten, dabei auch mal nachdenken mussten, das hat ihnen nicht so richtig gepasst.“

In den Interviews werden die Studierenden aufgefordert, offene Unterrichtsformen auf der Basis ihrer Erfahrungen zu bewerten und daraus Konsequenzen für den eigenen Chemieunterricht abzuleiten. Alle Studierenden bezeichnen als zentrale Stärke offener Unterrichtsformen, dass das Interesse der Schüler am Chemieunterricht geweckt werden kann. Darüber hinaus beurteilen sie es insgesamt als sehr positiv, dass die Schüler angeregt werden, sich intensiv mit den Lerninhalten auseinanderzusetzen.

„Ich finde Stärken sind auf alle Fälle, dass man gewisse Unterrichtsthemen viel umfangreicher und intensiver behandeln kann.“

Sie bezeichnen es dagegen als problematisch, eine Klasse beim offenen Arbeiten zu betreuen. So schätzen es viele als unmöglich ein, einen Lernzirkel mit nur einer Betreuungsperson durchzuführen, weil nicht alle Schüler gleichermaßen unterstützt werden können. Daneben befürchten sie, dass sie Unfälle beim Experimentieren nicht vermeiden können.

„Und vor allem kann ich mir vorstellen, wenn man jetzt drei oder vier Stationen macht, dann ist es alleine als Lehrer fast unmöglich. Also, wenn da jeder irgendeine Frage hat... Ich glaube, dass das alleine schon ziemlich stressig ist.“

„Was ich gemerkt habe, ist, dass diese offenen Unterrichtsformen schon eine Ausnahme sind, weil man es alleine in einer Klasse sehr schwer hat, viele Stationen auf einmal im Auge zu haben und aufzupassen, dass da nichts passiert.“

Die Studierenden sind weiterhin der Meinung, dass die Vorbereitung und Durchführung offener Unterrichtseinheiten zu viel Zeit in Anspruch nimmt. So bewerten es viele aufgrund der großen Stofffülle im Lehrplan als schwierig, offene Unterrichtsformen zu realisieren. Aus ihren Antworten wird deutlich, dass sie diese Einschätzung aus Gesprächen mit Lehrern übernehmen.

„Solange es der Lehrplan erlaubt, unterrichte ich auf alle Fälle offen. Aber meist ist es ja so - das haben mir auch die Lehrer in meiner ehemaligen Schule erzählt - dass der Lehrplan so voll gestopft ist, dass dafür gar keine Zeit bleibt. Gerade so ein offener Unterricht braucht auch eine Menge Vorbereitung. Und es ist halt ziemlich schwierig zu realisieren.“

Darüber hinaus bewerten viele Studierende, die im Anfangsunterricht eingesetzt waren, offene Unterrichtsformen als wenig effektiv, um fachliche Kenntnisse zu vermitteln. Da sie zahlreiche Lernschwierigkeiten im Unterricht beobachteten, beurteilen sie den Lernerfolg im Verhältnis zum Aufwand für Vorbereitung, Durchführung und Auswertung als relativ gering.

„Ich denke, so ein Lernzirkel ist erst effektiv, wenn man noch eine Nachbereitung macht. Wenn man sich wirklich noch Zeit nimmt und richtig sagt: So passt auf, wir haben das und das gemacht. Was nehmt ihr daraus mit? Warum habt ihr das gemacht? Die ganzen Zusammenhänge eben. Dass da ein kleines bisschen mehr herauskommt. Aber im Vergleich zu einer normalen Unterrichtsstunde vermittelt man schon ziemlich wenig Stoff.“

Als Resümee leiten die Studierenden aus ihren Erfahrungen ab, dass offene Unterrichtsformen im Chemieunterricht wichtig sind, wegen der genannten Schwächen jedoch nur ab und an eingesetzt werden sollten.

„Es hat gut funktioniert und es ist eine bewährte Methode und man versucht schon, das, sobald es möglich ist, einzusetzen. Aber ein Lernzirkel ist schon etwas außergewöhnliches, was man nicht jeden Tag machen kann.“

Da sie insbesondere die Betreuung der Schüler als problematisch empfinden, möchten sie den Einsatz offener Unterrichtsformen vor allem vom Interesse und der Disziplin der Klasse abhängig machen. Nur ein kleiner Teil der Studierenden misst diesen Aspekten eine weniger große Bedeutung bei. Diese Studenten sind vor allem der Meinung, dass geeignete Unterrichtsthemen zu wählen sind, zu denen viele Schülerexperimente bekannt sind und die einen starken Alltagsbezug aufweisen.

„Ich würde es von der Klasse abhängig machen. Wenn es eine Klasse ist, von der ich weiß, die sind sehr unruhig und die machen eh nicht mit, da würde ich das erst gar nicht machen.“

„Ich denke man sollte wirklich im Auge behalten, dass man geeignete Themen dafür auswählt. Wo die Leute auch wirklich einen guten Alltagsbezug haben und wo sie etwas zum Anfassen haben.“

Innerhalb der Studentengruppe vertreten nur zwei der zwölf Studierenden Extrempositionen: Während ein Student, der als Schüler sehr gute Erfahrungen mit offenen Unterrichtsformen sammelte, offenen Unterricht für sich als sehr wichtig beschreibt, lehnt ein zweiter Student offenen Unterricht eher ab.

„Ich schätze dadurch, dass ich sehr gute Erfahrungen gemacht habe, ist es für mich extrem wichtig, offenen Unterricht zu gestalten. Gerade in Chemie experimentieren oder auch in Biologie viel, gerade so Exkursionen. Weil ich persönlich ein Lerntyp gewesen bin, wo das liegen geblieben ist.“

„Vielleicht habe ich gar keinen Bock, offenen Unterricht zu machen. Dann ziehe ich es später eben ganz streng durch.“

Zusammenfassend lässt sich aus den Interviews ableiten, dass die Studierenden im Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ verschiedene Erfahrungen mit offenem Unterricht sammeln und daraus in begrenztem Umfang Konsequenzen für den eigenen Unterricht ableiten können. Sie erkennen Stärken des offenen Unterrichts, stoßen aber beim Lehren und Lernen auch auf Schwierigkeiten. Deshalb beurteilen sie diese Unterrichtsformen insgesamt als wichtig, schätzen sie aber als nur bedingt realisierbar ein.

### 9.3.4 Gestaltung von Lernangeboten für offenen Unterricht

#### Meinungsbild der Studierenden

Durch das Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ sollen die Studierenden befähigt werden, adre-satengerechte Lernangebote für offene Unterrichtsformen zu gestalten. Die Erfahrung zeigt, dass es ihnen erst nach zahlreichen Konsultationen und wiederholter Überarbeitung der Lernstationen gelingt, geeignete Unterrichtsmaterialien zu erstellen. Nach Aussage der Studierenden stellt es für sie eine Herausforderung dar, den zum Teil unterschiedlichen Ansprüchen von Lehrern und Hochschulbetreuern zu genügen.

Wie bereits in Kapitel 9.3.1 angesprochen, fällt es den Studierenden bei der Erarbeitung von Lernmaterialien schwer, fachliche Grundlagen zu elementarisieren. Weiterhin haben sie Schwierigkeiten beim Konstruieren geeigneter Aufgabenstellungen. Da die Studierenden das fachliche Vorwissen der Schüler nur schwer einschätzen können, bereitet es ihnen große Probleme, Aufgaben mit einem angemessenen Schwierigkeitsgrad zu gestalten, d.h. es gelingt ihnen nicht, Experimente mit Hilfe komplexer Aufgaben in einen größeren Zusammenhang einzubinden.

„Es war etwas schwierig, die theoretischen Grundlagen so darzulegen, dass es die Schüler verstanden haben.“

„Die Aufgabenstellung so präzise zu formulieren. Erstmal dahinter zu kommen, was du eigentlich von jemanden erwartest.“

„Besonders bei der Auswertung, dass wir nicht immer fragen: Schreibt die Reaktionsgleichung hin, schreibt die Oxidationszahlen hin, sondern dass wir das ein bisschen übergreifender machen.“

Dagegen fällt den Studierenden die Recherche von Informationen (im Internet, in Schulbüchern und chemiedidaktischen Zeitschriften) leicht. Ebenfalls gelingt es ihnen gut, geeignete Schülerexperimente auszuwählen und diese sach- und fachgerecht vorzubereiten und durchzuführen.

„Materialien gibt es ja überall: In der Bibliothek, in den ganzen Zeitschriften, das ist ja ohne Ende.“

„Was eigentlich leicht gefallen ist und was wir schnell hatten, das waren die Experimente. Ja, die Auswahl, was man jetzt nimmt, was für Schüler geeignet ist und was eher nicht.“

## Meinungsbild der Lehrer

Die Lehrer beurteilen die Stärken und Schwächen der Studierenden ähnlich wie die Studierenden. Darüber hinaus loben sie den großen Ideenreichtum der Studenten bei der Gestaltung von Modellen, Spielen und Experimenten.

„Dass sie das mit ganz viel Ideenreichtum gemacht haben. Zum Beispiel wenn ich daran denke an das Basteln der Modelle oder bestimmte Rätsel und auch andererseits die Experimente.“

Sie bezeichnen es als einen Schwachpunkt, dass es den Studierenden nicht immer gelingt, zwischen zentralen Gesetzmäßigkeiten und Zusatzinformationen zu unterscheiden, weil sie die Unterrichtseinheiten noch nicht in das Curriculum des Chemieunterrichts einordnen können.

„Dadurch dass die Lehrplankenntnisse noch nicht so umfassend sind, wird das eine oder andere theoretischer ausgeführt, als wenn ich das jetzt machen würde, weil ich die Vorkenntnisse der Schüler besser einschätzen kann oder halt auch genau weiß, was muss im Endeffekt rauskommen und was sind zusätzliche Informationen dabei.“

Durch die Befragung von Studierenden und Lehrern können somit Stärken und Schwächen bei der Gestaltung offener Lernangeboten abgeleitet werden. Um die Ergebnisse der Interviews zu überprüfen bzw. zu erweitern, werden die erarbeiteten Lernzirkel im folgenden Kapitel analysiert.

## 9.4 Auswertung der Lernzirkel

An dieser Stelle wird der erste Entwurf der Lernzirkel, den die Studierenden im Seminar ohne Unterstützung der Lehrer erarbeiteten, einer detaillierten Analyse unterzogen, wodurch ihre spezifischen Stärken und Schwächen bei der Erstellung von Lernmaterialien aufgezeigt werden sollen.

Den Studierenden gelingt es bei der Erarbeitung der Unterrichtsmaterialien gut, geeignete Experimente zu den fachlichen Schwerpunkten des Lehrplanthemas auszuwählen (siehe Tab. 32). Dabei setzen sie in den Lernstationen Versuche ein, die sich sehr gut als Schülerexperimente eignen, weil sie mit hoher Wahrscheinlichkeit gelingen und deutlich erkennbare Effekte liefern. Es gelingt ihnen darüber hinaus, Versuche auszuwählen, die mit einfachen schulischen Mitteln und im zeitlichen Rahmen der Erprobung zu realisieren sind.

Tab. 32: Versuchsauswahl für den Lernzirkel Redoxreaktionen (für Klasse 10, Gymnasium)<sup>236</sup>

Schülerexperiment	Fachinhalt	Effekt	Dauer
Modellversuch zur Fotografie	Elektronenübergänge bei Redoxreaktionen	Bei starker Beleuchtung bildet sich kolloidal gelöstes schwarzes Ag in weißer AgCl-Suspension	ca. 15 min
Nagelprobe: Herstellung von Metallüberzügen	Elektrochemische Spannungsreihe, Galvanisierung	Eisennagel überzieht sich mit rot glänzender Kupferschicht	ca. 10 min
Ein Spitzer als Batterie	Elektrochemische Elemente	Mit der Batterie auf Basis eines Metallspitzers wird ein Propeller betrieben	ca. 10 min
Korrosion	Elektrochemische Korrosion	Nachweis und Fixierung der Reaktionsprodukte ( $\text{Fe}^{2+}$ u. $\text{OH}^-$ ) in Agar-Agar, Bildung farbiger Bereiche um Anode u. Kathode des Lokalelements	ca. 15 min 30 min Wartezeit

Weiterhin zeugen die Lernzirkel der Studierenden von viel Phantasie und großem Ideenreichtum. So wählen sie nicht nur Experimente mit deutlichen Effekten aus, sondern entwickeln auch anschauliche Modelle und spannende Spiele.

Die Auswahl an Modellen und Spielen in Tab. 33 zeigt, dass die Studierenden darauf achten, einfache Modelle zu gestalten, die die wichtigsten Merkmale der Ionen- und Atombindung deutlich zeigen. Bei Spielen achten sie darauf, dass ein positiver Wettstreit unter den Schülern angeregt wird. Diese curricularen Elemente führen dazu, dass den Schülern beim eigenen Handeln die Möglichkeit gegeben wird, sich aktiv mit fachlichen Inhalten auseinanderzusetzen.

<sup>236</sup> Lernzirkel (Endversion) siehe Anhang 3

Tab. 33: Modelle und Spiele aus dem Lernzirkel Ionen- und Atombindung (Klasse 8, RS)<sup>237</sup>

Modell/Spiel	Fachinhalt	Kurze Beschreibung
Modell des NaCl-Kristalls	Aufbau Ionenkristall	Schüler basteln Modelle aus Styroporkugeln
Lösen eines Salzes	Dissoziation und Hydratation	Ikonische Darstellung der Vorgänge auf Teilchenebene, Erklärung durch Lückentext
Der „elektrische“ Luftballon	Polare Atombindungen, Bsp.: H <sub>2</sub> O	Im Modellversuch leiten Schüler den Wasserstrahl mit Hilfe eines Luftballons ab, den sie zuvor durch Reiben an ihren Haaren elektrostatisch aufladen
Spiel „3 gewinnt“	Merkmale von Ionen- und Atombindung	Frage-Antwort-Spiel, bei dem die Schüler drei fachliche Fragen in einer Reihe beantworten müssen, um zu gewinnen

Weiterhin gelingt es den Studierenden, die Lernstationen durch eine einfache, aber detaillierte Beschreibung der Versuchsdurchführung an die experimentellen Fertigkeiten der Schüler anzupassen. Bei den Experimenten erkennen sie Gefahrenpotenziale und warnen die Schüler in den Sicherheitshinweisen davor. Weiterhin achten sie darauf, keine Gefahrstoffe in Schülerexperimenten einzusetzen.

Die Auswertung der Lernzirkel weist jedoch darauf hin, dass es den Studierenden Schwierigkeiten bereitet, komplexe fachliche Konzepte zu elementarisieren. Dabei fällt es ihnen insbesondere schwer, die Lernmaterialien an das fachliche Vorwissen der Schüler anzupassen. So setzen sie bei der Gestaltung kurzer Fachtexte Fachkenntnisse voraus, die zum Zeitpunkt der Erprobung noch nicht im Chemieunterricht behandelt wurden bzw. die erst durch den Lernzirkel vermittelt werden sollen. Beispielsweise formulieren die Studierenden bei dem Versuch zur Verbrennung von Eisenwolle auf der Waage (für Klasse 7, Regelschule) die Frage „Wozu verbrennt Eisenwolle?“. Die Schüler lernen Metalloxide als chemische Verbindungen jedoch erst in dieser Unterrichtseinheit kennen.

Darüber hinaus verwenden die Studierenden für die Schüler unbekannte Fachtermini, für die sie zudem häufig verschiedene Fachbegriffe verwenden. Beispielsweise setzen sie in der Modellstation „Leitfähigkeit einer wässrigen (Salz-)Lösung“ (für Klasse 8, Regelschule) die Fachbegriffe „Dipolmoleküle“, „Hydrathülle“, „dissoziiert“ und „Kaliumchloridgitter“ ein. Diese Fachbegriffe lernen Schüler erst in der Unterrichtseinheit Ionen- und Atombindung kennen bzw. wird zum Teil auf deren Einführung in der Regelschule verzichtet, um fachliche Inhalte didaktisch zu reduzieren. In einem anderen Beispiel verwenden die Studierenden bei dem Versuch „Aluminothermisches Schweißen“ (für Klasse 7, Regelschule) die Begriffe

<sup>237</sup> Lernzirkel (Endversion) siehe Anhang 3

„Aluminothermisches Schweißen“ und „Thermitschweißen“, ohne zu erklären, dass damit dasselbe technische Verfahren beschrieben wird.

Außerdem wählen die Studierenden zum Teil zu komplexe Beispiele aus. So setzen sie etwa bei der Modellstation „Modellbau“ zur Atombindung (für Klasse 8, Regelschule) anstelle einfacher Moleküle wie  $O_2$  oder  $Cl_2$  das Ozonmolekül  $O_3$  ein. Dabei stellen sie das Molekül in einer Valenzstrichformel dar, in der eines der Sauerstoffatome eine positive und ein zweites eine negative Ladung trägt. Das Ozon-Molekül sowie die gewählte Darstellung sind den Schülern in der Klassenstufe 8 jedoch noch unbekannt. Das Ozon-Molekül ist darüber hinaus wenig geeignet, um grundlegende Merkmale der Atombindung auf einfache Weise zu veranschaulichen.

Bei der Auswertung der Lernzirkel zeigt sich, dass die Studierenden im Vorfeld nicht erkennen, an welcher Stelle sich falsche Schülervorstellungen entwickeln können. Ein Beispiel dafür ist die Beschreibung der Ionenbindung in der Modellstation (für Klasse 8, Regelschule), in der die Studierenden nicht darauf eingehen, dass die Ionenbindung nicht nur zwischen zwei Ionen (z.B. einem  $Na^+$ - und einem  $Cl^-$ -Ion) ausgebildet wird, sondern dass elektrostatische Anziehungskräfte in alle drei Raumrichtungen wirken. Eine Fehlvorstellung im Sinne eines „NaCl-Moleküls“ kann durch die Formelschreibweise „NaCl“ bei den Schülern hervorgerufen werden, was von den Studierenden bei der Gestaltung der Lernstation nicht berücksichtigt wird.

Des Weiteren fällt es den Studierenden schwer, angemessene Aufgabenstellungen zu konstruieren. So gelingt es ihnen etwa in der Einleitung zur Lernstation nicht immer, den Fokus auf das eigentliche Problem zu richten. Zum Teil werfen sie eine Vielzahl von Fragen auf, die durch die ausgewählten Experimente nicht vollständig erschlossen werden können. Beispielsweise stellen sie bei der Versuchsstation „Was passiert beim Verbrennen?“ (für Klasse 7, Regelschule) folgende Fragen: „Wenn etwas verbrennt, löst es sich scheinbar auf. Jedoch was passiert wirklich beim Verbrennen? Mit was reagieren Eisenwolle oder auch andere brennbare Stoffe? Und wozu verbrennt etwas?“ Die Schüler können durch Versuche mit Eisenwolle nicht erkennen, warum sich eine Kerze beim Verbrennen scheinbar auflöst. Die bei dem Versuch beobachtete Gewichtszunahme muss deshalb zu einem kognitiven Konflikt bei den Schülern führen, der durch die Auswertung des Versuchs nicht geklärt werden kann.

Statt in der Auswertung grundlegende Gesetzmäßigkeiten zu thematisieren, fragen einige Studierende Zusatzinformationen ab. Bei der Station „Modellbau“ zur Atombindung (für Klasse 8, Regelschule) gehen die Studierenden z.B. nicht auf grundlegende Merkmale der Atombindung ein, sondern formulieren lediglich die folgende Aufgabenstellung: „Notiere aus dem Lehrbuch (Riedel, S. 138) die Bindungswinkel und Bindungslängen von Wasser.“

Aus den genannten Gründen gelingt es Studierenden nur unzureichend, die Schüler durch geeignete Aufgabenstellungen anzuleiten, selbstständig grundlegende fachliche Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und diese aus experimentellen Befunden abzuleiten.

Weiterhin bereitet es gerade den Studierenden, die eine Unterrichtseinheit für die Sekundarstufe II erarbeiten, Schwierigkeiten, experimentelle Befunde durch komplexe Aufgabenstellungen in einen größeren Zusammenhang einzubinden. Bei den Versuchen „ein Spitzer als

Batterie“ und „Korrosion“ in Tab. 34 fragen sie lediglich die Reaktionsgleichungen und Reaktionsarten ab, wobei sie stets die folgenden Aufgabenstellungen formulieren: „Vervollständige folgende Reaktionsgleichung: ...“, „Welche Reaktionsarten kannst du feststellen?“ Sie fordern die Schüler nicht auf, die experimentellen Befunde zu interpretieren und die Ergebnisse zur Erklärung bekannter Alltagsprozesse zu verwenden. Insgesamt gehen nur wenige Studenten in der Versuchsauswertung auf Alltagsbezüge ein.

Tab. 34: Aufzeigen von Kontexten im Lernzirkel Redoxreaktionen (für Klasse 10, Gymnasium)<sup>238</sup>

Schülerexperiment	Fachinhalt	Aufzeigen von Kontexten
Modellversuch zur Fotografie	Elektronenübergänge bei Redoxreaktionen	Fotografie wird in Einleitung u. Auswertung thematisiert
Herstellung von Metallüberzügen auf Nägeln	Elektrochemische Spannungsreihe	Galvanisierung wird nicht angesprochen
Ein Spitzer als Batterie	Elektrochemische Elemente	Batterie wird in der Einleitung, aber nicht in der Auswertung thematisiert
Korrosion	Elektrochemische Korrosion	Korrosion wird weder in der Einleitung noch in der Auswertung angesprochen

Schließlich formulieren die Studierenden häufig W-Fragen (Wer? Wie? Was? Warum?), durch die ihre Leistungserwartungen an die Schüler nicht explizit dargestellt werden. Operatoren werden dagegen nur selten verwendet.

Darüber hinaus zeigt die Analyse der Lernzirkel, dass die Studierenden über ein nur unzureichend strukturiertes Fachwissen zu schulrelevanten Themen der Chemie verfügen. So stellen sie fachliche Konzepte wie in den folgenden Beispielen häufig unkorrekt dar.

- In der Spielstation (für Klasse 8, Regelschule) sprechen die Studierenden die Salzbildung aus den Elementen an. Sie formulieren dabei die folgende Reaktionsgleichung:  $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{Na Cl}$
- Sie bezeichnen die Säurerestionen  $\text{SO}_4^{2-}$  und „ $\text{NO}_3^-$ “ als „Elemente“.
- Bei der Modellstation „Modellbau“ zur Atombindung (für Klasse 8, Regelschule) wird das Chloratom in Chlorwasserstoff als „Chlorid-Ion“ bezeichnet.
- Als Beispiel für die Galvanisierung nennen die Studierenden in einem zweiten Entwurf der Lernstation „Die Nagelprobe“ das Aufspritzen von fein verteiltem elementarem Zink auf Eisenwerkstücke.
- An der Station „Fotografie“ (für Klasse 10, Gymnasium) formulieren die Studenten in der Auswertung folgende Fragestellung: „Was passiert mit den Silberionen, wenn man sie einer Lichtquelle aussetzt?“

Die Beispiele belegen, dass der Ionen- und Elementbegriff bei den Studierenden nicht fachlich korrekt ausgeprägt ist. Ihre Vorstellungen zu chemischen Bindungen oder Redoxprozessen

<sup>238</sup> Lernzirkel (Endversion) siehe Anhang 3

sen erweisen sich als nicht belastbar. Des Weiteren unterscheiden sie nur unzureichend zwischen der makroskopischen und mikroskopischen Ebene.

Somit können die Ergebnisse der mündlichen Befragung durch die Analyse der Lernzirkel bestätigt und erweitert werden. Wie bereits die Interviews zeigten, fällt es den Studierenden bei der Erarbeitung von Unterrichtsmaterialien schwer, fachliche Inhalte zu elementarisieren und angemessene Aufgabenstellungen zu konstruieren. Darüber hinaus bereitet es ihnen Schwierigkeiten, chemische Grundlagen fachlich korrekt darzustellen, weil sie selbst über Fehlvorstellungen zu grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Fachwissenschaft Chemie verfügen.

## 9.5 Zusammenfassung und Bewertung

Die Auswertung der Gespräche zwischen Studierenden und Lehrern zeigt, dass ein intensiver Austausch über den geplanten Chemieunterricht stattfindet (siehe Kapitel 9.2). So tauschen sich die Studierenden und Lehrer über die Gestaltung offener Lernangebote aus und reflektieren gemeinsam die Beobachtungen, die sie bei der Erprobung der Lernzirkel im Chemieunterricht sammeln.

Die Auswertung der Interviews belegt, dass die gemeinsame Arbeit sowohl für die Lehrer als auch für die Studierenden im Sinne einer beruflichen Weiterentwicklung und Professionalisierung gewinnbringend ist (siehe Kapitel 9.3.1). So sind die Lehrer für die Studierenden wichtige Kooperationspartner bei der Planung und Durchführung erster eigener Unterrichtseinheiten. Erst mit Unterstützung der Lehrer gelingt es ihnen, adressatengerechte Lernmaterialien zu erstellen, in denen sie komplexe fachliche Inhalte elementarisieren und geeignete Aufgabenstellungen konstruieren. Weiterhin werden sie durch den Austausch mit Lehrern angeregt, ihre Erfahrungen und Beobachtungen bei der Betreuung von Schülern zu reflektieren.

Gleichzeitig ist die Zusammenarbeit für die beteiligten Lehrer gewinnbringend, da die Gespräche mit den Studierenden sie anregen, über ihren eigenen Unterrichtsalltag nachzudenken und ausgebildete Handlungsmuster zu hinterfragen. Wie die Aussage einer Lehrerin belegt, können die Gespräche mit Studierenden auch einen intensiveren kooperativen Austausch im Lehrerkollegium initiieren. Darüber hinaus fließen durch das Seminar neue offene Unterrichtsmethoden in den Chemieunterricht der Lehrer ein. Sie können folglich in engem Bezug zu ihrem Unterrichtsalltag fortgebildet werden. Somit wird durch die empirische Begleitung des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ belegt, dass erste und dritte Phase der Lehrerbildung sinnvoll verknüpft werden können.

Die Studierenden bewerten es als sehr positiv, dass die fachdidaktische Ausbildung bereits im Grundstudium beginnt (siehe Kapitel 9.3.2). Dabei ist ihnen die Herstellung eines frühzeitigen Bezugs zum späteren Berufsfeld besonders wichtig. Dieser wurde bisher in der erziehungswissenschaftlichen Ausbildung vermisst. In der Einschätzung der Studierenden wird deutlich, dass fehlende Praxisbezüge in den ersten Studienjahren dazu führen können, dass die Bedeutung der vermittelten Theorien nicht erkannt wird.

Durch die Auseinandersetzung mit Schülern und Lehrern machen sich die Studierenden ein Bild von den Aufgaben eines Chemielehrers und werden dabei auch mit Schwierigkeiten aus

dem realen Schulalltag konfrontiert. Anhand ihrer schulpraktischen Erfahrungen können die Studierenden ihre Berufsentscheidung überprüfen und vollziehen einen Rollenwechsel von der Lerner- in die Lehrerrolle. Außerdem wird ihnen eigenes Lehren und pädagogisches Handeln ermöglicht. Hier zeigt sich die Zusammenarbeit mit kleinen Schülergruppen als besonders gewinnbringend, weil die Studierenden Lernprozesse intensiv beobachten können, fachspezifische Lernschwierigkeiten erkennen und auf die Heterogenität der Schülergruppe aufmerksam werden. Darüber hinaus wird den Studierenden bewusst, welche Sicherheitsmaßnahmen beim Experimentieren mit Schülern zu beachten sind.

Durch das Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ lernen die Studierenden offene Unterrichtsmethoden sowohl bei der Gestaltung eines chemiedidaktischen Seminars als auch durch Erfahrungen im eigenen Unterrichten kennen (siehe Kapitel 9.3.3). Sie sammeln authentische Erfahrungen mit diesen Lehr- und Lernmethoden und erkennen in begrenztem Umfang Konsequenzen für die Gestaltung eigenen Unterrichts. Für die Interpretation und Bewertung ihrer Beobachtungen stehen ihnen im Grundstudium jedoch erst wenige lerntheoretische Grundlagen zur Verfügung. Da die Studierenden bei der Betreuung von Schülern auch auf Schwierigkeiten treffen, entwickeln sie nur bedingt die Bereitschaft, zukünftig offenen Unterricht zu gestalten. Deshalb sollte die Arbeit mit offenen Unterrichtsmethoden im weiteren fachdidaktischen Studium fortgeführt werden. Studierende müssen unterstützt werden, beobachtete Lehr- und Lernprozesse zu reflektieren und daraus Handlungsmöglichkeiten für den Unterricht abzuleiten.

Die Auswertung der drei erarbeiteten Lernzirkel zeigt, dass die Studierenden durch den Lehrgang an der Universität nur bedingt befähigt werden können, adressatengerechte Lernangebote für offene Unterrichtsformen zu gestalten (siehe Kapitel 9.4). Die Ergebnisse der Evaluation weisen darauf hin, dass Studierende in Zukunft mehr Unterstützung beim Einordnen der Unterrichtseinheiten in das Curriculum des Chemieunterrichts und beim Elementarisieren komplexer fachlicher Inhalte erfahren sollten. Dies kann durch spezifische Seminareinheiten realisiert werden. Darüber hinaus müssen ihnen Kriterien für die Konstruktion von Aufgaben vermittelt werden, wobei insbesondere die Einbindung von experimentellen Befunden in komplexere Fragestellungen zu thematisieren ist. Die Analyse der Lernzirkel zeigt weiterhin, dass die Studierenden über ein nur unzureichend strukturiertes Fachwissen zu schulelevanten Themen der Chemie verfügen. Deshalb sollte das Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ zukünftig noch stärker zur Wiederholung und Strukturierung lehrplanrelevanter Grundlagen genutzt werden. Dabei sollen auch wissenschaftliche Erkenntnisse zu Schülervorstellungen und fachlichen Fehlkonzepten anhand praktischer Beispiele angesprochen werden.

## 10 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation werden Ansätze zur Verbesserung der ersten und dritten Phase der Lehrerbildung entwickelt, erprobt und evaluiert, wobei auch Vorschläge für die Verzahnung der beiden Phasen erarbeitet werden. Ziel der erarbeiteten Konzepte ist es, die methodischen Kompetenzen von Studierenden und Lehrern im Beruf auszubilden bzw. weiterzubilden, wofür eine Auseinandersetzung mit offenen und alltagsorientierten Unterrichtseinheiten gefördert und in ihrer Wirkung untersucht wird.

Für den Bereich der Lehrerfortbildung wurde in der Region Ostthüringen ein regionales Fortbildungsnetzwerk etabliert. Im Untersuchungszeitraum von März 2003 bis Dezember 2004 wurden insgesamt elf regionale Fortbildungen an fünf Ostthüringer Schulen veranstaltet, in denen verschiedene alltagsorientierte und offene Unterrichtseinheiten vorgestellt wurden. Mit diesen Veranstaltungen wird das Ziel verfolgt, durch niedrighschwellige Angebote die Motivation zur Fortbildungsteilnahme bei den Lehrern zu erhöhen. Gleichzeitig soll das Angebot durch enge Zusammenarbeit mit einem Kreis von Lehrern und Fachberatern optimal an die Bedürfnisse der Lehrer angepasst werden. Insgesamt wird durch Aufbau eines Fortbildungsnetzwerkes eine langfristige Zusammenarbeit mit den Chemielehrern in der Region angestrebt, welche die die Kluft zwischen der universitären Forschung bzw. Lehre und der Schulpraxis überwinden soll.

Die Erprobung des regionalen Fortbildungskonzepts stützt sich auf Methoden der qualitativen und quantitativen Sozialforschung. Anhand des gewählten Untersuchungsdesigns konnte gezeigt werden, dass netzwerkartige Strukturen in der staatlichen Lehrerfortbildung bereits bestehen, die die Universität nutzen und erweitern kann. So konnte in der vorliegenden Arbeit eine effektive Kooperation der wichtigsten Akteure im Bereich der Lehrerfortbildung realisiert werden, wobei insbesondere die Fachberater an einem Austausch und einer Zusammenarbeit mit der Universität interessiert waren. Auf Basis dieser Erkenntnisse erscheint der Ansatz, der in verschiedenen bundesweiten Projekten verfolgt wird, wenig effektiv. So werden etwa in den Projekten Sinus oder „Chemie im Kontext“ Netzwerke in der Lehrerfortbildung in jahrelanger Arbeit und mit großem Kostenaufwand aufgebaut, ohne bereits bestehende Kooperationsstrukturen zu nutzen.

Durch das regionale Fortbildungsangebot wurde im Untersuchungszeitraum ein besonders hoher Anteil von 30,2 % aller Ostthüringer Chemielehrer erreicht. Nahezu die Hälfte dieser Lehrer nahm an einer Serie von Fortbildungen zu ausgewählten Themenschwerpunkten teil. Damit war der Anteil der Mehrfachbesucher im Vergleich zu zentralen Fortbildungen an der Universität sehr hoch. Dennoch konnten mit Hilfe des regionalen Veranstaltungsangebots bisher nur fortbildungsaktive Lehrer erreicht werden, die bereits regelmäßig Fortbildungen der Fachberater besuchen. Ältere Chemielehrer (46-65 Jahre) und Regelschullehrer konnten dagegen vergleichsweise schlecht für die Fortbildungsteilnahme motiviert werden. Für diese Lehrer müssen zukünftig auch andere Fortbildungsansätze in Betracht gezogen werden.

Die Lehrer bewerten das regionale Fortbildungskonzept vor allem wegen der kurzen Anfahrtsstrecken als sehr gut. Sie beurteilen es außerdem als positiv, dass Termine langfristig abgesprochen werden und dass sich Universitätsmitarbeiter durch die Arbeit vor Ort ein Bild

von der Situation an den Schulen machen können. Aber nicht alle Lehrer sind an einer langfristigen Zusammenarbeit mit der Universität interessiert. Nur 44,2 % der Fortbildungsteilnehmer sind bereit, sich zukünftig aktiv in die Gestaltung des regionalen Fortbildungsangebots einzubringen. Viele Chemielehrer bevorzugen dagegen Fortbildungen, in denen neue Anregungen vorgestellt und „fertige“ Unterrichtsmaterialien ausgehändigt werden.

Durch die enge Zusammenarbeit mit den Fachberatern und engagierten Lehrern kann ein bedarfsorientiertes Fortbildungsangebot gestaltet werden. Zwei Drittel der Lehrer besuchten die angebotenen Veranstaltungen, um neue Experimente kennen zu lernen oder allgemein Anregungen für ihren Unterrichtsalltag zu erhalten. Ein Drittel der Lehrer interessiert sich explizit für alltagsorientierte und offene Unterrichtseinheiten. Insbesondere der Aufbau der Veranstaltungen aus einem kurzen Vortrag und einem anschließenden Praktikum sagt den Lehrern sehr zu. Sie empfinden die Intensität der Methodenvermittlung als ausreichend, wünschen sich jedoch keine stärkere methodische Ausrichtung der Veranstaltungen.

Aus den Untersuchungen können Kriterien abgeleitet werden, mit denen Lehrer Schülerexperimente und offene Unterrichtseinheiten beurteilen. Während sie Schülerexperimente anhand eines umfangreichen Kriteriensystems bewerten, erscheint ihr Urteil über offene Unterrichtseinheiten wenig differenziert. Dies ist als Hinweis auf geringe Erfahrungswerte mit den neuen Unterrichtsmethoden zu interpretieren.

Obwohl die Chemielehrer die vorgestellten Unterrichtsmaterialien durchgängig mit gut beurteilen, wollen nach Fortbildungsbesuch nur 27,6 % von ihnen die alltagsorientierten und offenen Unterrichtseinheiten im eigenen Chemieunterricht erproben. Dabei wird ihr Urteil von drei Kriterien entscheidend beeinflusst: Die Schulsituation der Lehrer, ihr theoretisches Wissen und Erfahrungswissen sowie die Qualität der vorgestellten Unterrichtsmaterialien und deren Übereinstimmung mit Lehrplanvorgaben. Damit werden die Ergebnisse früherer Untersuchungen aus dem englischsprachigen Raum bestätigt. Darüber hinaus weisen die empirischen Befunde darauf hin, dass die persönliche Bereitschaft der Lehrer, Neues auszuprobieren, von großer Bedeutung ist. Während die Schulsituation kaum durch Fortbildungen beeinflusst werden kann, müssen die beiden weiteren Einflussgrößen in zukünftigen Veranstaltungen stärkere Berücksichtigung finden. Dabei erscheint es besonders wichtig, Lehrern zukünftig stärker die Gelegenheit zu geben, ihr theoretisches Wissen sowie ihre eigenen Lehrerfahrungen in Fortbildungen einzubringen.

Für die erste Phase der Lehrerbildung wurde die Seminarveranstaltung „Lernwerkstatt Chemie“ für Studierende des zweiten Studienjahres entwickelt und erprobt. An der Veranstaltung nahmen zwölf Studierende und drei erfahrene Chemielehrer teil. Die Seminarteilnehmer erhielten die Aufgabe, gemeinsam offene Unterrichtsmaterialien zu erarbeiten und in ausgewählten Klassen zu erproben. Durch die Zusammenarbeit wird der Forderung nach einer stärkeren Verzahnung der verschiedenen Phasen der Lehrerbildung Rechnung getragen. Des Weiteren wird für die Studierenden schon frühzeitig ein Bezug zu ihrem späteren Berufsfeld hergestellt. Sie hospitierten im Chemieunterricht und erprobten eigene Unterrichtsmaterialien in der Schule. Die Evaluation der Lehrveranstaltung folgte den Prinzipien der qualitativen Sozialforschung: Durch teilnehmende Beobachtung und Leitfadenterviews konnten die Lernprozesse von Studierenden und Lehrern möglichst umfassend aufgezeichnet werden.

Mit Hilfe des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ wird die erste und dritte Phase der Lehrerbildung erfolgreich verzahnt. In den Gesprächen zwischen Studierenden und Chemielehrern findet ein reger Austausch über Chemieunterricht statt, wobei die Lehrer für die Studierenden wichtige Kooperationspartner bei der Erarbeitung und Erprobung erster eigener Unterrichtseinheiten sind. Durch diese Unterstützung fällt es ihnen leichter, adressatengerechte Unterrichtsmaterialien zu erarbeiten und ihre Erfahrungen bei der Betreuung von Schülern zu reflektieren. Gleichzeitig regen die Fragen der Studierenden die Lehrer an, über den eigenen Unterricht nachzudenken und ausgebildete Handlungsweisen zu hinterfragen. So bringen sie ihr theoretisches Wissen und ihre Erfahrungen in die Gespräche ein und erproben neue offene Unterrichtseinheiten in ihrem Chemieunterricht. Des Weiteren erhält einer der drei Lehrer durch die neue Gesprächskultur den Impuls, sich auch im Lehrerkollegium stärker über neue Unterrichtsentwürfe auszutauschen. Es zeigt sich, dass die Lehrer in enger Verbindung zu ihrem Unterrichtsalltag fortgebildet werden können.

Durch das Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ wird für die Studierenden schon frühzeitig ein Bezug zu ihrem späteren Berufsfeld hergestellt, wobei sie sich ein Bild von den Aufgaben eines Chemielehrers machen können. Sie überprüfen anhand ihrer schulpraktischen Erfahrungen ihre Berufsentscheidung und vollziehen bewusst den Rollenwechsel in die Lehrerrolle. Daneben können die Studierenden bei der Betreuung kleiner Schülergruppen Lernprozesse intensiv beobachten und erkennen fachspezifische Lernschwierigkeiten. Gleichzeitig haben sie die Möglichkeit, eigenes Lehren und pädagogisches Handeln zu erproben, ohne bereits die Verantwortung für eine ganze Klasse übernehmen zu müssen.

In der Seminarveranstaltung lernen die Studierenden offene Unterrichtsmethoden aus der Perspektive des Lehrers und Lernalters kennen. Sie sammeln authentische Erfahrungen und erkennen in begrenztem Ausmaß Konsequenzen für den Chemieunterricht. Da sie bei der Erprobung in der Schule auch auf Schwierigkeiten treffen, erachten sie offene Unterrichtsformen als nur bedingt einsetzbar.

Die Studierenden können durch den Lehrgang an der Universität nur in begrenztem Umfang befähigt werden, adressatengerechte Lernangebote für offene Unterrichtsformen zu gestalten. In den ersten Entwürfen ihres Lernzirkels gelingt es den Studierenden kaum, die Unterrichtseinheiten in das Curriculum des Chemieunterrichts einzuordnen und komplexe fachliche Konzepte zu elementarisieren. Es fällt ihnen besonders schwer, angemessene Aufgaben zu konstruieren und experimentelle Befunde durch komplexe Aufgabenstellungen in einen größeren Zusammenhang einzubinden. Die zahlreichen fachlichen Fehler weisen zudem auf ein unzureichend strukturiertes Grundlagenwissen hin.

Das Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ wurde im vergangenen Jahr erneut angeboten, wobei sich 18 Studierende und zwei „neue“ Chemielehrerinnen an der Veranstaltung beteiligten. Aktuell wird die Modularisierung des Studiengangs im Rahmen des Bologna-Prozesses dazu genutzt werden, um die Seminarveranstaltung zu einem festen Bestandteil der Lehrerbildung an der Friedrich-Schiller-Universität Jena zu machen. Dieser Ansatz ist jedoch nicht nur von lokalem Interesse. So können die an vielen Universitätsstandorten eingerichteten Schülerlabore zukünftig für ähnliche Veranstaltungen genutzt werden.

In der vorliegenden Arbeit wurden zwei unterschiedliche Modelle der Lehrerfortbildung beschrieben. Beide Modelle haben sich bewährt, zeigen jedoch spezifische Stärken und Schwächen. Während durch den Aufbau eines regionalen Fortbildungsnetzwerks ein regelmäßiger, wenn auch weniger intensiver Austausch mit einer großen Gruppe Ostthüringer Chemielehrer etabliert werden konnte, fand im Rahmen des Seminars „Lernwerkstatt Chemie“ eine enge Kooperation mit einigen ausgewählten Lehrern über den Zeitraum eines Schuljahres statt. Hier eröffnet sich die Chance, gemeinsam den Chemieunterricht weiterzuentwickeln und neue Ansätze in der Praxis zu erproben. Damit kann diese Form der Fortbildung stärker auf individuelle Bedürfnisse eingehen. Wegen des hohen individuellen Betreuungsaufwandes kann allerdings nur eine vergleichsweise geringe Anzahl von Lehrern pro Schuljahr betreut werden. Von diesen Lehrern wird zudem große Eigeninitiative gefordert.

Insgesamt konnten durch die Aktivitäten im Bereich der Lehrerfortbildung erfolgreich Kontakte zu einer Vielzahl von Chemielehrern in der Region etabliert werden. Dieses Netzwerk gilt es zu pflegen und weiter auszubauen. Dabei bietet sich auch zukünftig eine enge Zusammenarbeit mit dem Thillm sowie mit kleinen Gruppen von Fachberatern in der Region an. Weiterhin erscheint eine stärkere Verknüpfung der beiden beschriebenen Fortbildungsmodelle sinnvoll, um Erfahrungen der Lehrer bei der Erarbeitung und Erprobung offener Unterrichtsmaterialien in regionale Fortbildungen einfließen zu lassen. Es stellt sich die Frage, ob Lehrer durch Erfahrungsberichte von Kollegen angeregt werden können, stärker als bisher ihr theoretisches Wissen und ihre eigenen Erfahrungen in Fortbildungen einzubringen. Bedeutsame Erkenntnisse könnte eine Langzeituntersuchung liefern, in der die Wirkung solcher neu konzipierter Fortbildungen auf den Chemieunterricht analysiert wird.

## 11 Literaturverzeichnis

- A CAMPO, A., MONTFORTS, F.-P.: Empfehlungen zur Ausbildung von Chemielehrern in Chemiedidaktik an Hochschule und Seminar, Bremen: GDCh, MNU, 2004
- AIGUIRRE, J.M., HAGGERTY, S.M., LINDNER, C.J.: Student teachers' conceptions of science teaching and learning: a case study in preservice science education, *International Journal of Education*, 12 (1990) 4, S. 381-390
- ARBEITSSTAB FORUM BILDUNG IN DER BLK-KOMMISSION (Hrsg.): Empfehlungen und Einzelergebnisse des Forum Bildung, Bonn: Forum Bildung, 2002
- AUGSTEIN, R. (Hrsg.): *Der Spiegel*, Hamburg: Spiegel-Verlag, 2001 Heft 50
- BADER, H.J., HÖNER, K., MELLE, I. (Hrsg.): *Frankfurter Beiträge zur Didaktik der Chemie (Band 3)*, Frankfurt a. Main: Schutt, 2004
- BAUER, R.: *Schülergerechtes Arbeiten in der Sekundarstufe I: Lernen an Stationen*, Berlin: Cornelsen Scriptor, 1997
- BAUMERT, J., LEHMANN, R., LEHRKE, M.: *TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*, Opladen: Leske + Budrich, 1997
- BAUMERT, J., BOS, W., LEHMANN, R. (Hrsg.): *TIMSS/III – Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und Naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn*, Opladen: Leske + Budrich, 2000
- BAUMERT, J., NEUBRAND, M. (Hrsg.): *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*, Opladen: Leske + Budrich, 2001
- BEATEN, A.E., MARTIN, M.O., MULLIS, I.V.S., GONZALES, E.J., SMITH, T.A., KELLY, D.L.: *Science Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*, Chestnut Hill, MA: Center for the Study of Testing, Evaluation and Educational Policy, Boston College, 1997
- BECKER, H.-J.: Fach- und Lehrerbeliebtheit. Ergebnisse einer Untersuchung zum Chemieunterricht, *MNU*, 37 (1984) 2, S. 78-81
- BECKER, H.-J.: Lehrerverhalten als Aufgabe der Fachdidaktik Chemie, *PdN-Chemie*, 38 (1989) 5, S. 39-42
- BECKER, H.-J.: Ihren Chemielehrern den Spiegel vorgehalten, *ChiS*, 44 (1997) 7/8, S. 282-284
- BECKER, H.-J., HILDEBRANDT, H.: Zur Situation der Lehrerausbildung im Fachgebiet der Didaktik der Chemie – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, *ZfDN*, 4 (1998) 3, S. 43-59
- BECKER, H.-J., HILDEBRANDT, H.: Standards für die chemiedidaktische Ausbildung. Voraussetzung für Standards im Chemieunterricht! *PdN-ChiS*, 52 (2003) 1, S. 21-24
- BECKER, P.: Die Ausbildung der höheren Lehrer an der Universität: zur Denkschrift der philosophischen Fakultät der Friedrich-Wilhelm-Universität in Berlin, *Deutsches Philologenblatt*, 33 (1925) 44, S. 693-695, <http://www.bbf.dipf.de/cgi-shl/digibert.pl?id=BBF0578813>, Zugriff 29.07.2005
- BELLENBERG, G., THIERACK, A.: *Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern in Deutschland*, Opladen: Leske + Budrich, 2003
- BERENDT, B., VOSS, H.-P., WILDT, J. (Hrsg.): *Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten*, Stuttgart: Raabe, 2002
- BLUME, R.: *Katalysatoren und Enzyme. Prinzipien der Katalyse*, <http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/katalyse>, Zugriff 05.07.2003
- BOJKO, P.: *Ausbildung von Methodenkompetenz im Chemieunterricht: Entwicklung, Erprobung und Evaluation von Unterrichtsmodulen zur Ausbildung von Kompetenzen im Um-*

- gang mit Texten und bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten (unveröffentlichte Dissertationsschrift), Jena: 2005
- BORTZ, J., DÖRING, N.: Forschungsmethoden und Evaluation, Berlin, Heidelberg: Springer, 2003
- BRUER, J.T.: Schools for thought, Cambridge: MIT Press, 1993
- BÜHL, A., ZÖFEL, P.: SPSS Version 10. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, München: Addison Wesley, 2000
- BUND-LÄNDER-KOMMISSION (BLK) FÜR BILDUNGSPLANUNG UND FORSCHUNGSFÖRDERUNG (Hrsg.): Gutachten zur Vorbereitung des Programms `Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts`, Bonn: BLK, 1997
- BLK, BmBF (Hrsg.): BLK-Modellversuchsprogramm `Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts` (Informationsheft)
- DE JONG, O.: Crossing the borders: chemical education research and teaching practice, University Chemistry Education, 4 (2000) 1, S.29-32
- DEMUTH, R.: Schülerexperimente im Chemieunterricht – Auswirkungen auf den Unterricht der gymnasialen Oberstufe, PdN-Chemie, 35 (1986) 8, S. 31-33
- DEMUTH, R., RALLE, B., PARCHMANN, I.: Basiskonzepte – eine Herausforderung an den Chemieunterricht, Chemkon, 12 (2005) 2, S. 55-60
- EILKS, I., RALLE, B.: Partizipative Fachdidaktische Aktionsforschung, Chemkon, 9 (2002) 1, S. 13-18
- EILKS, I.: Kooperatives Lernen im Chemieunterricht (Teil 1), MNU, 56 (2003) 1, S. 51-55
- EILKS, I.: Kooperatives Lernen im Chemieunterricht (Teil 2), MNU, 56 (2003) 2, S. 111-116
- FEY, A., GRÄSEL, C., PARCHMANN, I., PUHL, T.: Implementation einer kontextorientierten Unterrichtskonzeption für den Chemieunterricht, Unterrichtswissenschaft, 32 (2004) 3, S. 238-256
- FISCHER, C.: SINUS jetzt auch in der Grundschule!, IPN-Blätter, 22 (2005) 1, S. 1, S. 3
- FISCHLER, H., MÜLLER, W.: Physikdidaktik und Unterrichtspraxis – Beobachtungen während schulpraktischer Übungen in Behrendt, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach/Bergstrasse: Leuchtturm, 1995
- FISCHLER, H.: Physikdidaktik und Unterrichtspraxis – Modelle, Möglichkeiten und Grenzen ihrer Verknüpfung in Behrendt, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach/Bergstrasse: Leuchtturm, 1995
- FISCHLER, H.: Über den Einfluss von Unterrichtserfahrungen auf die Vorstellungen vom Lehren und Lernen bei Lehrerstudenten der Physik (Teil 1), ZfDN, 6 (2000), S. 27-36
- FISCHLER, H.: Über den Einfluss von Unterrichtserfahrungen auf die Vorstellungen vom Lehren und Lernen bei Lehrerstudenten der Physik (Teil 2), ZfDN, 6 (2000), S. 79-95
- FISHMAN, B.J., MARX, R.W., BEST, S., TAL, R.T.: Linking teacher and student learning to improve professional development in systemic reform, Teaching and Teacher Education, 19 (2003), S. 643-658
- FREISTAAT THÜRINGEN KULTUSMINISTERIUM: Dienstordnung für Lehrer, Erzieher und Sonderpädagogische Fachkräfte an den staatlichen Schulen in Thüringen, <http://www.thueringen.de/de/tkm/schule/index.html>, Zugriff 12.05.2005
- GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER: Fortbildung für Chemielehrer, <http://www.gdch.de/vas/fortbildung/lehrer.htm>, Zugriff 04.05.2005

- GRÄSEL, C., PARCHMANN, I.: Die Entwicklung und Implemenation von Konzepten situierten, selbstgesteuerten Lernens, Zeitschrift für Erziehungswissenschaften, 6 (2004) 3. Beiheft, S. 171-184
- GRAF, E.: Modelle im Chemieunterricht, NiU-Chemie, 13 (2002) 67, S. 4-9
- GUDJONS, H.: Selbstgesteuertes Lernen der Schüler: Fahren ohne Führerschein?, Pädagogik, 55 (2003) 5, [http://www.beltz.de/html/frm\\_paedagogikZ.htm](http://www.beltz.de/html/frm_paedagogikZ.htm), Zugriff 01.06.2005
- GÜNKEL, T., MÜNZIGER, W.: Der Laborführerschein, NiU-Chemie, 13 (2002) 70/71, S. 41-44
- HÄNDLE, C.: The double socialization of teachers in formal courses and in everyday life in Bündler, W., Rebel, K. (Hrsg.): Teacher education – theoretical requirements and professional reality (Volume 1), Kiel: ipn-materialien, 1997
- HÄNSEL, D.: Die Anpassung des Lehrers. Zur Sozialisation in der Berufspraxis, Weinheim: Beltz, 1976
- HALASZ, G., SANTIAGO, P., EKHOLM, M., MATTHEWS, P., MCKENZIE, P.: Anwerbung, berufliche Entwicklung und Verbleib von qualifizierten Lehrerinnen und Lehrern. Länderbericht Deutschland, Paris: OECD, 2004
- HILDEBRANDT, H.: Chemedidaktik und Unterrichtswissenschaftlichkeit, Frankfurt a. Main: Peter Lang, 1998
- HOCHSCHULREKTORENKONFERENZ (HRK): National Report Germany. Realizing the goals of the Bologna Declaration in Germany, [http://www.bologna-berlin2003.de/en/national\\_reports/national\\_rep\\_germany.htm](http://www.bologna-berlin2003.de/en/national_reports/national_rep_germany.htm), Zugriff 13.06.2005
- HOELTJE, B., OBERLIESEN, R., SCHWEDES, H., ZIEMER, T.: Das Halbjahrespraktikum in der Lehrerbildung der Universität Bremen, Bremen: Universitätsdruckerei, 2003
- HÜLSMANN, K.-H.: Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff, NiU-Chemie, 9 (1998) 48, S. 26-28
- JÄGER, R.S., BEHRENS, U.: Weiterentwicklung der Lehrerbildung, Mainz: Haase & Köhler, 1994
- KENNEDY, D., BENNETT, J.M.: How student teachers teach difficult ideas in chemistry? in Ralle, B., Eilks, I. (Hrsg.): Quality in practice-oriented research in science education, Aachen: Shaker, 2004
- KERSCHENSTEINER, G.: Produktive Arbeit und ihr Erziehungswert in Kerschensteiner, G.: Texte zum pädagogischen Begriff der Arbeit und zur Arbeitsschule, Paderborn: Schöningh, 1982
- KLAFKI, W.: Schulnahe Curriculumsentwicklung und Handlungsforschung, Weinheim: Beltz, 1982
- KLIEME, E., AVENARIUS, H., BLUM, W., et al.: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise, Berlin: BMBF, 2003
- KOCH, J.: Lehrer – Studium und Beruf. Einstellungswandel in den beiden Phasen der Ausbildung, Ulm: Süddeutsche Verlagsgesellschaft, 1972
- KÖNIG, R. (Hrsg.): Handbuch der empirischen Sozialforschung, Stuttgart: Enke, 1973
- KOMETZ, A.: Das Projekt Chemobil, NiU-Chemie, 13 (2002) 70/71, S. 95
- KULTUSMINISTERKONFERENZ: PISA 2000 – Zentrale Handlungsfelder 2002, <http://www.kmk.org/schul/pisa/massnahmen.pdf>, Zugriff 08.06.2005
- LABAHN, B., BECKER, H.-J.: Chemedidaktik und Ausbildung – Zur Effektivität von Erster Phase, PdN-ChiS, 53 (2004) 1, S. 32-34
- LANTZ, O., KASSS, H.: Chemistry teachers' functional paradigms, Science Education, 71 (1987), S. 117-134

- LEHMANN, C., BECKER, H.-J.: Praxis in der Lehre – Studierende analysieren studentische Unterrichtsentwürfe, ZfDN, 3 (1997) 2, S. 59-69
- LEICHT, R.: Die Pflicht zur Faulheit, [http://www.zeit.de/archiv/2001/15/200115\\_robert\\_leicht\\_0409.xml](http://www.zeit.de/archiv/2001/15/200115_robert_leicht_0409.xml), Zugriff 29.07.2005
- LEMKE, R.: Katalysator-Modelle, PdN-Chemie, 6 (1992) 41, S. 10-15
- LEWIN, K.: Die Lösung sozialer Konflikte, Bad Nauheim: Christian, 1953
- LINDEMANN, H.: Schulpraxis in der Lehrerbildung. Eine Untersuchung bei Lehramtsstudenten des Faches Chemie, NiU-PC, 32 (1984) 9, S. 318-322
- LINDEMANN, H.: Didaktische Aspekte der Haushaltsreinigungsmittel, NiU-PC, 35 (1987) 25, S. 16-17
- LINDEMANN, H., BRINKMANN, U.: Alltagschemie als Orientierungshilfe zur Gestaltung von Chemieunterricht, NiU-Chemie, 5 (1994) 24, S. 29-33
- LUTZ, B., PFEIFER, P.: Chemie in Alltag und Chemieunterricht – Gegensatz oder Chance für ein besseres Chemieverständnis?, MNU, 42 (1989) 5, S. 281-290
- LUTZ, B., PFEIFER, P., SCHMIDKUNZ, H.: Gedanken zu einem zeitgemäßen und zukunftsweisenden Chemieunterricht, NiU-Chemie, 5(1994) 24, S. 4-7
- MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung, Weinheim: Psychologie Verlags Union, 1990
- MELLE, I.: Entwicklung und Erprobung neuer Formen der Fortbildung von Chemielehrerinnen und -lehrern (unveröffentlichte Habilitationsschrift), Frankfurt a. Main: 1999
- MERZYN, G.: Junge Lehrer im Referendariat, MNU, 58 (2005) 1, S. 4-7
- MORENO, J.L.: Grundlagen der Soziometrie, Köln: Westdeutscher Verlag, 1954
- MOSER, H.: Aktionsforschung als kritische Theorie der Sozialwissenschaften, München: Kösel, 1975
- MÜNSTER, D.: Katalyse. Vielfältige Ansichten einer Erscheinung, NiU-Chemie, 11 (2000) 58/59, S. 77-95
- NEU, C., MELLE, I.: Die Fortbildung von Chemielehrerinnen und -lehrern, Chemkon, 5 (1998) 4, S. 181-186
- NEU, C.: Fortbildung von Chemielehrerinnen (unveröffentlichte Dissertationsschrift), Frankfurt a. Main: 1999
- ORGANISATION FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG (OECD) (Hrsg.): Anwerbung, berufliche Entwicklung und Verbleib von qualifizierten Lehrerinnen und Lehrern (Länderbericht Deutschland), [http://www.kmk.org/aktuell/Germany%20Country%20Note\\_Endfassung\\_deutsch.pdf](http://www.kmk.org/aktuell/Germany%20Country%20Note_Endfassung_deutsch.pdf), Zugriff 13.06.2005
- OSTERMEIER, C.: Kooperative Qualitätsentwicklung in Schulnetzwerken, Münster: Waxmann, 2004a
- OSTERMEIER, C.: Kooperative Unterrichtsentwicklung in Netzwerken, IPN-Blätter, 21 (2004b) 4
- PARCHMANN, I.: Chemie im Kontext. Eine Konzeption zum Aufbau und zur Aktivierung fachsystematischer Strukturen in lebensweltlichen Fragestellungen, MNU, 53 (2000) 3, S. 132-137
- PARCHMANN, I., DEMUTH, R., RALLE, B., PASCHMANN, A., HUNTEMANN, H.: Chemie im Kontext – Begründung und Realisierung eines Lernens in sinnstiftenden Kontexten, PdN-Chemie, 50 (2001), S. 2-7

- PARCHMANN, I, DEMUTH, R., CHRISTANSEN, D., et al.: Forschungsprojekt Optimierung von Implementationsstrategien bei innovativen Unterrichtskonzeptionen am Beispiel von 'Chemie im Kontext'. 1. Zwischenbericht, Kiel: Leibniz-Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften, 2003, [http://www.uni-saarland.de/fak5/graesel/forschung/Zwischenbericht\\_ohne%20Beirat.pdf](http://www.uni-saarland.de/fak5/graesel/forschung/Zwischenbericht_ohne%20Beirat.pdf), Zugriff 16.04.2005
- PASTILLE, R.: Die Evaluation eines didaktischen Modells der Chemielehrer-Fortbildung, *Chimica didactica*, 5 (1979a) 2, S. 115-146
- PASTILLE, R.: Beteiligung der Betroffenen. Ergebnisse einer Chemielehrer-Befragung in Berlin (West), *PdN-Chemie*, 12 (1979b), S. 323-330
- PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H.J.: Konkrete Fachdidaktik Chemie, München: Oldenburg Schulbuchverlag, 2002
- PHELPS, A., LEE, C.: The power of practice: what students learn from how we teach, *Journal of Chemical Education*, 80 (2003) 7, S. 829-832
- PIETZNER, V., SCHEUER, R., DAUS, J.: Fragebogenstudie zum Fortbildungsverhalten von Chemielehrerinnen und -lehrern in Bader, H.J., Höner, K., Melle, I. (Hrsg.): *Frankfurter Beiträge zur Didaktik der Chemie (Band 3)*, Frankfurt a. Main: Schutt, 2004
- PIETZNER, V.: Spielen – eine Bereicherung für den Chemieunterricht, *NiU-Chemie*, 16 (2005) 86, S. 46
- PISA-KONSORTIUM DEUTSCHLAND: PISA 2003: Kurzfassung der Ergebnisse, [http://www.pisa.ipn.uni-kiel.de/Kurzfassung\\_PISA\\_2003.pdf](http://www.pisa.ipn.uni-kiel.de/Kurzfassung_PISA_2003.pdf), Zugriff 08.06.2005
- PÖPPING, W.: Modellarbeit als Methodentraining und als Unterrichtsinhalt, *NiU-Chemie*, 12 (2002) 67, S. 10-12
- PRENZEL, M., DRECHSEL, B.: Schulleistungsforschung und Lehrerbildung, *Die Deutsche Schule*, 95 (2003) 7, S. 32-53
- PRENZEL, M., OSTERMEIER, C.: Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts – Ein unterrichtsbezogenes Qualitätsentwicklungsprogramm, *Beiträge zur Lehrerbildung*, 21 (2003) 2, S. 265-276
- RALLE, B., DI FUCCIA, D.-S.: Lehrer planen gemeinsam, Posterbeitrag auf der GDGP-Tagung 2004
- SCHÄPERS, B.: Selbstbestimmung fördern, *NiU-Chemie*, 13 (2002) 70/71, S. 7-12
- SCHEUER, R.: *Alltagschemie am Beispiel Textilien / Kleidung*, Düsseldorf: Staccato-Verlag, 2002
- SCHMIDT, S., NEU, C.: Interviewstudie zum Fortbildungsverhalten von Chemielehrerinnen und -lehrern in Bader, H.J., Höner, K., Melle, I. (Hrsg.): *Frankfurter Beiträge zur Didaktik der Chemie (Band 3)*, Frankfurt a. Main: Schutt, 2004
- SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BRD: Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften (Standards Lehrerbildung\_16-12-05.doc) [http://www.kmk.org/doc/beschl/standards\\_lehrerbildung.pdf](http://www.kmk.org/doc/beschl/standards_lehrerbildung.pdf), Zugriff 06.06.2005
- STAATLICHES STUDIENSEMINAR FÜR DAS LEHRAMT AN GYMNASIEN KOBLENZ: Die Pflichtmodule, <http://www.studienseminar-koblenz.de>, Zugriff 19.08.2005
- STÄUDEL, L.: Stationenlernen im Chemieunterricht – eine Einführung, *NiU-Chemie*, 11 (2000) 58/59, S. 2-5
- TERHART, E. (Hrsg.): *Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland*, Weinheim, Basel: Beltz, 2000
- TERHART, E.: *Lehrerberuf und Lehrerbildung*, Weinheim, Basel: Beltz, 2001

- TERHART, E.: Lehrerbildung nach PISA in Merkens, H.: Lehrerbildung in der Diskussion, Opladen: Leske + Budrich, 2003
- THEUNE, B., STAMME, M.: Riechen, Schauen, Tasten,... Lernzirkel Stoffeigenschaften, NiU-Chemie, 11 (2000) 58/59, S. 10-14
- THOMAS, G., WINEBURG, S., GROSSMANN, P., MYHRE, O., WOOLWORTH, S.: In the company of colleagues: An interim report on the development of a community of teacher learners, Teaching an Teaching Education, 14 (1998), S. 21-32
- THÜRINGER KULTUSMINISTERIUM (Hrsg.): Lehrplan für das Gymnasium. Chemie, Erfurt: Thüringer Kultusministerium, 1999
- TILLMANN, K.: To be Cola or not to be? Analyse von Colagetränken, NiU-Chemie, 11 (2000) 58/59, S. 39-49
- TIPPELT, R., SCHMIDT, B.: Was wissen wir über Lernen im Unterricht, Pädagogik, 57 (2000) 3, [http://www.beltz.de/html/frm\\_paedagogikZ.htm](http://www.beltz.de/html/frm_paedagogikZ.htm), Zugriff 01.06.2005
- VAN DRIEL, J.H., BEIJAARD, D., VERLOOP, N.: Professional development an reform in science education: The role of teachers' practical knowledge, Journal of Research in Science Teaching, 38 (2001), S. 137-158
- VON GROEBEN, A.: Lernen in heterogenen Gruppen. Chance und Herausforderung, Pädagogik, 55 (2003) 9, [http://www.beltz.de/html/frm\\_paedagogikZ.htm](http://www.beltz.de/html/frm_paedagogikZ.htm), Zugriff 01.06.2005
- WANJEK, J.: Einflüsse von Alltagsorientierung und Schülerexperimenten auf den Erfolg von Chemieunterricht (Dissertationsschrift), Münster: 2000
- WEBER, M.: Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre, Tübingen: Mohr, 1951
- WELTNER, W., WANKROSS, W.: Über den Einfluss von Schülerexperimenten, Demonstrationsunterricht und informierendem Physikunterricht auf Lernerfolg und Einstellung von Schülern, in Roth, L. (Hrsg.): Beiträge zur empirischen Unterrichtsforschung, Hannover: Schroedel, 1974
- WENCK, H., BUDE, M.: Katalyse und Enzyme, NiU-Chemie, 8 (1997) 39, S. 18-21
- WOEST, V.: Offener Chemieunterricht, Alsbach / Bergstrasse: Leuchtturm, 1995
- WOEST, V.: Den Chemieunterricht neu denken. Anregungen für eine zeitgemäße Gestaltung, Alsbach / Bergstrasse: Leuchtturm, 1997
- WOEST, V.: Methode, Berater oder Experte. Die Förderung naturwissenschaftlichen Lernens durch die Rolle der Lehrperson, NiU-Chemie, 14 (2003) 76/77, S. 89-92
- ZIEMER, T., SCHWEDES, H.: Von Studierenden im Halbjahresschulpraktikum erlebte Anforderungen – betonte und vielfältige Bereiche in Pitton, A. (Hrsg.): Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung, Münster: Lit, 2005

# 1 Anhang: Interview-Leitfäden und Fragebögen

## ■ Interview-Leitfragen für die Befragung von Fachberatern

### Allgemeine Fragen zur Person

- Für welchen Bereich und welche Schulart arbeiten Sie als Fachberater(in)?
- Wie viele Chemielehrer(innen) arbeiten in Ihrem Bereich?
- Wie lange arbeiten Sie schon als Fachberater(in)?
- Was gefällt Ihnen an der Tätigkeit als Fachberater(in)?

### Fragen zu den Fortbildungen der AG Chemiedidaktik

#### Fragen zu den zentralen Veranstaltungen an der Universität Jena

- Welche Veranstaltungen haben Sie bereits besucht? Was hat Ihnen dabei gut, was weniger gut gefallen?
- Wünschen Sie Veranstaltungen, die stärker auf eine Schulart bzw. Schulstufe ausgerichtet sind?
- Empfehlen Sie unsere Fortbildungsveranstaltungen den Chemielehrern Ihres Bereichs?

#### Fragen zu den geplanten regionalen Fortbildungen an Ostthüringer Schulen

- Sind Sie an einer Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik im Bereich der Lehrerfortbildung interessiert?
- Können Sie uns bei der Organisation regionaler Veranstaltungen unterstützen?
- Wie schätzen Sie den Nutzen einer individuellen Absprache von Terminen und Themen ein?
- Denken Sie, dass wir durch diese Hingeh-Struktur mehr Lehrer für den Besuch unsere Fortbildungen gewinnen können?

### Fragen zu den Fortbildungen der Fachberater

- Welche Themen behandeln Sie in Ihren Fortbildungen? Nach welchen Aspekten wählen Sie diese Themen aus?
- Wie gestaltet sich Ihre Zusammenarbeit mit den Lehrern? Werden z.B. von den Lehrern Themen an Sie herangetragen, zu denen Fortbildungsbedarf besteht? Erhalten Sie Rückmeldungen, ob Anregungen aus Fortbildungen in den Chemieunterricht übernommen werden?
- Wie gestaltet sich die Zusammenarbeit mit Ihren Vorgesetzten (Thillm, Schulamt)? Werden Ihnen Themen für Fortbildungen vorgegeben bzw. vorgeschlagen? Erhalten Sie Unterstützung bei der Vorbereitung Ihrer Lehrerfortbildungen?
- Erarbeiten Sie Fortbildungen auch zusammen mit Kollegen (Fachberatern, Fachleitern, Lehrern)?
- Wie häufig führen Sie Fortbildungen durch?
- Erreichen Sie mit Ihrem Angebot alle Lehrer oder sind es überwiegend immer dieselben Lehrer, die sich für Fortbildungen interessieren?

### Fragen zum Fortbildungsverhalten von Lehrern

- Welche Gründe glauben Sie, sind dafür verantwortlich, dass einige Lehrer keine Fortbildungen besuchen:
- Was erwarten Lehrer Ihrer Meinung nach von einer guten und lohnenden Fortbildung?

## ■ Interview-Leitfaden für die Befragung der Fortbildungskoordinatorin im Thillm

### Allgemeine Fragen zur Person

- Sie sind im Thillm Ansprechpartnerin für die Fächer Chemie und Biologie. Können Sie bitte kurz beschreiben, welche Aufgaben Sie in dieser Position haben?
- Was gefällt Ihnen besonders an Ihrer Arbeit?
- Wie lange üben Sie diese Tätigkeit schon aus?

### Fragen zu den Fortbildungen des Thillm und der Fachberater

- Wie gestaltet sich Ihre Zusammenarbeit mit den Fachberatern für das Fach Chemie?
- Gibt es Weiterbildungen für die Fachberater von Seiten des Thillm?
- Geben Sie den Fachberatern Themen für Fortbildungen vor oder ist es den Fachberatern selbst überlassen, Themenschwerpunkte festzulegen?
- Sind Sie mit den regionalen Fortbildungsangeboten der Fachberater zufrieden?

### Zusammenarbeit mit Vorgesetzten (Thillm Kultusministerium)

- Wie gestaltet sich die Zusammenarbeit mit Ihren Vorgesetzten im Thillm und im Kultusministerium?
- Welche Vorgaben werden Ihnen für den Bereich Lehrerfortbildung gemacht?

### Fragen zum Fortbildungsverhalten von Lehrern

- Erreichen Sie durch das Angebot zentraler und regionaler Fortbildungen alle oder ein Großteil der Thüringer Chemielehrer?
- Welche Gründe sind Ihrer Meinung nach dafür verantwortlich, dass einige Lehrer keine oder nur wenige Fortbildungen besuchen?
- Was erwarten Lehrer ihrer Ansicht nach von einer guten und lohnenden Fortbildung?

### Fragen zu den geplanten regionalen Fortbildungen der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik

- Wie beurteilen Sie das regionale Fortbildungskonzept der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik?
- Welche Bedeutung messen Sie einer Zusammenarbeit von Universität und Schulen im Bereich der Lehrerfortbildung bei?

## ■ Schriftliche Befragung zu regionalen und zentralen Lehrerfortbildungen

**Achtung!** Haben Sie bereits eine unserer Veranstaltungen besucht und diesen Fragebogen ausgefüllt?

Ja                       Nein

**Wenn Ihre Antwort ja lautet, so beantworten Sie bitte nur die Fragenblöcke 1) und 3)!**

### Persönliche Fragen

In welcher Schulart unterrichten Sie?

Regelschule     Gymnasium     Gesamtschule     Berufsschule     Sonstige:  
-----

Ihr Alter:                       26 - 35                       36 - 45                       46 - 55                       56 - 65

Ihr Geschlecht:               m                               w

### Fragen zu den Lehrerfortbildungen vor Ort<sup>239</sup>

Die Arbeitsgruppe Chemiedidaktik der Universität Jena bietet seit Frühjahr 2003 regionale Lehrerfortbildungen zu alltagsorientierten und offenen Unterrichtseinheiten an Ostthüringer Schulen an.

Wie sagt Ihnen dieses regionale Fortbildungskonzept zu?



Es sagt mir sehr zu.                                    Es sagt mir nicht zu.

Wir führen Fortbildungen an Schulen durch, damit Sie eine kurze Anfahrt haben.

Das ist sehr wichtig.                                    Das ist nicht wichtig.

Wir möchten einen engen Kontakt zu Ihnen und den Chemielehrern der Pilotschule aufbauen,

- um Termine und zeitlichen Rahmen der Veranstaltungen im Vorfeld abzusprechen.

Das ist sehr wichtig.                                    Das ist nicht wichtig.

- um Ihnen die Möglichkeit zu bieten, die Fortbildungsthemen auszuwählen.

Das ist sehr wichtig.                                    Das ist nicht wichtig.

---

<sup>239</sup> Dieser Fragenblock ist nur im Fragebogen zu regionalen Lehrerfortbildungen enthalten.

- um die Schwerpunkte der Veranstaltungen nach Ihren Wünschen zu setzen.

Das ist sehr wichtig.      Das ist nicht wichtig.

- um einen Erfahrungsaustausch und eine Zusammenarbeit der Chemielehrer mit der Universität anzuregen.

Das ist sehr wichtig.      Das ist nicht wichtig.

- um besser auf die Situation an den Schulen eingehen zu können.

Das ist sehr wichtig.      Das ist nicht wichtig.

### Fragen zur Lehrerfortbildung „...“

Mit welchen Erwartungen haben Sie diese Lehrerfortbildung besucht?

---



---

Mit welchen Befürchtungen haben Sie diese Lehrerfortbildung besucht?

---



---

Wie hat Ihnen der Aufbau der Veranstaltung aus einer kurzen Einführung sowie einem Praktikum zum Ausprobieren der Lernstationen / Versuche zugesagt? (bitte kurze Begründung)

sehr gut      überhaupt nicht

---



---

Hätten Sie gewünscht, dass in dieser Fortbildung stärker noch die methodische Umsetzung der Materialien im Unterricht thematisiert wird?

Ja  Nein

Bitte bewerten Sie die einzelnen Lernstationen / Versuche!

Note 1(sehr gut geeignet) - Note 6 (für die Schule ungeeignet)

Station / Versuch 1	---	Station / Versuch 5	---
Station / Versuch 2	---	Station / Versuch 6	---
Station / Versuch 3	---	Station / Versuch 7	---
Station / Versuch 4	---	Station / Versuch 8	---

Bitte begründen Sie, warum Sie ausgewählte Lernstationen / Versuche als besonders geeignet bzw. ungeeignet bewerten!

---

Wie werden Sie die vorgestellten Materialien in der Schule einsetzen?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Auswahl einzelner Lernstationen / Versuche | <input type="checkbox"/> Durchführung eines Lernzirkels / Praktikums zum Thema „...“: |
|   | <input type="checkbox"/> an Projekttagen  |
|   | <input type="checkbox"/> in einer Chemie-AG   |
|   | <input type="checkbox"/> im Chemieunterricht  |

Zu den Arbeitsunterlagen:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Ich wünsche mir Anleitungen, die ich unverändert als Kopiervorlagen einsetzen kann. | <input type="checkbox"/> Ich möchte nur Ideen sammeln, erstelle dann aber eigene Anleitungen für den Unterricht. |
|--|--|

### Fragen zu Lehrerfortbildungen allgemein

Ich besuche Fortbildungen vorwiegend,

- |   |  |   |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> um mich fachlich weiterzubilden.       | <input type="checkbox"/> um neue Materialien in meinem Unterricht einzusetzen. | <input type="checkbox"/> weil es mein Arbeitgeber von mir erwartet. |
| <input type="checkbox"/> um mich fachdidaktisch weiterzubilden. |  |   |

Erhalten Sie für den Besuch einer Lehrerfortbildung eine Freistellung vom Unterricht?

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> prinzipiell nein | <input type="checkbox"/> prinzipiell ja | <input type="checkbox"/> ja, für wenige Veranstaltungen pro Schuljahr |
|---|---|---|

Welche Anfahrtsstrecke sind Sie bereit für eine Fortbildung zurückzulegen?

- |                                    |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> bis 30 km | <input type="checkbox"/> bis 50 km | <input type="checkbox"/> bis 70 km |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|

Wie viele Fortbildungen haben Sie in den letzten fünf Jahren besucht?

- |                                       |  |   |  |
|---------------------------------------|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> ein bis zwei | <input type="checkbox"/> drei bis vier | <input type="checkbox"/> fünf bis sechs | <input type="checkbox"/> sieben und mehr |
|---------------------------------------|--|---|--|

Welche Fortbildungen anderer Organisationen besuchen Sie?

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Thillm | <input type="checkbox"/> Fachberater    |
| <input type="checkbox"/> VCI    | <input type="checkbox"/> Weitere: ..... |

**Fragen zu Schülerexperimenten**

Wie häufig experimentieren die Schüler in Ihrem Chemieunterricht? (Angabe pro Klasse)

- jede Stunde     jede 2. Stunde     1-2 mal im Monat     1-2 mal im Halbjahr     1-2 mal im Jahr

Möchten Sie gerne häufiger Schülerexperimente durchführen und welche Unterstützung benötigen Sie dafür?

---

---

## 2 Anhang: Lernzirkel Katalyse

### Lernstation 1: Braunstein als Katalysator

(Lernstation 1: Versuch Braunstein als Katalysator + Text Katalyse)

#### Arbeitsaufgaben:

Im folgenden Versuch arbeitest du mit Braunstein ( $\text{MnO}_2$ ) und Wasserstoffperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Lies den Steckbrief über Wasserstoffperoxid durch, um die Eigenschaften dieser Verbindung näher kennen zu lernen. (Der Steckbrief ist am Ende des Laufzettels angefügt.)

Untersuche die Reaktion des Katalysators Braunstein mit Wasserstoffperoxid. Führe dazu den Versuch durch.

Lies anschließend den kurzen Text zur Erklärung der Katalyse und beantworte die Fragen auf dem Laufzettel.

#### Versuch: Braunstein als Katalysator

##### Einführung:

Untersuche, was geschieht, wenn du den Katalysator Braunstein zu Wasserstoffperoxid gibst.

##### Sicherheitshinweise:

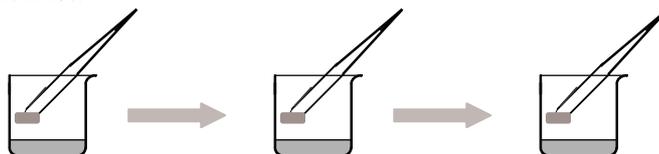
Wasserstoffperoxid reizt die Augen. Bei dem Versuch ist deshalb eine Schutzbrille zu tragen.

##### Geräte / Chemikalien:

- 3 Bechergläser (50 ml)
- Pinzette
- Wasserstoffperoxid (5 %)
- Messzylinder (25 ml)
- Braunsteintablette<sup>240</sup>

##### Durchführung:

- Fülle je 15 ml Wasserstoffperoxid in die drei Bechergläser.
- Gib anschließend eine Braunsteintablette mit der Pinzette in das erste Becherglas. Warte kurz und beobachte die Reaktion.
- Nimm die Braunsteintablette wieder heraus, spüle sie unter dem Wasserhahn ab und untersuche, ob sie sich durch die Reaktion verändert hat.
- Tauche dieselbe Braunsteintablette nacheinander in zwei weitere Bechergläser und untersuche, was geschieht.
- Achte bei den Versuchen besonders darauf, ob eine Veränderung an der Braunsteintablette zu erkennen ist.



<sup>240</sup> Braunsteintablette: 25 %  $\text{MnO}_2$  + 75 % Gips in Tablettenform gegossen, Braunstein wird als gesundheitsgefährdend eingestuft. In Form der Gips-Tabletten geht davon jedoch keine Gefahr für die Schüler aus.

## Katalyse

Die Forschung auf dem Gebiet der Katalyse begann vor etwa 200 Jahren. Wichtige Erkenntnisse gehen auf den Schweden Jöns Jakob Berzelius zurück. Er fand heraus, dass bestimmte Stoffe – die Katalysatoren - Reaktionen beschleunigen, die ohne sie nur sehr langsam ablaufen würden.

Er stellte fest, dass Katalysatoren vor und nach der Reaktion in ihrer ursprünglichen Form vorliegen und bei der Reaktion nicht verbraucht werden. Deshalb reichen meist schon sehr kleine Mengen der Katalysatoren aus.

1836 schrieb Berzelius über Katalysatoren: „Die katalytische Kraft scheint darin zu bestehen, dass Körper durch ihre bloße Gegenwart, die bei dieser Temperatur schlummernden Reaktionseigenschaften zu erwecken vermögen.“

Berzelius gab der Katalyse ihren Namen - nach dem griechischen Wort für Auslösung oder Loslösung.

*Jöns Jakob Freiherr von Berzelius* lebte von 1779 bis 1848 in Schweden. Er verlor bereits im Alter von vier Jahren seinen Vater und soll als Mensch sehr temperamentvoll und leicht reizbar gewesen sein.

Er studierte zunächst Medizin. Seine ersten Erfahrungen mit Chemie sammelte er durch die Analyse von Mineralwässern. Diese Untersuchungen führte er in einer unbezahlten Stelle am Kolleg für Medizin in Stockholm durch.

1810 bekam er schließlich eine feste Stelle an der Universität von Stockholm. Dort erlangte er Meisterschaft in allen damaligen chemischen Disziplinen. Er führte die heute gebräuchliche Formelschreibweise für die Elemente ein: z.B. H für Wasserstoff (nach dem lateinischen „hydrogenium“). Neben seinen Untersuchungen zur Katalyse, entdeckte er die Elemente Cer, Selen und Thorium.



## Lernstation 2 A: Katalysator und Aktivierungsenergie (Experiment)

(Lernstation 2A: Versuch Knallgasreaktion mit Katalysator + Text Katalysator und Aktivierungsenergie + Text Döbereiner Feuerzeug)

### Arbeitsaufgaben:

Untersuche anhand der Knallgasreaktion die Wirkung eines Katalysators. Führe dafür den folgenden Versuch durch.

Lies anschließend den kurzen Text über Katalysatoren und die Aktivierungsenergie durch und beantworte die Fragen auf dem Laufzettel.

Informiere dich anhand des Textes über das Döbereiner Feuerzeug, dessen Wirkungsweise und den Erfinder.

### Versuch: Knallgasreaktion mit Katalysator

#### Sicherheitshinweise:

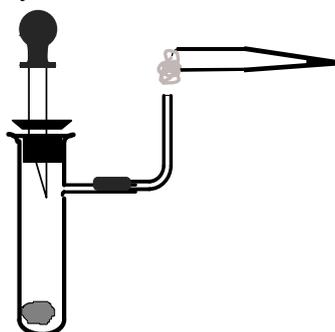
Bei dem Versuch sind Schutzbrille und Kittel zu tragen. Salzsäurespritzer auf der Haut sind unter dem Wasserhahn abzuspülen. **Achtung!** Bei der Reaktion der Magnesiumspäne mit Salzsäure, wird ein leichtentzündliches Gas gebildet.

#### Geräte / Chemikalien:

- |  |   |
|--|---|
| ▪ Reagenzglas mit seitlichem Ansatz                          | ▪ graduierte Tropfpipette + Stück Gummischlauch |
| ▪ Stativmaterial   | ▪ Streichholz / Feuerzeug                       |
| ▪ gebogene Glasdüse (mit Rückschlagsicherung aus Eisenwolle) | ▪ Pinzette                                      |
| ▪ verd. Salzsäure (10 %)                                     | ▪ Gummischlauchverbindung                       |
| ▪ Katalysator: Platin auf Glaswolle                          | ▪ Magnesiumspäne                                |

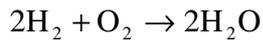
#### Durchführung:

- Gib mit der Pinzette einige Magnesiumspäne in das Reagenzglas mit seitlichem Ansatz.
- Baue dann die Apparatur, wie es auf der Skizze dargestellt ist, auf.
- Fülle die graduierte Tropfpipette mit 1 ml verdünnter Salzsäure.
- Führe die gefüllte Tropfpipette vorsichtig so in die Apparatur ein, dass der Gummischlauch die Apparatur luftdicht verschließt.
- Tropfe nun die Salzsäure auf die Magnesiumspäne.
- Halte mit der Pinzette ein kleines Knäuel des Platinkatalysators in den Gasstrom am Ausgang der Glasdüse. (Falls dabei nichts passiert, kannst du den Gasstrom durch leichtes Pumpen mit der Pipette verstärken.)
- Achtung! Lege den Platin-Katalysator nach dem Versuch in das Vorratsgefäß zurück!

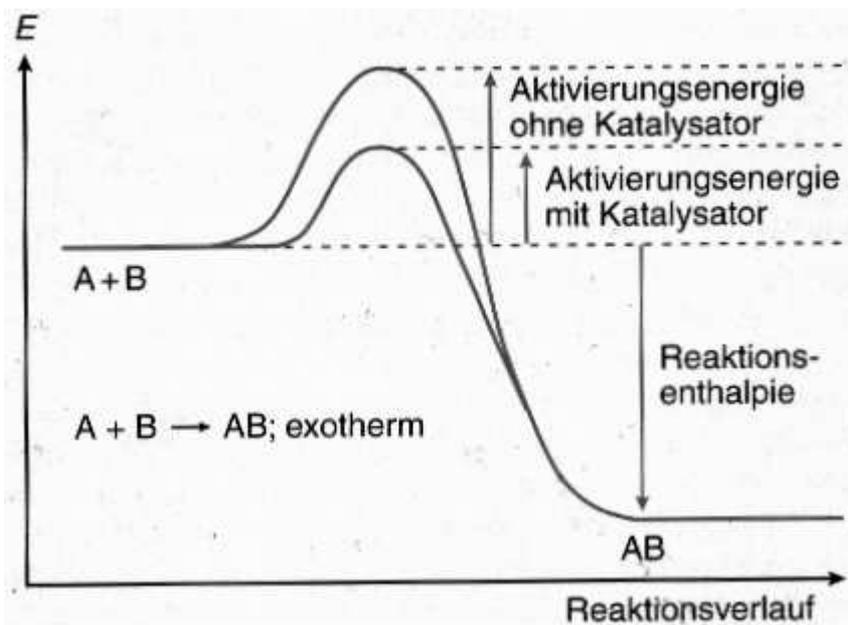


## Katalysator und Aktivierungsenergie

Wasserstoff und Sauerstoff reagieren heftig miteinander. Dabei wird Energie frei (exotherme Reaktion). Dennoch reagieren die beiden Stoffe bei Raumtemperatur nicht miteinander. Erst wenn das Reaktionsgemisch z.B. durch einen Funken gezündet wird, findet die Reaktion statt. Damit die Teilchen miteinander reagieren und neue Bindungen ausbilden können, müssen sie zunächst eine Energiebarriere überwinden, die Aktivierungsenergie. Im Fall der Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff müssen z.B. zunächst Wasserstoff- und Sauerstoff-Bindungen gespalten werden, bevor sich neue Bindungen ausbilden können:



Bei Verwendung des Katalysators Platin läuft die Knallgasreaktion dagegen ohne weitere Energiezufuhr ab. Die Wirkung des Katalysators besteht darin, dass er die Aktivierungsenergie für die Reaktion senkt. Wasserstoff- und Sauerstoffmoleküle lagern sich an der Oberfläche des Katalysators Platin an, wodurch die H-H- und die O-O-Bindung gelockert werden. Die neuen Bindungen können dadurch einfacher ausgebildet werden.



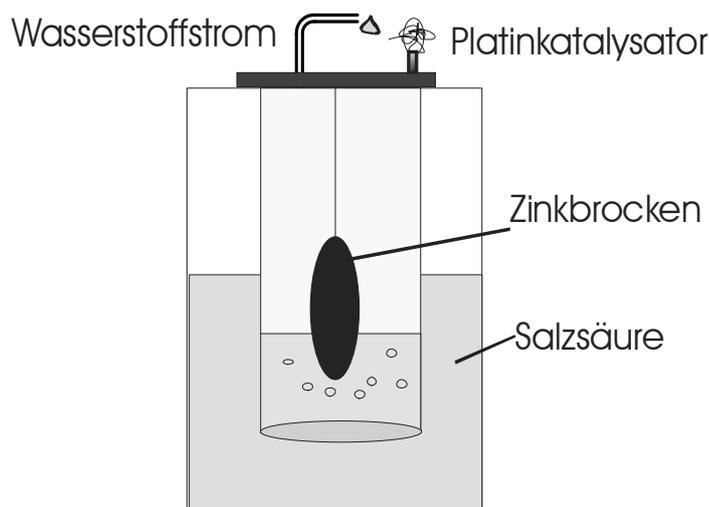
Energiediagramm einer Reaktion mit und ohne Katalysator

## Döbereiner Feuerzeug

1823 konstruierte der Jenaer Chemieprofessor Johann-Wolfgang Döbereiner sein so genanntes Döbereiner Feuerzeug.

Bei dem Feuerzeug wird - genau wie bei dem Experiment, das du durchgeführt hast - Wasserstoff an einem Platinkatalysator entzündet. Wasserstoff wird dabei zunächst durch Reaktion von Zink mit Salzsäure hergestellt.

Die folgende Grafik zeigt den Aufbau des Döbereiner Feuerzeugs.



Im Ruhezustand wird das Gefäß oben geschlossen, so dass der Wasserstoff nicht mehr entweichen kann und die Säure von dem Zinkbrocken wegdrückt.

*Johann Wolfgang Döbereiner* wurde 1780 in Hof geboren und starb 1849 in Jena. Als Sohn eines Kutschers wuchs er in ärmlichen Verhältnissen auf und genoss in seiner Jugend nur wenig Schulbildung. Nach einer Lehre als Apotheker begab er sich auf eine fünfjährige Wanderzeit, während der er sich im Selbststudium intensiv mit Chemie beschäftigte. In Jena wurde er schließlich sesshaft. Dort machte er sich durch seine praktischen Erfindungen bald einen Namen und erhielt durch die Vermittlung von Johann Wolfgang Goethe eine Stelle an der Jenaer Universität. Er wirkte lange Jahre als Chemie- und Pharmazieprofessor und organisierte das chemische Praktikum für die Studenten. Obwohl er den Ruf an andere Universitäten erhielt und ihn in Jena häufig Geldmangel plagte, blieb er der Universität Jena immer treu.



Neben seinen Untersuchungen zu den katalytischen Eigenschaften von Platin, ist Döbereiner als Vordenker für den Aufbau des Periodensystems bekannt, welches in seiner heutigen Form erst 1870 entwickelt wurde.

## Lernstation 2 B: Katalysator und Aktivierungsenergie (Comic)

(Lernstation 2B: Text Katalysator und Aktivierungsenergie + Comic)

### Arbeitsaufgaben:

Am Arbeitsplatz liegen ein kurzer Text und ein Comic aus. Im Comic wird die Wirkungsweise von Katalysatoren mit einem Bild veranschaulicht: Statt zweier Atome möchten sich im Comic zwei Menschen binden.

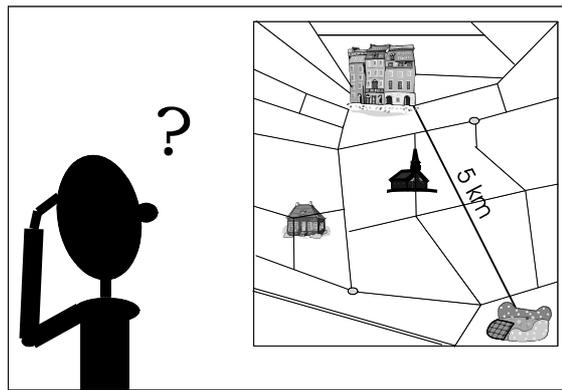
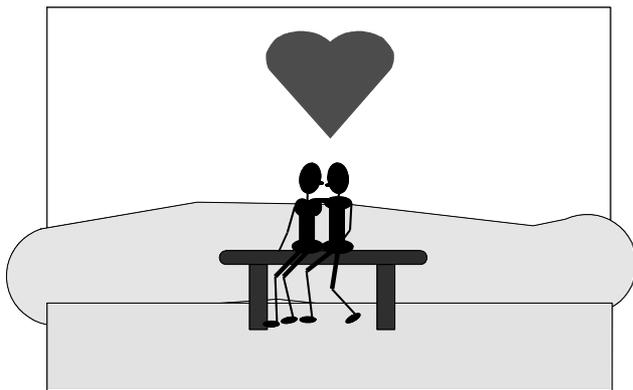
Entwerft Untertitel für die vier Szenen des Comics. Erklärt anschließend anhand des Bildes die Wirkungsweise eines Katalysators. Erklärt dabei kurz die Vorgänge auf Teilchenebene. Wichtige Informationen dafür findet ihr im Text.

### Katalysator und Aktivierungsenergie

Obwohl bei exothermen Reaktionen Energie frei wird, finden sie häufig nicht spontan bei Raumtemperatur statt, sondern erst nachdem eine gewisse Energiemenge zugeführt wurde. So ist es zum Beispiel bei Verbrennungen der Fall: Erst nachdem ein Lagerfeuer entzündet wurde, beginnt das trockene Holz mit lodernder Flamme zu brennen.



Bevor es zu einer Reaktion kommt, muss zunächst eine Energiebarriere überwunden werden: die so genannte Aktivierungsenergie. Katalysatoren setzen diese Energiebarriere herab, indem sie eine Zwischenverbindung mit mindestens einem der Reaktionspartner eingehen. Durch den verringerten Energieaufwand laufen katalysierte Reaktionen schneller und bei milderem Bedingungen ab.



Comic

### **Lernstation 3: Katalyse in Industrie und Technik**

(Text + Spiel)

#### **Arbeitsaufgaben:**

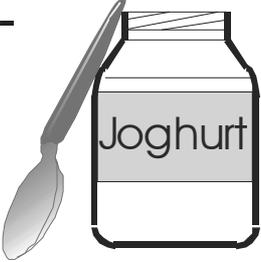
Lest den kurzen Text über technische Anwendungen der Katalyse aufmerksam durch und erläutert anschließend die wirtschaftliche Bedeutung katalytischer Verfahren.

Spielt das Memory zu technischen Anwendungen der Katalyse. Achtung: Statt zweier identischer Karten, müsst ihr dabei die Paare Katalysator - katalysierte Reaktion finden. Ermittelt einen Gruppensieger und stellt vier Anwendungsbeispiele aus dem Memory in einer Tabelle dar (Reaktion, Produkt und Katalysator).

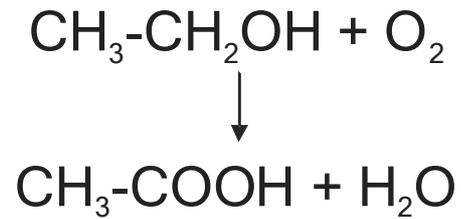
Wenn das Spiel zu schwer ist, könnt ihr alle Karten umdrehen und dann die Paare (Katalysator - Reaktion) suchen.

#### **Technische Anwendungen der Katalyse**

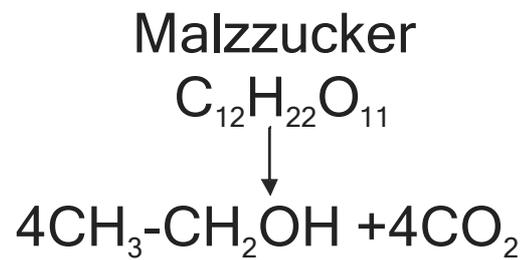
Die Katalyse hat große industrielle Bedeutung: Mehr als 80 % der Wertschöpfungen der chemischen Industrie beruhen auf katalytischen Verfahren. Viele wichtige Grundchemikalien wie Schwefelsäure, Methanol oder Ammoniak werden in katalytischen Prozessen gewonnen. Die Katalyse bringt große Kostenvorteile mit sich: Chemische Reaktionen werden durch Katalyse beschleunigt und laufen bei niedrigeren Temperaturen ab. Dadurch kann Energie eingespart werden. Mit Hilfe von Katalysatoren können chemische Reaktionen darüber hinaus so gesteuert werden, dass nur bestimmte Produkte entstehen; unerwünschte Nebenprodukte werden vermieden. Die Besonderheit der Katalyse ist, dass Katalysatoren nicht verbraucht werden, deshalb kann man sie viele Male einsetzen. Zudem werden meist nur geringe Mengen davon benötigt.

<p>Katalysator: Enzyme der Hefe</p> 	$n \text{ C}_2\text{H}_4$ $\downarrow$ $-(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-$
<p>Katalysator: Enzyme der Hefe</p> 	<p>Traubenzucker</p> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ $\downarrow$ $2\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{CO}_2$ <p>Ethanol</p>
<p>Katalysator: Enzyme der Milchsäure- Bakterien</p> 	<p>Katalysator: Enzyme der Essigsäure- bakterien</p> 
$\text{N}_2 + 3 \text{ H}_2$ $\downarrow$ $2 \text{ NH}_3$	<p>Milchzucker</p> $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$ $\downarrow$ $4\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ <p>Milchsäure</p>

Abgaskatalyse  
Katalysator:  
Platin + Rhodium

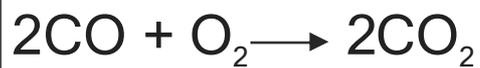
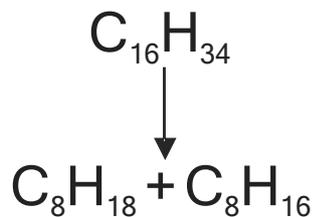


Cracken  
Katalysator:  
 $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$



Haber-Bosch-  
Verfahren  
Katalysator:  
 $\text{Fe} (\text{Al}_2\text{O}_3, \text{TiO}_2)$

Polyethylenherstellung  
Katalysator:  
Titan-  
verbin-  
dungen



## **Lernstation 4: Abgaskatalysator**

(Lernstation 4: Einführungstext + Abgaskatalysator + Text Abgaskatalysator)

Sicher kennst du den Abgaskatalysator im Auto. Wahrscheinlich hast du aber noch nie einen Abgaskatalysator gesehen. Er ist zwischen Motor und Auspuff installiert und hat in etwa eine zylindrische Form. Das eigentlich Interessante ist das Innenleben des Abgaskatalysators.

### **Arbeitsaufgaben:**

Am Arbeitsplatz findest du einen alten halbierten Autoabgaskatalysator aus einer Autowerkstatt. Betrachte die einzelnen Bauteile des Abgaskatalysators genau und fertige dann eine skizzenhafte Zeichnung an (auf dem Laufzettel). Beschrifte die einzelnen Bauteile auf der Zeichnung.

Diskutiere mit deinen Mitschülern, was die Aufgabe des Abgaskatalysators ist.

Melde dich anschließend beim Lehrer oder der Lehrerin, damit er / sie dir den zweiten Teil dieser Lernstation aushändigen kann.

## Abgaskatalysator (Lernstation 4, Teil 2)

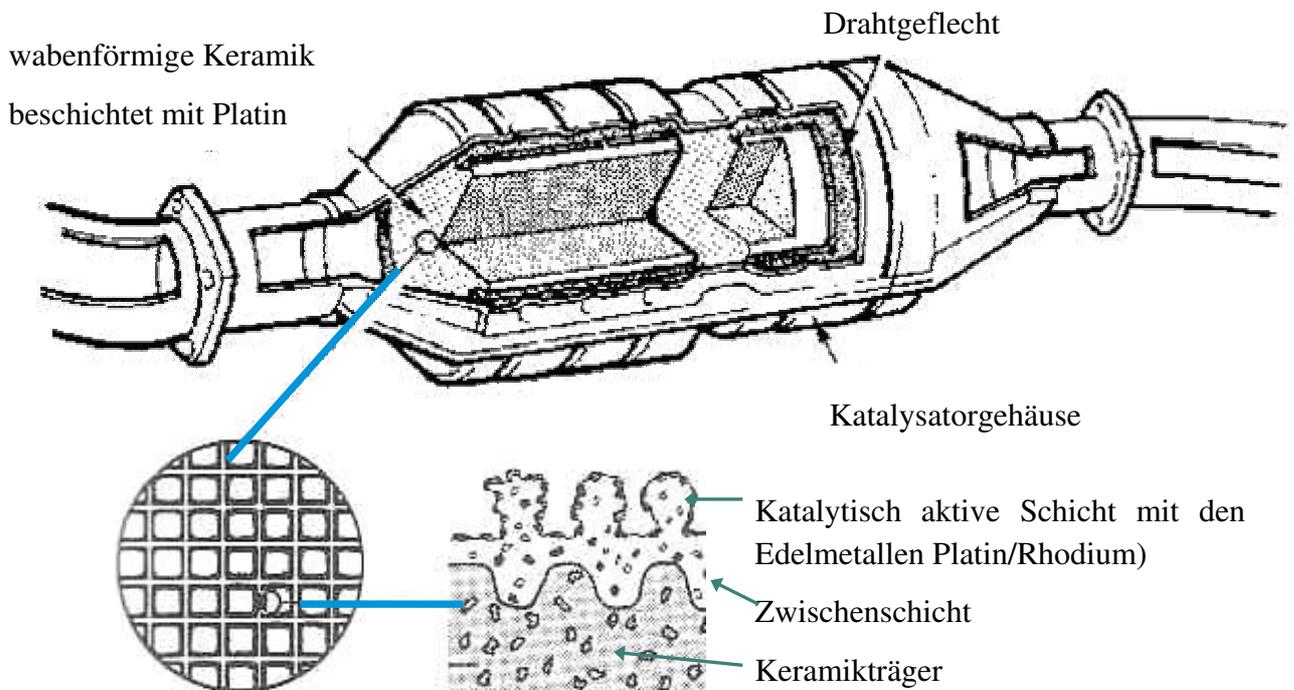
### Arbeitsaufgaben:

Lies den folgenden Text über Abgaskatalysatoren durch und vergleiche die Abbildung des Katalysators mit deiner Zeichnung. Vervollständige die Zeichnung – falls notwendig.

Ergänze anschließend die Reaktionsgleichungen auf dem Laufzettel.

Beim genauen Betrachten erkennst du folgende Bauteile des Abgaskatalysators: das Katalysatorgehäuse aus Metall, ein Drahtgeflecht zur bruchsicheren Lagerung des Keramikkörpers und den wabenförmigen Keramikkörper mit Metallkörnchen.

Der wabenförmigen Keramikkörper hat in seinem Inneren eine Vielzahl von Kanälen, die in der Durchströmungsrichtung ausgerichtet sind. Er besteht aus einer hitzebeständigen Keramik. Diese Keramik ist mit den katalytisch aktiven Stoffen - den Edelmetallen Platin und Rhodium - beschichtet.



Bei benzinbetriebenen Fahrzeugen entstehen bei der Verbrennung des Treibstoffs neben Wasser und Kohlenstoffdioxid die Schadstoffe Kohlenstoffmonoxid (0,9 Massenprozent), Kohlenwasserstoffe (0,09 %) und Stickstoffoxide (0,13 %).

Im Abgaskatalysator werden diese Schadstoffe an der katalytisch aktiven Schicht bei einer Temperatur von 300-500°C zu ungefährlichen Verbindungen umgesetzt:

- Kohlenwasserstoffe werden durch Reaktion mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser umgesetzt. Am Beispiel von Hexen:  $C_6H_{12} + 9O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$
- Kohlenstoffmonoxid und Sauerstoff reagieren zu Kohlenstoffdioxid:
- $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$
- Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid werden mit Kohlenstoffmonoxid zu Stickstoff und Kohlenstoffdioxid umgesetzt:
- $2NO + 2CO \rightarrow N_2 + 2CO_2$       und       $2NO_2 + 4CO \rightarrow N_2 + 4CO_2$

Im Gegensatz zu den ersten Abgaskatalysatoren können diese drei Reaktionen am modernen Katalysator gleichzeitig ablaufen, weshalb er auch den Namen Drei-Wege-Katalysator trägt.

Durch den geregelten Drei-Wege-Katalysator kann der Schadstoffausstoß in den Autoabgasen um bis zu 90 % reduziert werden. Der Katalysator funktioniert jedoch nur optimal, wenn er eine Betriebstemperatur von mindestens 300°C erreicht hat. Besonders im Winter erreicht er diese Temperatur erst nach Fahrtstrecken von etwa 8 km Länge. Auch im Stop-and-go-Verkehr einer überfüllten Innenstadt kann der Abgaskatalysator seine Aufgabe nicht ausreichend gut erfüllen. Aus diesem Grund forschen zum Beispiel die Firmen Bosch und Mercedes an Standheizungen (Fahrzeugvorwärmesysteme), um von Fahrtbeginn an und auch bei ständiger Unterbrechung der Fahrt optimale Betriebsbedingungen des Katalysators gewährleisten zu können.

## Enzyme - Katalysatoren in deinem Körper

(Begleittext zu Lernstation 5 – 8)

In deinem Körper laufen zahlreiche chemische Reaktionen ab, die zur Aufrechterhaltung der Lebens notwendig sind wie die Energiegewinnung aus der Nahrung, die Ausscheidung von Abfallstoffen oder die Vermehrung von Körpersubstanz. Die Gesamtheit dieser Umsetzungen wird als „Stoffwechsel“ bezeichnet.

Katalysatoren spielen in unserem Stoffwechsel eine wichtige Rolle: Etwa 1000 verschiedene Katalysatoren, die sogenannten Enzyme, sind an den Stoffwechselfvorgängen beteiligt. Die wichtige Aufgabe der Enzyme ist es, chemische Reaktionen, die im Labor nur bei Einsatz konzentrierter Säuren oder Laugen und hohen Temperaturen stattfinden, so zu beschleunigen, dass sie bei Körpertemperatur in ausreichend hoher Geschwindigkeit ablaufen. Und die Enzyme erledigen diese Aufgabe gut: An einem Enzym-Molekül können innerhalb einer Minute zwischen 100 und 10.000.000 Moleküle umgesetzt werden.

Die Enzyme gehören zu der Stoffgruppe der Eiweiße, natürliche Makromoleküle (Riesemoleküle) mit einer Molmasse zwischen 10.000 und 1.000.000 g/mol.

Enzyme sind Spezialisten. Jedes Enzym beeinflusst nur bestimmte Reaktionen, oftmals nur eine einzige chemische Reaktion. Die Reaktionen laufen nur an bestimmten Stellen des Enzyms, den aktiven Zentren, ab. Aufgrund der räumlichen Gestalt des Enzyms können nur ausgewählte Stoffe zu diesen aktiven Zentren gelangen. Dieses Prinzip der Stoffauswahl wird auch Schlüssel-Schloss-Prinzip genannt.

Die äußeren Bedingungen wie der pH-Wert und die Temperatur sind für die Arbeit der Enzyme von großer Bedeutung. Jedes Enzym arbeitet nur in einem bestimmten Temperatur- und pH-Bereich. Die einzelnen Enzyme haben sich an die Bedingungen ihres „Arbeitsplatzes“ gut angepasst. So laufen die Umsetzungen der Verdauungsenzyme im Magen bei einem pH-Wert von 2 (Magensäure). Enzyme reagieren aber stark auf Veränderungen ihrer gewohnten Arbeitsbedingungen. Das ist zum Beispiel die Ursache dafür, warum hohes Fieber (mit Körpertemperaturen über 40°C) so gefährlich ist. Die Arbeit wichtiger Enzyme kann bereits durch die Temperaturerhöhung um 3,5 bis 4°C stark beeinträchtigt werden.



## Lernstation 5: Enzyme sind Spezialisten

(Lernstation 5: Text Enzyme – Katalysatoren in deinem Körper + Modellversuch Funktionsweise von Enzymen)

### Arbeitsaufgaben:

Lies den Text „Enzyme - Katalysatoren in deinem Körper“ aufmerksam durch. Stell anschließend die Aufgabe dar, die die Enzyme in menschlichen Körper bewältigen.

Erkläre mit Hilfe eines der beiden angebotenen Modelle, wie Enzyme es bewerkstelligen, eine Stoffauswahl zu treffen.

### Modellversuch: Funktionsweise von Enzymen

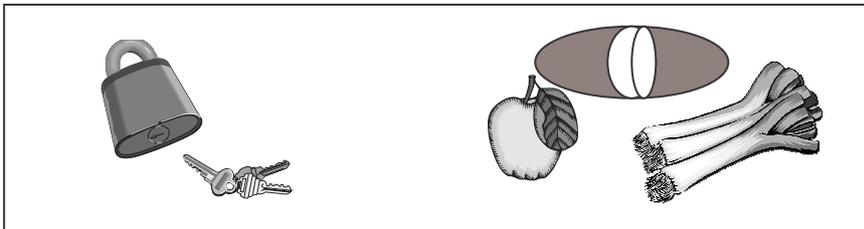
#### Geräte / Chemikalien:

Vorhängeschloss

Zigarrenscheider

Verschiedene Schlüssel

Apfel, Lauch



#### Durchführung:

Verwende eines der beiden Modelle, um zu veranschaulichen, wie Enzyme eine Stoffauswahl treffen.

## Lernstation 6: Das Enzym Katalase und Kontaktlinsen

(Lernstation 6: Text Enzyme – Katalysatoren in deinem Körper + Versuch Katalase in Pflanzen + Versuch Katalase und Kontaktlinsen)

### Arbeitsaufgaben:

Lies den Text „Enzyme – Katalysatoren in deinem Körper“ aufmerksam durch.

Weise anschließend das Enzym Katalase in einem Blatt nach (Versuch 1).

Das Enzym Katalase wird auch bei der Reinigung von Kontaktlinsen eingesetzt. Untersuche die Wirkung von Katalase bei der Reinigung von Kontaktlinsen (Versuch 2). Erkläre anhand der Inhaltsangaben auf der Desinfektions- und Neutralisationslösung, wie die Reinigung der Kontaktlinsen funktioniert.

### Sicherheitshinweise:

Wasserstoffperoxid reizt die Augen. Bei den Versuchen ist deshalb eine Schutzbrille zu tragen.

### Versuch 1: Katalase in Pflanzen



Im menschlichen Körper, in tierischen Organismen und in Pflanzen wird Wasserstoffperoxid  $H_2O_2$  als Abfallprodukt des Stoffwechsels gebildet. Da Wasserstoffperoxid lebende Zellen schädigt, verfügen diese über eine Schutzvorrichtung gegen Wasserstoffperoxid: Das Enzym Katalase. Das Enzym baut Wasserstoffperoxid zu ungefährlichen Verbindungen ab. (Hinweis: Am Ende des Laufzettels ist ein Steckbrief zu Wasserstoffperoxid angefügt, in dem du mehr über diese Verbindung erfahren kannst.)

### Aufgabe:

Weise das Enzym Katalase in Blättern durch seine Reaktion mit Wasserstoffperoxid nach.

### Geräte / Chemikalien:

- |                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| ▪ 2-3 Pflanzenblätter      | ▪ Messzylinder (10 ml) |
| ▪ Mörser, Pistill          | ▪ Pinzette             |
| ▪ Wasserstoffperoxid (5 %) | ▪ Reagenzglas          |

### Durchführung:

- Zerkleinere 2-3 Pflanzenblätter mit Hilfe von Mörser und Pistill.
- Miss 5 ml Wasserstoffperoxid ab und fülle es in das Reagenzglas.
- Überführe mit der Pinzette etwas zerkleinerte Pflanzenmasse in das Reagenzglas und beobachte, was geschieht.

## Versuch 2: Katalase und Kontaktlinsen

### Aufgabe:

Untersuche die Funktionsweise von Kontaktlinsenreinigern.

### Geräte / Chemikalien:

- Reagenzglas
- Desinfektionslösung (rot)
- pH-Teststreifen
- Neutralisationslösung (blau)

### Durchführung:

- Fülle das Reagenzglas daumenhoch mit Desinfektionslösung.
- Kontaktlinsen sollten 10 min in dieser Lösung gereinigt werden. Bevor sie wieder ins Auge eingesetzt werden können, muss unbedingt Reinigungsschritt 2 erfolgen. Du kannst sofort weiterarbeiten:
- Gib tropfenweise Neutralisationslösung in das Reagenzglas und beobachte, was geschieht.
- **Achtung!** Der Name „Neutralisationslösung“ ist verwirrend. Du kannst mit Hilfe eines pH-Teststreifens untersuchen, ob es sich wirklich um eine Neutralisationsreaktion handelt.

## Lernstation 7: Das Enzym Katalase und Kartoffeln

(Lernstation 7: Text Enzyme – Katalysatoren in deinem Körper + Versuch Katalase in Kartoffeln + Versuch Hitzeeinwirkung auf das Enzym)

### Arbeitsaufgaben:

Lies den Text „Enzyme – Katalysatoren in deinem Körper“ aufmerksam durch.

Weise das Enzym Katalase in einer Kartoffel nach (Versuch 1). Untersuche anschließend, was mit diesem Enzym beim Erhitzen passiert (Versuch 2).

### Sicherheitshinweise:

Wasserstoffperoxid reizt die Augen, trage deshalb eine Schutzbrille.

### Versuch 1: Katalase in Kartoffeln

Im menschlichen Körper, in tierischen Organismen und in Pflanzen wird Wasserstoffperoxid  $H_2O_2$  als Abfallprodukt des Stoffwechsels gebildet. Da es lebende Zellen schädigt, verfügen sie über eine Schutzvorrichtung gegen Wasserstoffperoxid: Das Enzym Katalase. Das Enzym baut Wasserstoffperoxid zu ungefährlichen Verbindungen ab. (Hinweis: Am Ende des Laufzettels ist ein Steckbrief zu Wasserstoffperoxid angefügt, in dem du mehr über diese Verbindung erfahren kannst.)

### Geräte / Chemikalien:

- Kartoffel
- Messer
- Wasserstoffperoxid (5 %)
- graduierte Pipette
- Uhrglas

### Durchführung:

- Schneide eine dünne Scheibe von der Kartoffel ab und lege sie in das Uhrglas.
- Tropfe nun 0,5 – 1,0 ml Wasserstoffperoxid auf die Kartoffelscheibe und beobachte, was passiert.

### Versuch 2: Hitzeeinwirkung auf das Enzym

### Geräte / Chemikalien:

- Kartoffel
- Messer
- Pinzette
- Bunsenbrenner
- graduierte Pipette
- Uhrglas
- Büroklammer
- Wasserstoffperoxid (5 %)

### Durchführung:

- Schneide eine dünne Scheibe von der Kartoffel ab und lege sie in das Uhrglas.
- Erhitze eine Büroklammer bis zur Rotglut in der Bunsenbrennerflamme und drücke sie mit Hilfe der Pinzette auf die Kartoffelscheibe.
- Tropfe 0,5 – 1,0 ml Wasserstoffperoxid auf die Kartoffelscheibe und beobachte, was geschieht.

## Lernstation 8: Mit reichlich Spucke

(Lernstation 8: Text Enzyme – Katalysatoren in deinem Körper + Versuch Enzyme im Speichel)

### Arbeitsaufgaben:

Lies den Text „Enzyme – Katalysatoren in deinem Körper“ aufmerksam durch.

Untersuche anhand des folgenden Versuches die Aktivität der Enzyme in deinem Speichel.

### Versuch: Enzyme im Speichel

Die Verdauung beginnt bereits im Mund. Neben der Zerkleinerung durch das Kauen, beginnen Verdauungsenzyme im Speichel, die Nahrung schon im Mund abzubauen.

#### Geräte / Chemikalien:

- Stärke
- Lugolsche Lösung\*
- Becherglas (100 ml)
- Messzylinder (25 ml)
- Glasstab
- Bunsenbrenner mit Dreifuß, Drahtnetz
- Agar-Agar (Geliermittel)
- Spatellöffel
- 2-3 Petrischalen
- Sprühflasche
- (z.B. für Nasenspray)

\* Bei Lugolscher Lösung handelt es sich um eine Jod-Kaliumjodid-Lösung. Sie wird zum Nachweis von Stärke verwendet.

#### Durchführung:

- Gib eine Löffelspitze Stärke sowie einen Spatellöffel Agar-Agar in das Becherglas.
- Füge 25 ml Wasser hinzu und koche das Gemisch unter Rühren kurz auf.
- Gieße die heiße Lösung in die beiden Petrischalen und lasse sie dort erkalten.
- Zeichne nun mit Spucke Figuren auf die Oberfläche des Gels.
- Warte etwa eine Minute lang und wasche dann die Spucke vorsichtig unter dem Wasserhahn wieder ab.
- Besprühe das Gel mit wenig Lugolscher Lösung und entwickle dadurch das Bild.

**Laufzettel zum Lernzirkel Katalyse**

von (Namen): \_\_\_\_\_

**Lernstation 1: Braunstein als Katalysator**

Notiere deine Beobachtungen.

---

---

Kannst du Veränderungen an der Braunsteintablette erkennen?

---

---

Beschreibe die Wirkungsweise des Katalysators Braunstein.

---

---

---

**Lernstation 2 A: Katalysator und Aktivierungsenergie**

Notiere deine Beobachtungen.

---

---

Beschreibe die Wirkungsweise des Katalysators Platin.

---

---

---

**Lernstation 2 B: Katalysator und Aktivierungsenergie**

Entwerft Untertitel für die vier Szenen des Comics. Erklärt dabei anhand des Bildes die Wirkungsweise eines Katalysators.

1

---

---

---

2

---

---

---

3

---

---

---

4

---

---

---

Erklärt nun kurz die Vorgänge auf Teilchenebene.

---

---

---

**Lernstation 3: Katalyse in Industrie und Technik**

Erkläre die wirtschaftliche Bedeutung von katalytischen Verfahren.

---

---

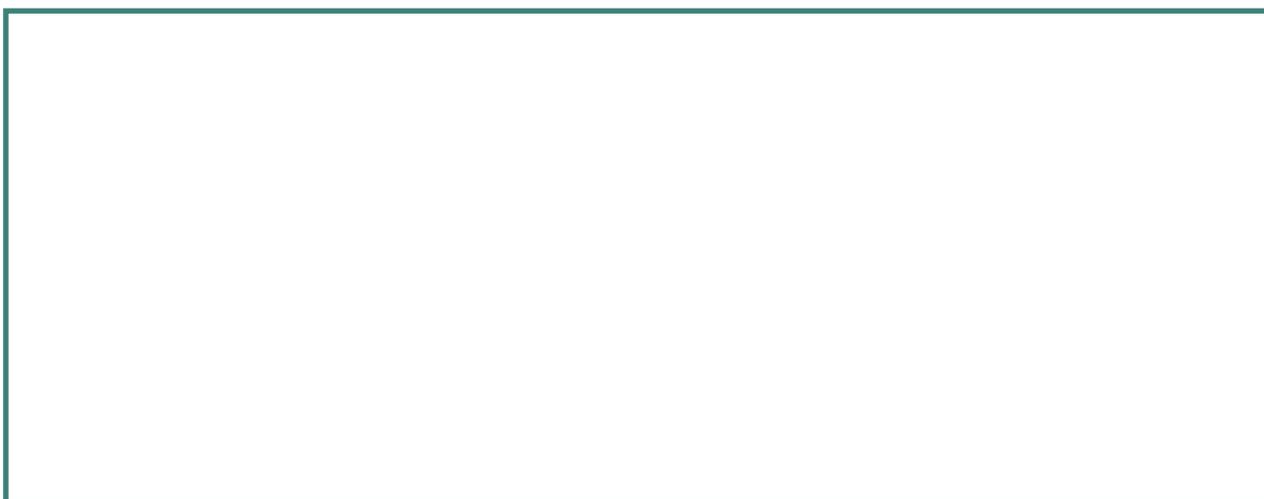
---

Trage vier Anwendungsbeispiele aus dem Memory in die folgende Tabelle ein:

Reaktion, Produkt	Katalysator

#### Lernstation 4: Der Abgaskatalysator

Zeichnung des Aufbaus eines Abgaskatalysators mit Beschriftung der Bauteile



Erläutere kurz, wofür der Katalysator im Auto eingesetzt wird.

---



---



---

Ergänze die Reaktionsgleichungen für drei Reaktionen, die im Abgaskatalysator ablaufen.

I		+		→		+	H <sub>2</sub> O
II	CO	+		→			
III		+	NO	→		+	

### **Lernstation 5: Enzyme sind Spezialisten**

Stelle die Aufgabe dar, die die Enzyme in menschlichen Körper bewältigen.

---

---

#### **Modellvorstellungen zur Enzymkatalyse**

- Schlüssel – Schloss  Zigarrenscheider – Obst / Gemüse

Beschreibe anhand des gewählten Modells, wie eine Stoffauswahl bei der Enzymkatalyse getroffen wird.

---

---

### **Lernstation 6: Katalase und Kontaktlinsen**

#### Nachweis des Enzyms in Pflanzenmaterial

Notiere deine Beobachtungen.

---

---

Erkläre das Versuchsergebnis.

---

---

#### Reinigung von Kontaktlinsen

Erläutere mit Hilfe deiner Versuchsergebnisse die Wirkungsweise der Kontaktlinsenreiniger. Gehe dabei auf das Enzym Katalase ein.

---

---

---

### **Lernstation 7: Katalase und Kartoffeln**

#### Nachweis des Enzyms in einer Kartoffel

Notiere deine Beobachtungen.

---

---

Erkläre das Versuchsergebnis.

---

---

Hitzeeinwirkung auf das Enzym

Notiere deine Beobachtungen.

---

---

Erkläre das Versuchsergebnis.

---

---

**Lernstation 8: Mit reichlich Spucke**

Notiere deine Beobachtungen.

---

---

Erkläre das Versuchsergebnis. Gehe dabei auf die Bedeutung der Enzyme im Speichel für die Verdauung ein.

---

---

---

### 3 Anhang: Lernzirkel aus dem Seminar „Lernwerkstatt Chemie“

#### Lernzirkel Redoxreaktionen für Klasse 7 Regelschule / Klasse 8 Gymnasium

##### Station 1: Metalle verändern ihr Aussehen an der Luft

Sicher habt ihr schon einmal beobachten können, dass einige Metalle mit der Zeit ihr **Aussehen** verändern, wenn sie der **Luft** ausgesetzt sind. Alte Autos oder Fahrräder zum Beispiel bestehen zu einem großen Teil aus **Eisen**. Lässt man diese öfter im Freien stehen, bilden sich bald rotbraune Flecken an beschädigten Stellen. Das Eisen des **Autos** rostet. Man spricht auch von einer Korrosion des Eisens.

**Rost** entsteht, wenn das Eisen Sauerstoff aus der Luft aufnimmt. Eine chemische **Reaktion**, bei der Sauerstoff aufgenommen wird, bezeichnet man als **Oxidation**. Allerdings korrodiert das Auto nicht ohne das Einwirken von **Wasser**. **Streusalz** im **Winter** beschleunigt die Reaktion.

Neuere Autos und Fahrräder sind mit einem **Korrosionsschutz** versehen. Dadurch wird verhindert, dass Wasser oder Sauerstoff mit dem Metall in Berührung kommen. Die **Autoteile** werden mit **Farben** oder Lacken überzogen. Weiterhin kann man einfach andere Metalle verwenden, die nicht rosten. Ein solches Metall ist zum Beispiel **Aluminium**.



Auch **Kupfer** reagiert mit **Luftsauerstoff**. Manchmal sind alte Statuen aus Kupfer gefertigt, wie auch Regenrinnen. Mit der Zeit verändert sich die **metallisch** – rote Farbe in eine grünlich-schwarze. Allerdings wird durch das Rosten des Eisens mit der Zeit das gesamte Metall zerstört, während das Kupfer nur bis zu einem gewissen Punkt reagiert - nämlich bis die Metalloberfläche durch die Korrosion mit einer dünnen, aber dichten **Schicht** überzogen ist. Diese Schichten entstehen entweder bei der Reaktion des Kupfers mit Wasser (grün) oder mit Sauerstoff (schwarz). Mit dem **Überzug** schützt sich das Kupfer gewissermaßen selbst, denn Wasser oder Sauerstoff können nicht durch die Schicht dringen.



Die Dächer des Hauses sind aus Kupfer gefertigt worden. Infolge der Korrosion sind diese jetzt mit einer grünlichen Patina überzogen.

#### Aufgabe:

Lies den Text sorgfältig durch! Die fett gedruckten Wörter im Text sollst du nun im Buchstabenalat auf der nächsten Seite suchen!

**Buchstabensalat**

Achtung: ü = ue; möglich sind die Richtungen: waagrecht, senkrecht und diagonal (auch von rechts nach links)

**Begriffe**

Aussehen	Luft	Wasser
Eisen	Auto	Rost
Reaktion	Oxidation	Streusalz
Winter	Korrosionsschutz	Autoteile
Farben	Luftsauerstoff	Überzug
Aluminium	Kupfer	metallisch
Schicht		

N I O M A N W I N T E R R E A B N  
 H U G X O T U A J S Y O O P A S L  
 C A A N I R E I S N E S I E R K U  
 S U U B N D M T W S U T P L X S F  
 I S T H C N A S T L E R V R F Z T  
 L S O X K T E T E F A R B E N E S  
 L E T V N F M R I E O C H F F R A  
 A H E P S U E E B O N N S P I C U  
 T E I G N L E U I K N I L U K Z E  
 T N L E N A J S N K T E G K G H R  
 E N E R T R E A K T I O N U I E S  
 M U I N I M U L A J S C H I C H T  
 J H U E B E R Z U G C S R N T S O  
 K L T N G E E U T G L K M I U R F  
 K O R R O S I O N S S C H U T Z F

## Station 2: Wie verbrennen unterschiedliche Metalle?

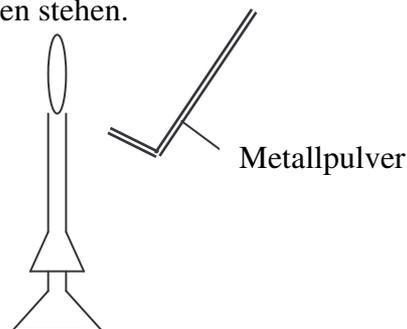
Im Alltag verbrennen wir oft die unterschiedlichsten Stoffe. Sei es, wenn wir zur Weihnachtszeit den Docht einer Kerze anzünden oder das Gas eines Gasherdes zum Kochen verbrennen. Aber was passiert eigentlich, wenn wir versuchen Metalle zu verbrennen?

### Chemikalien / Geräte

- |                     |                      |        |
|---------------------|----------------------|--------|
| ▪ Eisenpulver       | gewinkeltes Glasrohr |        |
| ▪ Kupferpulver      | Gasbrenner           |        |
| ▪ Magnesiumpulver   | feuerfeste Unterlage |        |
| ▪ Aluminium - Grieß | Streichhölzer        | Spatel |

### Versuchsdurchführung

- Fülle mit dem Spatel etwas von dem Eisenpulver in ein gewinkeltes Glasrohr (es genügt eine Spatelspitze).
- Blase nun das Pulver vorsichtig in die nicht- leuchtende Brennerflamme.
- Wiederhole den Versuch mit dem Kupfer- und dem Magnesiumpulverpulver, sowie mit dem Aluminium-Grieß.
- Achte darauf, dass du dabei Schutzbrille und Kittel trägst und blase niemals in eine Richtung, in der andere Personen stehen.



### Beobachtung

Notiere deine Beobachtungen!

### Auswertung

- Gib an, welches Metall am heftigsten, welches am wenigsten heftig verbrannt ist!
- Fülle nun den Lückentext mit Hilfe der vorgegebenen Stichworte aus!

Verschiedene Metalle reagieren mit \_\_\_\_\_ sehr unterschiedlich. Die Reaktionsfähigkeit des Metalls hängt vor allem davon ab, wie edel es ist. \_\_\_\_\_ Metalle wie Zink und Magnesium reagieren heftig und \_\_\_\_\_ mit Luftsauerstoff, während \_\_\_\_\_ Metalle wie Kupfer und Silber weniger gut verbrennen.

**Stichwörter:** edle, unedle, Luftsauerstoff, schnell, verbrennen

- Glaubst du, dass auch Gold brennbar ist? Was vermutest du, wie heftig es verbrennt?

### Station 3: Modellstation

Chemische Reaktionen kann man in verschiedene Reaktionsarten einteilen. Zwei Arten chemischer Reaktionen sind: Oxidation und Reduktion. Oxidation wird eine Reaktion unter Sauerstoffaufnahme genannt. Die Reduktion verläuft unter Sauerstoffabgabe.

Ordnet nun folgende Wortgleichungen nach Oxidation oder Reduktion!

Reaktionsart	Reaktionsart
Magnesium + Sauerstoff → Magnesiumoxid	
Magnesiumoxid → Magnesium + Sauerstoff	
Silberoxid → Silber + Sauerstoff	
Kohlenstoff + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid	

Vervollständigt mit dem bisher Erlernten folgende Gleichungen!

Kohlenstoff +                    → Kohlenstoffdioxid

Kupfer +                         → Kupferoxid

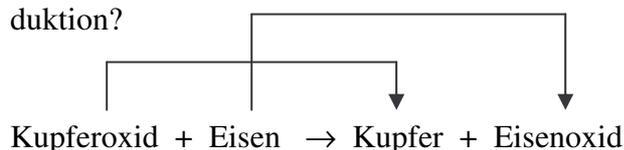
Eisen + Sauerstoff →

+ Sauerstoff → Aluminiumoxid

Oxidation und Reduktion finden meist gleichzeitig statt. Um euch zu zeigen, wie es dazu kommt, macht jetzt folgendes:

- Sucht euch zwei Leute eurer Gruppe aus. Einer spielt das Eisen, der andere das Kupfer. Damit ihr nicht vergesst, wer was ist, klebt ihnen die Zettel an.
- Jetzt nimmt das Kupfer den Ball in die Hand. Der Ball stellt ein Sauerstoffteilchen dar. Das Kupfer ist also momentan Kupferoxid.
- Nun fangen die beiden Stoffe an zu reagieren. Das Kupfer geht zum Eisen und gibt ihm das Sauerstoffteilchen (den Ball). Nach der Reaktion ist das Eisen nun zu Eisenoxid geworden.

Erklärt, was hierbei die Oxidation (Sauerstoffaufnahme) und was die Reduktion (Sauerstoffabgabe) ist! Welcher Pfeil der unteren Gleichung steht für die Oxidation, welcher für die Reduktion?

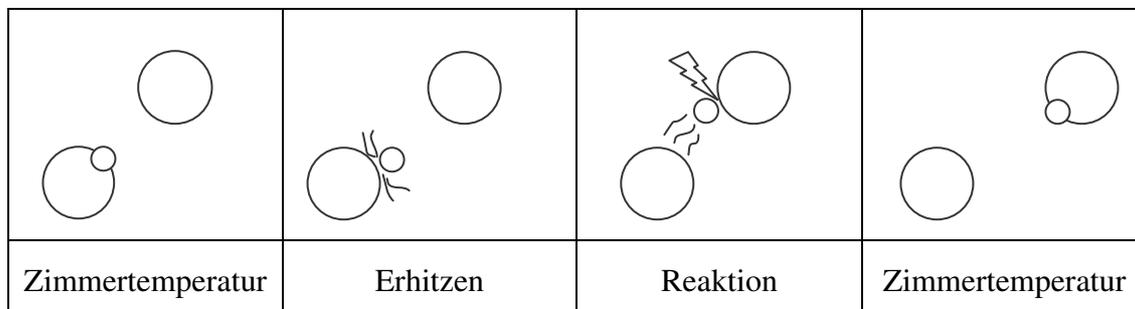


Kennzeichne in der Abbildung die beteiligten Teilchen mit Farben!

Kupfer = orange

Sauerstoff = rot

Eisen = dunkelblau



Beschreibe, was bei den einzelnen Reaktionsschritten geschieht!

Zusatzaufgabe: Vervollständige die Reaktionsgleichungen!



### Station 4: Was passiert beim Verbrennen?

Versucht herauszufinden, ob Metalle in Sauerstoff oder an der Luft heftiger verbrennen! (Versuch 1)

Verändern Metalle beim Verbrennen ihr Gewicht? Prüft dies in Versuch 2!

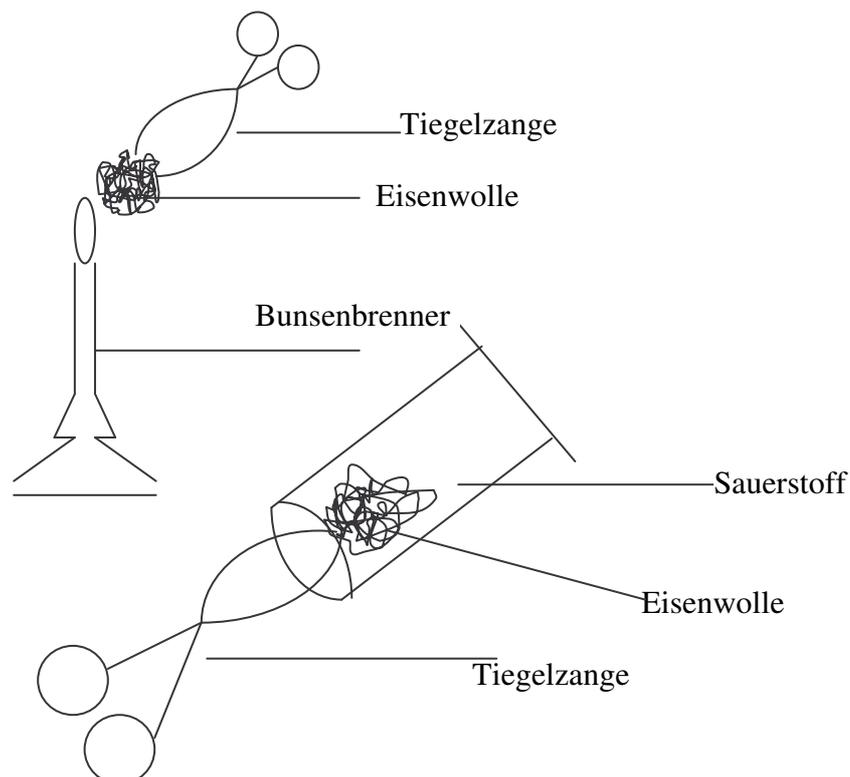
#### Chemikalien / Geräte:

- Eisenwolle
- Tiegelzange
- Gasbrenner
- Feuerfeste Unterlage
- Waage
- Streichhölzer
- Standzylinder mit Sauerstoff

#### Versuch 1: Verbrennung von Eisenwolle in Luft und in reinem Sauerstoff

##### Versuchsdurchführung:

- Haltet etwas Eisenwolle mit der Tiegelzange für wenige Sekunden in die Brennerflamme.
- Ein Standzylinder mit reinem Sauerstoff wird bereitgestellt.
- Haltet erneut etwas neue Eisenwolle mit der Tiegelzange für wenige Sekunden in die Gasbrennerflamme und direkt im Anschluss in den Standzylinder. Ihr solltet dabei über der feuerfesten Unterlage arbeiten, da glühende Teile der Eisenwolle herunterfallen könnten! Tragt deshalb auch unbedingt Kittel und Schutzbrille!



## Versuch 2: Verbrennung auf der Waage

### Versuchsdurchführung:

- Nehmt etwas Eisenwolle und wiegt sie auf der Waage. Notiert das genaue Gewicht.
- Haltet die Eisenwolle anschließend mit der Tiegelzange vorsichtig in die Gasbrennerflamme, bis sie vollständig schwarz geworden ist. Passt dabei auf, dass möglichst nichts von Eisenwolle herunterfällt!
- Nun wiegt die verbrannte Eisenwolle erneut und notiert das Gewicht.

### Auswertung:

Zu Versuch 1:

- Gibt es einen Unterschied beim Verbrennen von Metallen an Luft und in reinem Sauerstoff? Erläutere dein Ergebnis!
- Luft besteht zu ca. 80% aus Stickstoff und 20% aus Sauerstoff. Hast du eine Vermutung, welches der beiden Gase für die Verbrennung verantwortlich ist? Begründe deine Antwort!

Zu Versuch 2:

- Vergleiche deine Wiegeergebnisse!
- Erläutere das Ergebnis! Berücksichtige dabei die Auswertung zu Versuch 1: Was könnte hinzugekommen sein oder sich verflüchtigt haben?

## Station 5: Modellversuch zur Kupfergewinnung

Kupfer ist ein rötliches Metall, das man z.B. für Elektrokabel benötigt. Deshalb braucht man in der Technik viel Kupfer, das vorher aus Kupfererzen gewonnen werden muss. Dazu werden die schwarzen Kupfererze in einem Hochofen zu Kupfer umgewandelt. Wie das funktioniert, kannst du in kleinem Maßstab mit diesem Experiment untersuchen.

### Geräte / Chemikalien:

- |                           |         |
|---------------------------|---------|
| ▪ Kupfer-(II)-oxid (CuO)  | Brenner |
| ▪ Holzkohlepulver (C)     | Spatel  |
| ▪ feuerfestes Reagenzglas | Brille  |
| ▪ Reagenzglashalter       |         |

### Durchführung:

- Gib abwechselnd eine Spatelspitzen Kupferoxid und eine Spatelspitze Holzkohlepulver in das Reagenzglas. Fülle es so etwa daumenhoch.
- Schau dir das Gemisch genau an. Achte vor allem auf die Farbe!
- Erhitze das Reagenzglas in der heißesten Stelle der Brennerflamme und beobachte was passiert. Wenn die Mischung aufgeglüht ist, kannst du aufhören. Das dauert ca. zwei bis fünf Minuten!

### Auswertung:

- Beschreibe deine Beobachtungen! Wie hat sich die Farbe des Pulvers geändert?
- Welches Produkt ist bei der Reaktion entstanden? Stelle eine Wortgleichung für die Reaktion auf! Beachte dabei, dass aus der Holzkohle Kohlendioxid geworden ist!
- Zeige, was hier die **Oxidation** (Sauerstoffaufnahme) und was die **Reduktion** (Sauerstoffabgabe) ist!

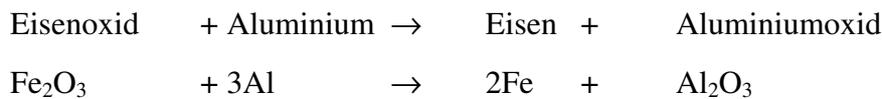
## Station 6: Aluminothermisches Schweißen

Wie der Name schon sagt, macht man sich diese chemische Reaktion in der Technik als Schweißverfahren zu Nutze. Vor allem bei der Verbindung von Schienenteilen arbeitet man mit dem Aluminothermischen Schweißen. Mit dieser Methode ist es möglich, auch große und solide Metallteile (z.B. Schienen) schnell und dauerhaft zu verbinden.

### Chemischer Hintergrund:

Bei dem Prozess des aluminothermischen Schweißens handelt es sich um eine Redoxreaktion. Die Reaktion läuft nach dem Zünden freiwillig und unter großer Wärmeentwicklung ab.

Die Reaktion verläuft entsprechend folgender Gleichung:



Das unedlere Aluminium reduziert das Eisenoxid zum elementaren Eisen und wird dabei selbst zum  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oxidiert (Redoxreaktion).

### Geräte:

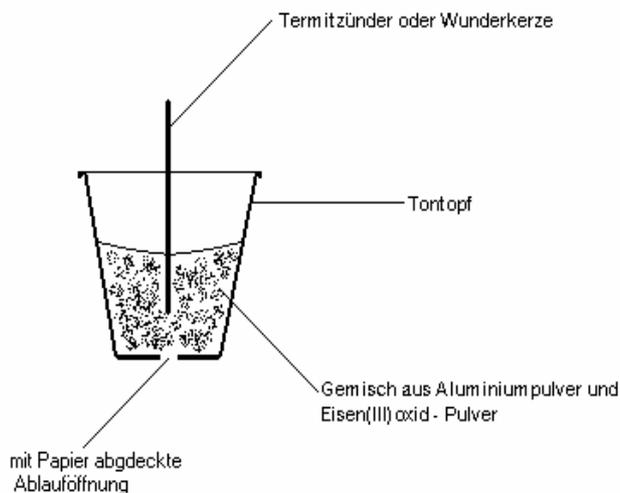
Schutzbrille, Schutzhandschuhe aus Leder, Blumentopf, Dreifuss, feuerfeste Unterlage (Schale mit Sand), Zange, Hammer, Magnet (zur Untersuchung der Reaktionsprodukte)

### Chemikalien:

Eisen(III)-oxid, Aluminiumpulver, Aluminiumgrieß, Thermitzündler, Kaliumnitrat

### Sicherheitshinweise:

Achtung: Die Chemikalien müssen völlig trocken sein, weil sonst die Mischung herausgeschleudert werden kann und es zu lebensgefährlichen Verbrennungen kommen kann! Der Versuch verläuft so heftig, dass es zum Herausspritzen von Eisenkügelchen kommen kann. Deshalb Abstand halten (5 m)! Kein brennbares Material in der Nähe. Achtung! Die Mischung neigt auch noch Minuten nach dem Zündversuch zur Reaktion.

**Durchführung:**

- Der Tontopf wird auf dem Boden mit Filterpapier ausgelegt. Anschließend stellt man eine Hülse aus Alufolie in die Mitte des Topfes, genau über die Öffnung im Boden.
- Um die Hülse wird der Topf nun mit Sand aufgefüllt. In die Hülse selbst wird das Gemisch aus Eisenoxid und Aluminium gegeben.
- Auf das Gemisch gibt man etwas Kaliumnitrat als Zündmittel und steckt anschließend den Thermitzünder hinein.
- Der Topf wird nun auf einen Dreifuss gestellt und darunter stellt man eine Schale mit Sand (trocken!). Anschließend zündet man den Thermitzünder an und entfernt sich rasch (nur im Freien zünden!!!).
- Nach dem Abkühlen der Schmelze schlägt man mit dem Hammer auf den Regulus, um die Schlacke zu entfernen. Hierdurch erhält man silbrig glänzende Metallklumpen, die man anschließend mit dem Magnet testen kann.

**Auswertung:**

- Notiere deine Beobachtungen!
- Was kann man nach dem Abkühlen durch die Untersuchung der Produkte feststellen? Ist der entstandene Metallklumpen magnetisch, wenn ja warum?
- Erläutere mit Hilfe deiner Beobachtungen die Bildung der Reaktionsprodukte (siehe chemische Grundlagen)!

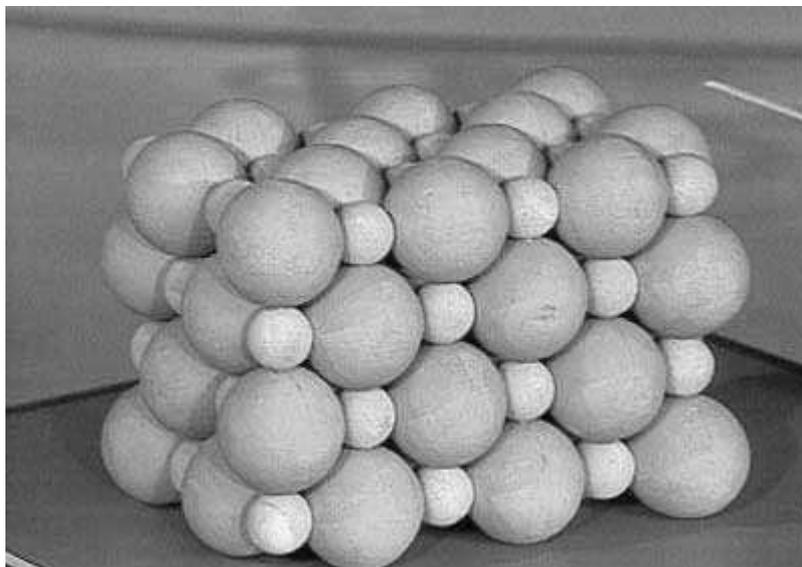
## Lernzirkel Ionenbindung und Atombindung für Klasse 8 Regelschule

### Station 1a: Modellbau

An dieser Station habt ihr die Möglichkeit, einen *Ausschnitt* aus einem Natriumchloridkristall einmal selbst zu bauen. Die kleineren weißen Kugeln stellen dabei die Natrium-Ionen dar, die größeren Grünen sind die Chlorid-Ionen.

Das Modell soll zeigen, dass Ionenkristalle aus einer riesengroßen Anzahl von Ionen aufgebaut sind. Die Ionenbindung ist nicht nur zwischen zwei Partnern ausgebildet, sondern die Anziehungskräfte wirken in alle Raumrichtungen. Die Ionenbindung beruht auf Anziehungskräften zwischen entgegengesetzt geladenen Ionen.

Schau dir zuerst einmal die Abbildung und das Beispielmodell des Ionenkristalls an. Versuche nun das Modell selbst zu basteln.



### Auswertung:

Im NaCl-Kristall sind genauso viele Natrium-Ionen wie Chlorid-Ionen vorhanden (Verhältnis 1:1). In unserem Modell mit drei Schichten sind 14 Chlorid-Ionen und 13 Natrium-Ionen.

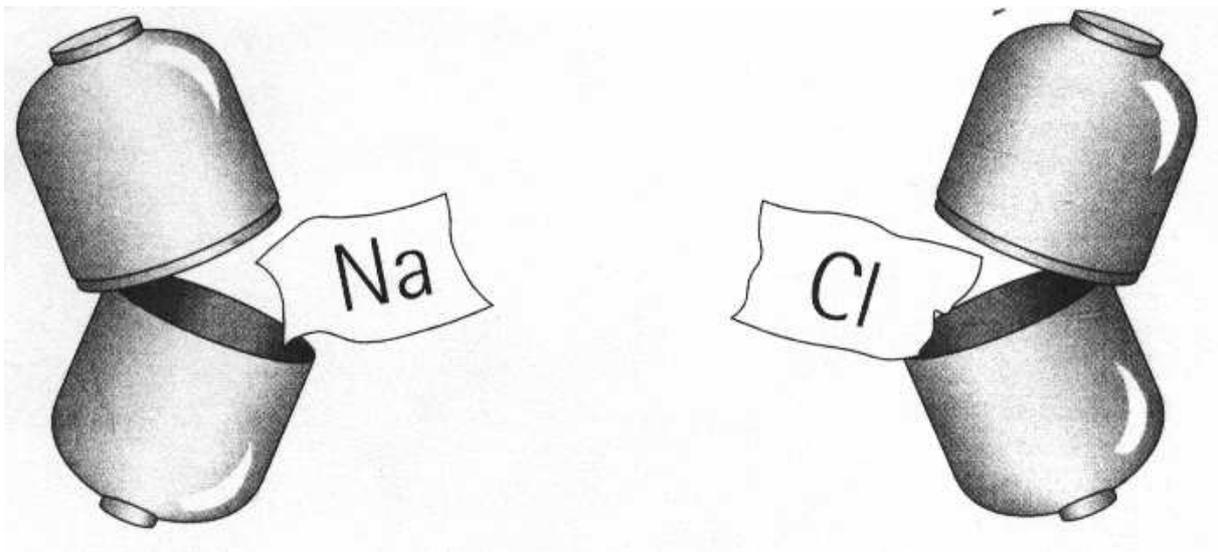
Mit wie vielen Schichten müsste der Ausschnitt ergänzt werden, damit das Verhältnis der Ionen zueinander stimmt?

### Station 2a: Salzbildung

Salze bestehen aus positiv und negativ geladenen Ionen, die durch Ionenbindungen zusammengehalten werden. Bei diesem Spiel sind drei verschiedene Salze zu bilden.

#### Durchführung:

- Ziehe aus den beiden Gefäßen jeweils ein Überraschungsei, öffne es und hole das darin steckende Kärtchen heraus. Auf dem Kärtchen steht ein Ion. Es hat jedoch noch keine Ladung. Schreibe die beiden Ionen auf. Bilde aus den beiden Ionen ein Salz.
- Stecke die Kärtchen wieder zurück in die Plastikeier und bilde zwei weitere Salze.



#### Auswertung:

- Notiere die drei Salze.
- Suche die Salze in der beiliegenden Tabelle. Notiere den Verwendungszweck!

### Tabelle mit Salzen

Name des Salzes	Verwendung
Natriumchlorid	Herstellung von Natriumperoxid ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) für Bleich- und Waschzwecke
	Kühlmittel in Kernreaktoren, Beleuchtungstechnik
Natriumsulfat	Papierindustrie
	Glas-, Waschmittel-, Textil-, und Zellstoffindustrie
	Herstellung von Farbstoffen
Natriumnitrat	Düngemittel
	Herstellung von Kaliumnitrat
Natriumcarbonat	Glasindustrie zur Herstellung von Wasserglas
	Seifen- und Waschmittelherstellung
	Zellstoff-, und Papiererzeuger
Kaliumchlorid	Ausgangsprodukt für die Herstellung von Kaliumverbindungen (z. Bsp Kaliumhydroxid KOH)
Kaliumsulfat	Düngemittel
Kaliumnitrat	Düngemittel
	Bestandteil von Schwarzpulver
Kaliumcarbonat	Herstellung von Schmierseifen, hochwertigen Gläsern,
	Porzellan und Textilien
Magnesiumchlorid	Herstellung von künstlichen Steinen und fugenlosen Fußböden sowie künstliches Elfenbein
Magnesiumsulfat	Abführmittel
Magnesiumcarbonat	Herstellung von Magnesiumoxid
	in Medizin als Neutralisationsmittel
Calciumchlorid	Trockenmittel für Gase, Kältemittel
Calciumsulfat	Gips
Calciumcarbonat	Herstellung von Zement

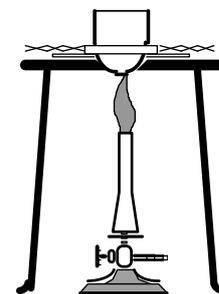
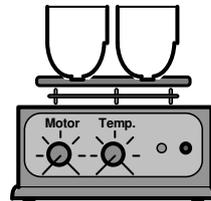
### Station 3a: Schmelzversuche

Bei diesem Versuch sollen Natriumchlorid und Zucker geschmolzen werden. Bei Natriumchlorid handelt es sich um ein Salz mit Ionenbindung, bei Zucker um eine Substanz mit Atombindung.

Beim Schmelzen wird die Bindung zwischen den Ionen aufgehoben, die Ionenbindung wird gebrochen. Beim Schmelzen von Stoffen mit Atombindungen werden die Bindungen nicht gebrochen, lediglich Van-der-Waals-Kräfte werden überwunden. Van-der-Waals-Kräfte sind Anziehungskräfte zwischen den Molekülen.

#### Chemikalien/ Geräte:

- Natriumchlorid
- Zucker
- Schmelztiegel
- Bunsenbrenner
- Streichhölzer
- Tiegelzange
- Dreifuß
- Tondreieck
- Stoppuhr
- Heizplatte



#### Durchführung:

- Achtung! Beim Arbeiten mit Tiegel und Brenner ist Vorsicht geboten, da der Tiegel sehr hohe Temperaturen annimmt!
- Gib eine Spatelspitze Natriumchlorid in Tiegel 1 und eine Spatelspitze Zucker in Tiegel 2. Stelle die beiden Tiegel auf die Heizplatte und schalte diese ein.
- Sobald einer der beiden Stoffe zu schmelzen beginnt, nimm ihn mit der Tiegelzange von der Heizplatte. Schalte die Heizplatte aus!
- Versuche nun den anderen Stoff mit Hilfe des Bunsenbrenners zu schmelzen. Nimm hierfür den Tiegel mit der Tiegelzange von der Heizplatte und stelle ihn auf das Tondreieck über dem Brenner. Erhitze 1-2 Minute lang und nimm anschließend den Tiegel aus der Flamme.

#### Auswertung:

- Notiere deine Beobachtungen
- Welcher der Stoffe schmilzt bereits auf der Heizplatte?
- Erkläre, welche Bindungen bzw. Kräfte beim Schmelzen von Salz und von Zucker überwunden werden.

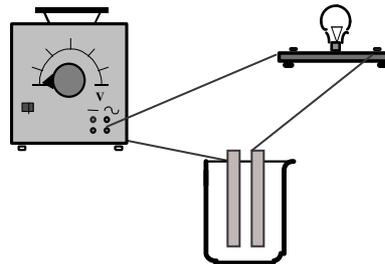
### Station 4a: Leitfähigkeit einer wässrigen Salzlösung

Salze lösen sich meist gut in Wasser. Dabei lagern sich die Wassermoleküle zunächst an der Oberfläche der Salzkristalle an und überwinden die Bindungskräfte zwischen den Ionen. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis das Salz komplett in Lösung gegangen ist. Die positiv geladenen  $K^+$ -Ionen und die negativ geladenen  $Cl^-$ -Ionen, umgeben sich in Lösung mit einer Hülle aus Wassermolekülen. Sie sind in der Lösung frei beweglich und können somit eine Ladung transportieren d.h. die Ionen sind Ladungsträger.

Untersuche die Leitfähigkeit von Salzen und Salzlösungen!

#### Geräte/Chemikalien:

- Stromkreis mit Glühbirne
- 2 Bechergläser
- Spatel
- destilliertes Wasser
- Kaliumchlorid (KCl)



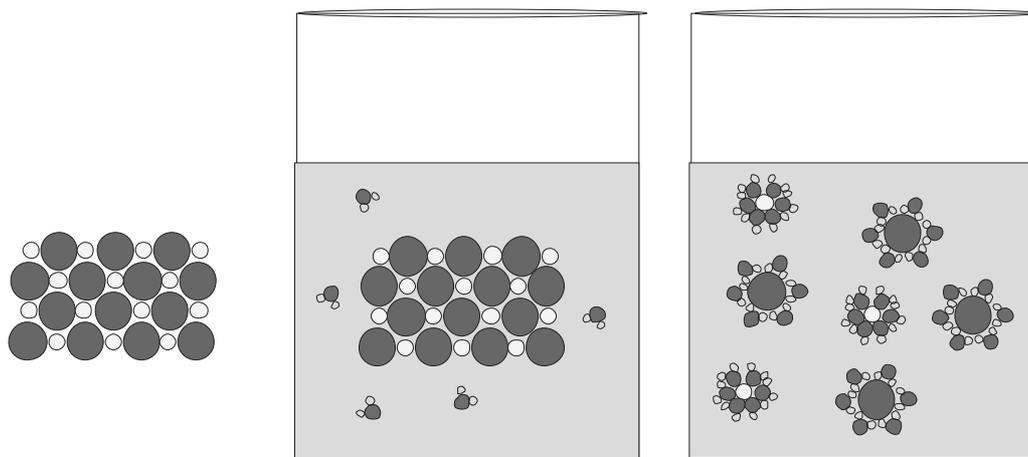
#### Durchführung:

- Die Leitfähigkeit wird mit Hilfe eines Stromkreises mit Glühbirne untersucht.
- Als Erstes wird die Leitfähigkeit von trockenem Kaliumchlorid (KCl) untersucht. Gib dafür etwas KCl in ein Becherglas. Stecke die beiden Elektroden möglichst parallel in das Becherglas und notiere deine Beobachtung.
- Löse nun 2 Spatel des Salzes in 10 Milliliter destilliertem Wasser und untersuche die Leitfähigkeit der Salzlösung. Notiere deine Beobachtung.

#### Auswertung:

Das Lösen von Salzen in Wasser, in unserem Falle KCl, ist in der Abbildung dargestellt. Fülle den Lückentext mit Hilfe der Abbildungen und der vorgegebenen Begriffe aus!

## Lösen von Salzen



Das erste Bild zeigt ein \_\_\_\_\_ . Es befindet sich in fester Form. Es besteht aus negativ geladenen \_\_\_\_\_ und positiv geladenen \_\_\_\_\_ .

In Bild 2 wird das Salz Kaliumchlorid in dem Wasser \_\_\_\_\_ . Der Lösevorgang beginnt an den Ecken des Kaliumchloridgitters, weil dort die Anziehung der Kalium-Ionen und der Chlorid- Ionen am \_\_\_\_\_ ist. Die Wassermoleküle lagern sich an den Ionen des Gitters an und \_\_\_\_\_ diese aus ihrem Ionenverband heraus.

Dies geschieht solange, bis alle Ionen aus dem Kaliumchloridgitter gelöst sind (Bild 3). Das Kaliumchlorid ist somit in \_\_\_\_\_ gegangen. Jedes Chlorid- Ion und Kalium-Ion ist nun mit einer so genannten Hydrathülle aus \_\_\_\_\_ umgeben.

Begriffe:

	Lösung	Chlorid- Ionen	
Schwächsten			gelöst
Lösen			Salz
	Kalium- Ionen	Wassermolekülen	
		Chlorid-Ionen	

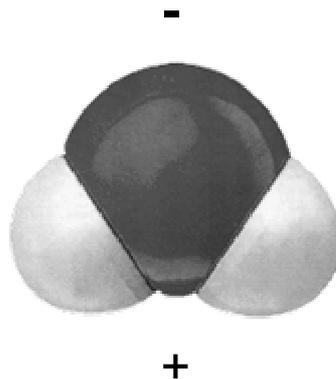


## Station 2b: Der elektrische Luftballon

Bei diesem Versuch soll der *Dipolcharakter* des Wassers veranschaulicht werden. Das Wassermolekül ist ein Dipolmolekül, d. h. der Sauerstoff zieht die Bindungselektronen stärker an als der Wasserstoff. Das hat den Effekt, dass das nach außen hin neutrale (ungeladene) Wassermolekül im Molekül selbst Bereiche unterschiedlicher Ladung hat.

Lampenöl ist im Gegensatz zu Wasser nicht aus Dipolmolekülen aufgebaut.

Modell des Wassermoleküls:



### Geräte/ Chemikalien:

- Lampenöl
- Luftballon
- Spritzflasche
- Becherglas

### Durchführung:

- Blase den Luftballon auf und reibe ihn an deinen Haaren.
- Lass einen **dünnen** Wasserstrahl aus dem Wasserhahn laufen. Halte nun den Luftballon nahe an den Wasserstrahl.
- Wiederhole den Versuch mit dem Lampenöl in der Spritzflasche. Erzeuge einen feinen Strahl, indem du das Lampenöl aus der Spritzflasche in das Becherglas spritzt.

### Auswertung:

- Notiere deine Beobachtungen!
- Erkläre, warum der Wasserstrahl abgelenkt wird, der Strahl des Lampenöls jedoch nicht!

### Station 3b: Oktettregel

An dieser Station lernst du die Oktettregel kennen. Sie findet Anwendung in der chemischen Zeichensprache und ist besonders wichtig für das Erstellen von Valenzstrichformeln.

Lies dir den folgenden Text genau durch und löse anschließend die Aufgaben!

#### Grundlagen:

Nach der von Lewis entwickelten Theorie halten zwei Atome bei der Ausbildung einer Atombindung durch mindestens ein Elektronenpaar zusammen, das beiden im Molekül vereinigten Atomen zusammengehört.

Keines der Teilchen ist bereit, Elektronen „abzugeben“ – für das Entstehen einer Bindung müssen die Elektronen „geteilt“ werden. So erreichen alle Reaktionspartner die Elektronenkonfiguration eines Edelgasatoms.

Durch die gemeinsame Nutzung von Elektronen haben die durch Atombindung verbundenen Teilchen eine mit acht Elektronen voll besetzte Außenschale. Dieses Bestreben der Atome eine stabile Achterschale zu erreichen, wird Oktettregel genannt.

#### Beispiel:

Ein einzelnes Cl-Atom hat sieben Elektronen in der Außenschale.



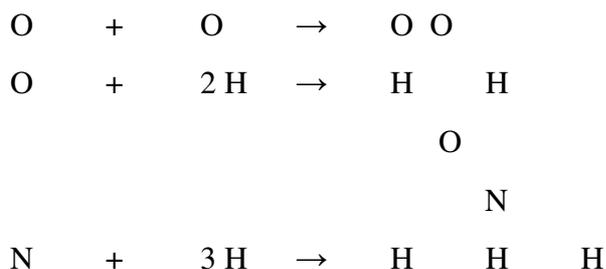
Im Chlormolekül sind zwei Cl-Atome durch ein gemeinsames Elektronenpaar miteinander verbunden.



Beide Cl-Atome haben dadurch Edelgaskonfiguration – die des Argons. (siehe PSE)

#### Auswertung:

- Ergänze die Außenelektronen an den Atomen und Molekülen!
- Zeichne die Elektronen, die an der Atombindung beteiligt sind, farbig nach!
- Benenne die entstehende Verbindung!



### Station 4b: "3 gewinnt"

Ihr seht ein Spielfeld mit 20 Feldern vor euch mit jeweils einer Frage darauf. Jeder Spieler erhält neune Spielsteine. Spieler 1 beginnt damit, sich ein Spielfeld auszusuchen und denn frage zu beantworten. Wenn der Spieler 1 richtig geantwortet hat, darf er einen seiner Spielsteine auf das Feld legen. Nun darf sich Spieler 2 ein Spielfeld aussuchen und die entsprechende Frage beantworten. Dies passiert im ständigen Wechsel. Wenn ein Spieler eine Frage falsch beantwortet, ist automatisch wieder der zweite Spieler an der Reihe.

Ziel des Spiels ist es, waagrechte, senkrechte oder diagonale Dreierreihen zu bilden. Gewonnen hat der Spieler, der zuerst eine Dreierreihe gebildet hat. Die Spieler können natürlich versuchen, sich die Reihen gegenseitig zu verbauen. Jede Frage darf aber nur einmal beantwortet werden.

Viel Spaß dabei!

#### Spielfeld

Wie nennt man die Bindung, die Nichtmetallatome miteinander eingehen?	Nenne 2 Salze!	Na ist das Symbol für...	Wie viele gemeinsame Elektronenpaare hat ein Sauerstoffmolekül?	Zu welcher Bindungsart gehört: „Anziehungskräfte in alle Raumrichtungen“
Nenne 2 Bindungsarten!	Wie viele Außenelektronen besitzt ein Natrium-Ion?	Wie viele gemeinsame Elektronenpaare bildet ein Stickstoffmolekül?	Nenne 2 Beispiele für negativ geladene Ionen!	Beschreibe das Schmelzverhalten von Kochsalz!
Kochsalz besteht aus ... und ...-Ionen	Wie nennt man die Bindung, die ein Metall und ein Nichtmetall miteinander eingehen?	Welche Verbindung kommt im Meerwasser gelöst vor?	Wie viele Außenelektronen besitzt das Chlorid-Ion?	Nenne 5 Eigenschaften von Wasser!
In welchen Stoffen liegt eine Ionenbindung vor?	Wie nennt man positiv u. negativ geladene Teilchen?	In welchem Stoff liegt eine Ionenbindung vor? H <sub>2</sub> O, Mg, NaCl	Welche Elemente besitzen 2 Außenelektronen?	Welche Elektronenanordnung ist sehr stabil?

## Lernzirkel Redoxreaktionen für Klasse 10 Gymnasium

### Station 1: Versuch zur Korrosion

Gebrauchsgegenstände aus Eisen wie z.B. Fahrräder rosten schnell, wenn man sie Wind und Wetter aussetzt. Untersuche, welche chem. Reaktionen beim Rosten von Eisen ablaufen!

#### Geräte / Chemikalien:

- 1 Petrischale                    2 Eisennägel
- 1 Becherglas (250ml)        Kaliumnitrat
- 2 Tropfpipetten                Agar-Agar (Geliermittel)
- 1 Glasstab                        Phenolphthaleinlösung
- 1 Spatel                            Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lsg. (Nachweis Eisen(II)-Ionen)
- 1 Messzylinder                 Wasser
- Bunsenbrenner, Dreifuß und Drahtnetz
- Schleifpapier
- Waage

#### Durchführung:

- Vorbereitung: 1 Eisennagel wird an der Spitze und am Kopf stark angeraut.
- Lege die beiden Eisennägel in die Petrischale.
- Erhitze im Becherglas 100ml Wasser und löse darin unter Rühren 2g Kaliumnitrat und 2g Agar-Agar. Warte bis die Lösung aufkocht und nimm sie dann vom Feuer.
- Lass die Lösung 2 min abkühlen. (Zeit bitte einhalten!)
- Füge unter weiterem Rühren 3ml Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung und wenige Tropfen der Phenolphthaleinlösung hinzu.
- Gieß die Lösung in die Petrischale, so dass die Metallteile bedeckt sind. Die Petrischale darf nun für mindestens 30min nicht bewegt werden.

#### Auswertung:

- Beschreibe deine Beobachtungen nach ca. 10 min und 30 min Wartezeit.
- Erkläre anhand deiner Beobachtungen, welche Reaktionen beim Rosten ablaufen. Formuliere dafür Reaktionsgleichungen. (Hilfestellung: Beim Rosten wird Luftsauerstoff reduziert.)

## Station 2: Die Nagelprobe

Durch Galvanisierung kann man Metalle vor Korrosion schützen. Dafür werden auf empfindlichen Metallen Metallüberzüge aufgebracht. Ein Beispiel aus dem Alltag sind verchromte Metallarmaturen.

Untersuche das Reaktionsverhalten eines Eisennagels und eines Kupfernagels in Metallsalzlösungen!

### Geräte:

- 2 Reagenzgläser
- Reagenzglasständer
- Spatel
- Pinzette
- Stopfen

### Chemikalien:

- Eisennagel
- Kupfernagel
- Kupfersulfat  $\text{CuSO}_4$
- Eisen(II)sulfat  $\text{FeSO}_4$
- Wasser

### Durchführung:

- Löse eine Spatelspitze  $\text{CuSO}_4$  in einem Reagenzglas in 5ml Wasser.
- Versenke den Eisennagel mit der Pinzette vorsichtig in der Lösung.
- Lasse das Reagenzglas ca. 5 Minuten stehen und arbeite inzwischen weiter.
- Löse eine Spatelspitze  $\text{FeSO}_4$  in einem Reagenzglas in 5ml Wasser.
- Versenke den Kupfernagel mit der Pinzette vorsichtig in der Lösung.
- Lasse auch dieses Reagenzglas circa 5 Minuten lang stehen.

### Auswertung:

- Notiere deine Beobachtung!
- Erkläre das Untersuchungsergebnis mit Hilfe der elektrochemischen Spannungsreihe.
- Erläutere anhand des verkupferten Eisennagels, warum Metalle galvanisch mit anderen Metallen beschichtet werden.
- Nenne ein bis zwei Beispiele für Galvanisierungen aus Alltag oder Technik.

### Station 3: Fotografie

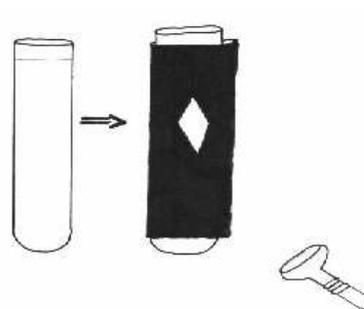
Die Schwarzweißfotografie beruht auf chemischen Reaktionen lichtempfindlicher Substanzen bei Bestrahlung.

Schwarzweiß-Film = mit Silberhalogeniden beschichtete Folie, Silberhalogenide haben hohe Lichtempfindlichkeit.

Untersuche, was mit einer Silbersalz-Suspension geschieht, wenn man diese einer starken Lichtquelle aussetzt.

#### Geräte:

- 2 Reagenzgläser
- Becherglas (50ml)
- Stopfen
- schwarzes Papier
- Schere
- 2 Pipetten
- starke Lichtquelle (Polylux)



#### Chemikalien:

AgNO<sub>3</sub>-Lösung, NaCl, Wasser, Kreidepulver (CaCO<sub>3</sub>)

#### Durchführung:

- Schneide ein Karo in das schwarze Papier.
- Fülle das Becherglas mit CaCO<sub>3</sub>, bis der Boden gerade bedeckt ist.
- Vermische das Kreidepulver mit etwas Wasser, so dass eine breiige Suspension entsteht.
- Fülle das Reagenzglas zur Hälfte mit diesem Brei.
- Stelle in einem zweiten Reagenzglas eine gesättigte NaCl-Lösung her und versetzte den Brei mit einigen Tropfen der gesättigten NaCl-Lösung.
- Füge 4ml der vorbereiteten AgNO<sub>3</sub>-Lösung zu.
- Verschließe das Reagenzglas mit dem Stopfen und schüttele es gut durch. Wickle anschließend das schwarze Papier um das Reagenzglas.
- Setzte die ausgeschnittene Stelle ca. 5 Minuten starkem Licht aus. (Polylux) Halte das Reagenzglas dabei gerade.

#### Auswertung:

- Notiere deine Beobachtungen!
- Erkläre anhand deiner Untersuchungsergebnisse die Herstellung eines Negativs bei der Schwarzweißfotografie! Stelle dafür eine Reaktionsgleichung mit Angabe der Oxidationszahlen auf.

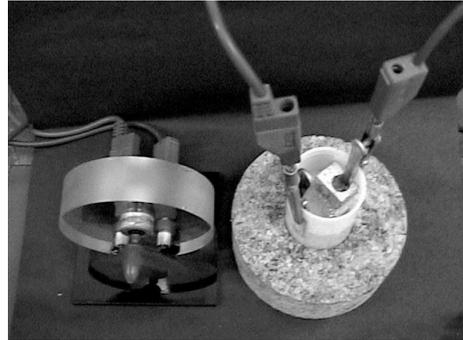
### Station 4: Ein Spitzer als Batterie

Ein Metallspitzer ist aus zwei verschiedenen Metallen aufgebaut: aus einem Magnesiumblock und einer Klinge aus Eisen.

Überprüfe, ob man mit Hilfe eines Spitzers elektrischen Strom erzeugen kann.

#### Geräte:

- Metallspitzer
- Schraubenzieher
- Krokodilklemmen
- 2 Kabel
- kleiner Propeller
- Filmdöschen oder Becherglas (50ml)
- Tropfpipette
- Spatel



#### Chemikalien:

Kochsalz, Wasser, Phenolphthaleinlösung

#### Durchführung:

- Zerlege den Metallspitzer mit Hilfe des Schraubenziehers in Eisenklinge und Magnesiumblock.
- Löse in der Filmdose einen Spatel Kochsalz in Wasser auf.
- Füge mit der Tropfpipette einen Tropfen Phenolphthaleinlösung hinzu.
- Verbinde die Krokodilklemmen und Kabel mit Klinge und Magnesiumblock und tauche die beiden Elektroden in die Filmdose. Schließe die Kabelenden an den Propeller an.

#### Auswertung:

- Notiere deine Beobachtung!
- Vervollständige folgende Reaktionsgleichungen:

**Anode** (Block):      Mg

**Kathode** (Klinge):    H<sub>2</sub>O

- Erkläre anhand der Reaktionsgleichung Aufbau und Funktionsweise der Spitzerbatterie!

### Station 5: Das Redoxpuzzle

An dieser Spielstation liegt ein Puzzle mit passenden, aber auch falschen Puzzlesteinen aus.

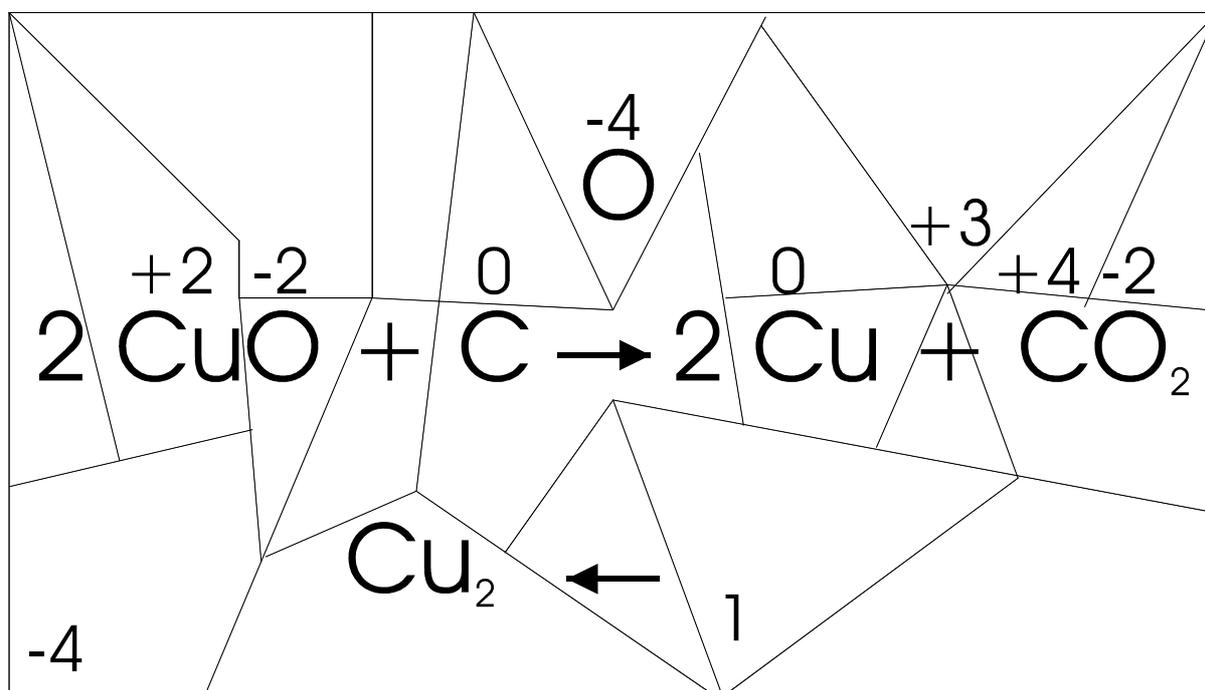
Setzt das Puzzle so zusammen, dass die Reaktionsgleichung für eine Redoxreaktion entsteht. Achtet dabei darauf die Oxidationszahlen richtig zuzuordnen.

#### Materialien:

Puzzlesteine des Redoxpuzzles

#### Auswertung:

Notiere die Reaktionsgleichung, die du mit Puzzlesteinen zusammengesetzt hast.



Puzzle

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen angefertigt habe.

Jena, den

Dagmar Pennig

## **Danksagung**

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die direkt oder indirekt zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben und mir während meiner Promotionszeit unterstützend zur Seite standen. Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Volker Woest, der mir die Möglichkeit gegeben hat, dieses interessante und vielseitige Thema in der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik zu bearbeiten. Ich danke ihm für die Freiheit, die er mir gewährt hat, meinen eigenen Weg zu finden und meine eigenen Ideen zu verwirklichen. Gleichzeitig hat er mit durch seine stetige Bereitschaft zur wissenschaftlichen Diskussion neue wichtige Impulse für meine Arbeit gegeben und dadurch entscheidend zum Gelingen dieser Dissertation beigetragen.

Wesentliche Unterstützung habe ich durch die Chemielehrerinnen Frau Carola Schaar, Frau Gabriele Gruber, Frau Petra Weingärtner, Frau Heidemarie Michel, Frau Karin Reißig, Frau Sybille Dömel und Frau Anneliese Ilgen erfahren, die mir mit großem Engagement und vielseitigen Anregungen beim Aufbau des regionalen Fortbildungsnetzwerkes geholfen haben. Ein Dank geht auch an die zwölf Studentinnen und Studenten des zweiten Studienjahres (Chemie Lehramt), die gerne an der fakultativ angebotenen Lehrveranstaltung „Lernwerkstatt Chemie“ sowie der begleitenden Evaluation teilnahmen.

Mein besonderer Dank gilt dem Thüringer Kultusministerium sowie dem Fonds der Chemischen Industrie, die die Erprobung meines Konzepts durch ihre finanzielle Unterstützung ermöglicht haben.

Ich möchte an dieser Stelle auch Herrn Professor Dr. Hans-Jürgen Becker danken, dass er sich bereit erklärt hat, die vorliegende Dissertationsschrift zu bewerten. Er hat mir durch Diskussionen auf Tagungen und durch eine Vielzahl von Veröffentlichungen zum Thema Lehrerbildung interessante Anregungen für meine Arbeit gegeben.

Abschließend danke ich meiner Kollegin Frau Petra Bojko für die stets gute Zusammenarbeit und die freundliche Arbeitsatmosphäre.

Ganz herzlich möchte ich mich auch bei allen meinen Freunden und meiner Familie für die Motivation und Unterstützung während der Anfertigung dieser Arbeit bedanken.

## Lebenslauf

### Schulausbildung

---

1978-1982	Grundschule in Nürnberg
1982-1991	Neusprachliches Gymnasium in Fürth, Abitur (Note 1,7)

### Studium

---

1992-1994	Grundstudium Chemie an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Vordiplom, Gesamturteil: „sehr gut“ (Note 1,1)
1994-1997	Hauptstudium Umweltchemie an der Friedrich-Schiller-Universität Jena
1997-1998	Diplomarbeit an der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Jena Thema: „Gaschromatographische Analyse leichtflüchtiger organischer Verbindungen in Wasser mit Hilfe von Dampfraumtechniken“
09.1998	Diplom Chemie (Umweltchemie), Gesamturteil: sehr gut (Note 1)

### Berufstätigkeit

---

08.-12.1999	Projekt „Emissionsbilanz der Wärmeversorgung von Jena“ an der FSU Jena
02.00-06.01	wissenschaftliche Mitarbeiterin bei Innovent e.V.
06.01-05.02	wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik der FSU Jena
06.02-09.05	Promotion an der Chemisch-Geowissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Arbeitsgruppe Chemiedidaktik Thema: „Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines Konzepts zur Lehrerfortbildung und Lehrerausbildung“

### Praktika

---

08.-09.1995	Praktikum im Labor Porst & Partner, Fürth
06.-08.1996	Praktikum bei der Siemens AG, Erlangen

### Studium und Praktika in Frankreich

---

1991-1992	Französischstudium an der Universität Sorbonne, Paris
03.-06.1997	Praktikum Polymerchemie an der Fachhochschule Montpellier (Erasmus-Stipendium)
11.1998-05.1999	Praktikum Abwasserbehandlung an der Fachhochschule Limoges (Leonardo-Stipendium)

### Berufliche Weiterbildung

---

09.01-02.02	Fernstudium Umweltmanagement (Note 1,3) und Grundlagen des kommunalen Umweltschutzes (Note 1,7) an der Universität Lüneburg
11.03	Lebendiges Präsentieren (Weiterbildung für Lehrende der Universität Jena)
12.04	Hochschuldidaktische Basismethoden (Weiterbildung der Hochschuldidaktik-Initiative Thüringen)

Jena, den