

Mit biologischen Inhalten Brücken zur Chemie bauen

Entwicklung und Erprobung eines Seminars für
Sachunterrichtsstudierende

DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Pädagogik

vorgelegt von
Dipl.-Biologin Mareike Katrin Janssen

eingereicht bei der Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät
der Universität Siegen
Siegen 2015

gedruckt auf alterungsbeständigem holz- und säurefreiem Papier

Erstgutachter: Prof. Dr. Martin Gröger

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Kirsten Schlüter

Datum der Disputation: 07.07.2015

Prüfer:
Prof. Dr. Martin Gröger (Didaktik der Chemie)
Prof. Dr. Kirsten Schlüter (Didaktik der Biologie)
Prof. Dr. Oliver Schwarz (Didaktik der Physik)
Prof. Dr. Hans-Peter Ziemek (Didaktik der Biologie)

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	1
Abstract	2
1. Einleitung.....	3
2. Naturwissenschaften in der Grundschule mit besonderem Fokus auf Chemie.....	7
2.1 Gründe für die Behandlung naturwissenschaftlicher und speziell chemischer Inhalte in der Grundschule.....	7
2.1.1 Naturwissenschaftliche Phänomene in der Lebenswelt der Kinder	8
2.1.2 Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Grundschule	8
2.1.3 Präkonzepte und ihre Bedeutung für den Sachunterricht.....	9
2.1.4 Kognitive Voraussetzungen zur Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte	10
2.1.5 Motivationale Voraussetzungen zur Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte	13
2.2 Historische Entwicklung der Naturwissenschaften im Sachunterricht	14
2.2.1 Entwicklung des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts bis zur Jahrtausendwende	14
2.2.2 Entwicklung des naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts nach 2000.....	16
2.2.3 Perspektivrahmen Sachunterricht.....	18
3. Unterrepräsentanz naturwissenschaftlicher Inhalte im tatsächlich ausgeführten Sachunterricht	21
3.1 Untersuchungen zur Unterrepräsentanz von Naturwissenschaften in der Grundschule.....	21
3.1.1 Internationale Studien.....	22
3.1.2 Situation in Deutschland	23
3.1.3 Eigene Befragung.....	26
3.2 Ursachen für die Unbeliebtheit des Fachs Chemie	30
3.2.1. Gründe für die Unbeliebtheit von Chemie und Physik in weiterführenden Schulen.....	31
3.2.2 Auswirkungen auf die Kurswahl in der Oberstufe.....	36
3.2.3 Auswirkungen auf Studium und Beruf von Grundschullehrenden	37
4. Theoriebasierte Entwicklung eines Seminars für SU-Studierende.....	39
4.1 Konstrukte, Theorien und Lösungsansätze, um der Unbeliebtheit von Chemie entgegenzuwirken	39
4.1.1 Prinzipien Wagenscheins.....	40
4.1.2 Moderat-konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernumgebung	42
4.1.3 Fachwissen und fachdidaktisches Wissen.....	43
4.1.4 Theorie-Praxis-Relation der universitären Ausbildung	44
4.1.5 Selbstwirksamkeitserwartung und Fähigkeitsselbstkonzept	45
4.1.6 Interesse und Motivation	47
4.2 Verbindung von Chemie und Biologie als Lösungsansatz	50
4.2.1 Begrifflichkeiten	51

4.2.2 Einstellungen gegenüber Chemie, Biologie und Natur	53
4.2.3 Zusammenhänge zwischen Biologie und Chemie	55
4.2.4 Fächerübergreifendes Vorgehen.....	56
4.2.5 Chemie in der Natur	58
4.3 Hypothesen	60
5. Planung und Durchführung des Seminars.....	63
5.1 Gestaltung des Seminars	64
5.2 Durchführung des Seminars	66
5.2.1 Prinzipien Wagenscheins.....	66
5.2.2 Moderat-konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernumgebung	67
5.2.3 Fachwissen und fachdidaktisches Wissen	68
5.2.4 Theorie-Praxis-Relation der universitären Ausbildung	69
5.2.5 Selbstwirksamkeitserwartung und Fähigkeitsselbstkonzept	70
5.2.6 Interesse und Motivation	71
5.3 Auswahl und Darstellung der Themen für die Umsetzung im Seminar	72
5.3.1 Wolle und Färben	72
5.3.2 Bienen, Honig und Wachs	74
5.3.3 Vom Korn zum Brot	74
5.3.4 Duft- und Heilpflanzen	75
6. Evaluation des Seminars.....	78
6.1 Theoretische Hintergründe, Durchführung und Auswertungsmethodik.....	78
6.1.1 Own Word Mapping.....	79
6.1.2 Bildbezogener Assoziationstest.....	92
6.1.3 Semantisches Differential	101
6.1.4 Fragebogen.....	108
6.1.5 Zusammenfassung Kapitel 6.1.....	111
6.2 Ergebnisse und Diskussion	112
6.2.1 Own Word Mapping.....	112
6.2.2 Bildbezogener Assoziationstest.....	125
6.2.3 Semantisches Differential	137
6.2.4 Fragebogen.....	144
6.2.5 Zusammenfassung Kapitel 6.2.....	160
7. Zusammenfassung.....	161
8. Literatur	164
9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	176
10. Anhang.....	179

Abkürzungsverzeichnis

AG	Arbeitsgemeinschaft
FLEX	Freilandlabor mit Experimentierfeld der Didaktik der Chemie der Universität Siegen
GDSU	Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts
IGLU	Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung
IGLU E	Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung - Erweiterung
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PISA	Programme for International Student Assessment
sonst. SU	sonstige Perspektiven des Sachunterrichts
SU	Sachunterricht
TIMSS	Third International Mathematics and Science Study nach 1995: Trends in International Mathematics and Science Study
VCI	Verband der Chemischen Industrie

Zusammenfassung

Im Sachunterricht werden chemische Aspekte trotz expliziter Vorgaben in Lehrplänen nur deutlich unterrepräsentiert unterrichtet. Während die Bildungsrelevanz dieser Inhalte von Lehrkräften nicht in Frage gestellt wird, mangelt es ihnen häufig an positiven Einstellungen, Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept gegenüber chemiebezogenen Inhalten sowie an einer positiven Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf das Unterrichten dieser Inhalte.

Unter Beachtung dieser Ursachen wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Seminar für Grundschullehramtsstudierende entwickelt, mit dem bereits während der universitären Ausbildung günstige Voraussetzungen zur Vermittlung chemischer Themen im Sachunterricht gelegt werden sollen. Leitende Idee dabei ist eine Verknüpfung chemischer Inhalte mit biologischen, um im Sinne eines Motivationstransfers die positiven Einstellungen der Studierenden zur Biologie bzw. zur Natur zu nutzen. Zur Untersuchung der Lehrveranstaltung in Hinblick auf die genannten Faktoren werden verschiedene Testverfahren eingesetzt, um im Rahmen einer Methodentriangulation ein breites Bild der Wirkungen des Seminars zu erhalten. Zu diesen Methoden zählen das Own Word Mapping, ein selbstentwickelter bildbezogener Assoziationstest, das Semantische Differential und ein Fragebogen mit ergänzender mündlicher Befragung.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Studierende nach dem Seminar verstärkt Verbindungen zwischen Chemie und Biologie erkennen und chemische Aspekte in ihrer Umgebung eher wahrnehmen. Zudem ist ein positiver Einfluss auf unbewusste Einstellungen gegenüber dem Konzept *Chemie*, auf das Interesse und das Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich chemischer Inhalte sowie auf die Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf das Unterrichten dieser Inhalte erkennbar. Die in der Arbeit vorgestellte Seminargestaltung kann somit dazu beitragen, günstige Voraussetzungen für einen Einbezug chemischer Themen im zukünftigen Unterricht der Studierenden zu schaffen.

Abstract

Chemical contents in primary schools are still underrepresented, notwithstanding respective curriculum guidelines. Although teachers are aware of the significance of these contents, they often lack positive attitudes towards chemical topics and do not show much interest in them. Closely related is a widespread low self-efficacy for chemical contents and a negative self-concept to teach them.

In this thesis the mentioned reasons for the underrepresentation of chemical contents are taken into account to develop a seminar for students of general studies (science and social studies at primary school level). Thus favourable preconditions for the teaching of chemical contents in primary school are expected to be created during university education.

The guiding principle of the seminar is a combination of chemical and biological contents in order to transfer the students' positive attitudes towards biology also to chemistry.

A variety of different methods is used to evaluate the effects of the seminar in order to gain a comprehensive overview through this triangulation. These methods include Own Word Mapping, a self-developed, picture based association test, the Semantic Differential and a questionnaire with complementary oral questioning.

The results indicate that the students perceive more connections between chemistry and biology and more chemical aspects in their environment after the seminar. Furthermore, a positive influence of the seminar on the unconscious attitudes towards chemistry and on the interest in chemical topics is revealed. Students show a higher self-efficacy concerning chemistry as well as a more positive self-concept concerning the teaching of chemical contents. The design of the seminar therefore supports the foundation of favorable conditions for an increased teaching of chemical aspects in primary school.

1. Einleitung

Freilich, unsere Naturwissenschaft, wie sie in den Schulen vorkommt, vorgezeigt wird, hat in diesen Schulen keine Heimat, denn sie hat keine Natur. Sie kann keine Naturwissenschaft werden, weil sie in Betonklötzen stattfindet, in Labors mit Belehrungsapparaten und Büchern mit fettgedruckten Sätzen. Also eine Wissenschaft, in der von Natur überhaupt nichts zu merken ist. Ich meine „Natur“ jetzt so, wie Kinder oder „einfache Leute“ das Wort aufnehmen (Wagenschein et al. 1981, S. 170).

Leider ist die Aussage des obigen Zitats des Pädagogen und Physikers Martin Wagenschein auch heute noch aktuell. Naturwissenschaften, insbesondere Chemie und Physik, lassen in der Schule für die Schülerinnen und Schüler¹ häufig keinen Bezug zur Natur erkennen. Während das Schulfach Biologie von den Lernenden direkt mit Natur in Verbindung gebracht wird, trifft dies für das Fach Chemie kaum zu (z. B. Brämer 2010). Diese Sichtweise ist durchaus auch bei Lehrerinnen und Lehrern vorhanden (Kalowsky et al. 2010). Inhalte mit unmittelbarem Bezug zu Naturphänomenen bzw. Prozessen in der Natur kommen nur selten im Chemieunterricht vor. Und bis auf wenige Ansätze (z. B. Borrows 2006) findet Chemieunterricht in Klassen- sowie Laborräumen und nicht draußen statt, insbesondere nicht in naturnahen Umgebungen, welche einen Bezug zur Natur zwanglos erkennen lassen würden.

Hier lässt sich ein Zusammenhang mit der Unbeliebtheit der Fächer Chemie und Physik und der über die Schulzeit hinweg überdurchschnittlichen Beliebtheit des Faches Biologie vermuten (Osborne et al. 2003). Lernende interessieren sich im Chemieunterricht beispielsweise weniger für abstrakte Formeln, Gesetzmäßigkeiten und Begriffe, sondern für Themen mit direktem Lebensweltbezug und für Stoffe, welche in der Natur vorkommen. Da diese Interessen kaum berücksichtigt werden, könnte dies zur Herausbildung einer ablehnenden Haltung gegenüber dem Fach beitragen, welche oft auch über die Schulzeit hinweg bei vielen Erwachsenen erhalten bleibt (Merzyn 2008).

Die distanzierte Haltung zum Schulfach Chemie führt auch dazu, dass Grundschullehrerinnen und Grundschullehrer an der Universität eher selten naturwissenschaftliche Schwerpunkte wählen, und wenn, dann unter diesen die biologischen Anteile den chemischen und physikalischen deutlich vorziehen (z. B. Tosun 2000). So kommt es schließlich, dass Sachunterrichtslehrende bezüglich chemischer Inhalte oft unzureichend ausgebildet sind, sich die Behandlung chemiebezogener Inhalte wenig zutrauen und diese in ihrem eigenen Unterricht deshalb zu vermeiden suchen (z. B. Ramseger 2009). Trotz einschlägiger Lehrplanvorgaben und der bei Grundschullehrerinnen und Grundschullehrern durchaus vorhandenen Einsicht in die Bildungsrelevanz chemischer Inhalte im Sachunterricht folgt daraus eine Unterrepräsentanz chemiebezogener Themen in der Grundschule.

Dies ist bedenklich, da naturwissenschaftliche und auch chemische Kenntnisse für Kinder wichtig sind, um ihre Lebenswelt zu erschließen und Grundlagen von *Scientific Literacy* zu erwerben. Diese Kenntnisse bereiten die Kinder nicht nur für das Lernen an weiterführenden Schulen, sondern auch auf die Teilnahme an einer von Naturwissenschaften geprägten Gesellschaft vor (Prenzel et al. 2003).

¹ Generell wird im Rahmen dieser Arbeit auf eine geschlechtsneutrale Schreibweise geachtet. Bei Verwendung der männlichen Form sind immer auch Personen des weiblichen Geschlechts gleichermaßen gemeint.

Zudem bringen Schülerinnen und Schüler bereits in der Grundschule Präkonzepte mit, deren frühzeitiges Aufgreifen helfen kann, die Verfestigung von Fehlvorstellungen zu vermeiden (Strunck et al. 1998). Weiterhin verfügen Grundschul Kinder sowohl über die kognitiven (Möller 2002) als auch die affektiven (Prenzel et al. 2003) Voraussetzungen für eine Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Inhalten und können in beiderlei Hinsicht von einer frühen Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen und auch chemischen Themen profitieren. Werden im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht jedoch überwiegend biologische Themen ohne wissenschaftliche Fundierung behandelt, werden Kinder in kognitiver und motivationaler Hinsicht nicht optimal gefordert und gefördert. Damit wird die Chance verpasst, die günstigen Voraussetzungen zu nutzen und bereits in der Grundschule die Entwicklung positiver Einstellungen zu Naturwissenschaften zu unterstützen (Kleickmann et al. 2012), insbesondere in den Bezugsdisziplinen Chemie und Physik.

In der vorliegenden Arbeit wird daher die Entwicklung eines Ansatzes zur Förderung der Umsetzung chemischer Themen im Sachunterricht dargestellt. Da Fortbildungsmaßnahmen immer nur einen Teil der Lehrenden erreichen, scheint die universitäre Ausbildung von angehenden Grundschullehrenden eine besonders geeignete Phase zur Intervention. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll dazu eine Lehrveranstaltung in Form eines Seminars für Studierende des Sachunterrichts entwickelt werden. Ziel dieser Veranstaltung soll die Befähigung und Ermutigung von Studierenden sein, chemische Inhalte in ihrem zukünftigen Unterricht aufzugreifen und kompetent zu vermitteln. Um dies zu erreichen, sind nicht nur fachliche und fachdidaktische Grundlagen nötig, es müssen auch Voraussetzungen zur positiven Beeinflussung der Einstellungen und des Interesses der Studierenden gegenüber chemischen Inhalten geschaffen werden.

Bei der Gestaltung des Sachunterrichts Seminars werden dazu die positiven Einstellungen und das Interesse gegenüber Biologie und Natur genutzt, um diese im Sinne eines Motivationstransfers auf das unbeliebtere Fach Chemie zu übertragen (Vetrovsky und Anton 2008). Da dies in einer naturnahen Umgebung am einfachsten umsetzbar scheint, soll die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Veranstaltung im Sinne Wagenscheins in der Natur stattfinden, und zwar im FLEX, dem Freilandlabor der Chemiedidaktik der Universität Siegen. Im Gegensatz zu rein biologisch ausgerichteten Lehrveranstaltungen (z. B. Weusmann 2013) liegen bisher kaum didaktische Umsetzungen und Untersuchungen in diesem fächerübergreifenden Bereich vor, so dass es sich um einen innovativen Ansatz handelt.

Da viele biologische Inhalte ohne chemische Hintergründe nicht verstanden werden können und Vorgänge in der Natur über die stoffliche Basis aller (Lebens-) Vorgänge untrennbar mit Chemie verbunden sind (Markl 1991), sollen den Studierenden in der Veranstaltung diese Zusammenhänge anhand von Naturphänomenen deutlich gemacht werden. Werden diese Verknüpfungen erkannt, kann dies auch zu einer gesteigerten Wahrnehmung chemischer Aspekte in einer naturnahen Umgebung führen. Dies würde den Studierenden helfen, Themen für ihren zukünftigen Sachunterricht zu finden,

bei denen biologische und chemische Inhalte miteinander verbunden sind und mit deren Hilfe den Kindern die fachlichen Hintergründe auf eine interessante Weise verdeutlicht werden können.

Um einen entsprechenden Unterricht durchführen zu wollen und zu können, müssen die Studierenden sich zunächst zutrauen, fachliche chemische Grundlagen selbstständig zu erarbeiten, also ein entsprechendes Fähigkeitsselbstkonzept entwickeln. Zudem müssen sie sich auch das Unterrichten chemischer Themen zutrauen, wozu eine positive Selbstwirksamkeitserwartung erforderlich ist.

Das zu planende universitäre Seminar soll mit Blick auf Theorien zur Entwicklung von Einstellungen, Interesse, Selbstwirksamkeitserwartung und Fähigkeitsselbstkonzept eine kleine Teilnehmerzahl und somit eine günstige Betreuungssituation aufweisen. Unter Berücksichtigung verschiedener Konzepte, darunter die Prinzipien Wagenscheins und Aspekte zur Gestaltung moderat-konstruktivistischer Lehr-Lernumgebungen, sollen die Studierenden sich möglichst selbstständig exemplarische Inhalte aneignen, an denen biologische und chemische Aspekte verknüpft erarbeitet werden können. Dabei wird auf eine hohe Praxisrelevanz geachtet und eine direkte Erprobung der erarbeiteten Unterrichtseinheiten mit Grundschulklassen, welche das Freilandlabor besuchen, angeschlossen.

Im Rahmen einer Begleituntersuchung zur Wirkung des Seminars bei den Lehramtsstudierenden wird den Fragen nachgegangen, ob

- von den Studierenden durch die Teilnahme am Seminar Verbindungen zwischen Biologie und Chemie verstärkt erkannt werden,
- damit zusammenhängend die Studierenden auch chemischen Hintergründen in ihrer natürlichen Umwelt vermehrt Aufmerksamkeit schenken,
- die unbewussten Einstellungen gegenüber Chemie, das Interesse an chemischen Inhalten und deren Vermittlung sowie das Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich chemischer Inhalte und die Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich des Unterrichts dieses Lehrstoffes positiv beeinflusst werden.

Um ein umfassendes Bild möglicher Wirkungen des Seminars zu erlangen und potentielle Mängel einzelner Testverfahren auszugleichen, werden im Rahmen einer Triangulation (Flick 2011) verschiedene Methoden zur Untersuchung eingesetzt (siehe Abbildung 1).

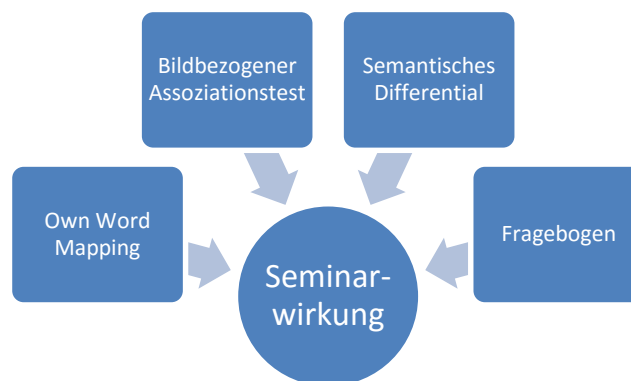


Abbildung 1: Darstellung der eingesetzten Methoden zur Untersuchung der Seminarwirkung

Dies bietet sich insbesondere deshalb an, da statistische Berechnungen bei einer geringen Anzahl von Seminarteilnehmenden nur begrenzte Aussagekraft besitzen. Alle Testinstrumente werden vor und nach dem Seminar eingesetzt, um mögliche Unterschiede zwischen den Erhebungszeiträumen zu erfassen. Zudem werden die Ergebnisse mit einer Kontrollgruppe verglichen.

Um zu untersuchen, welche Verknüpfungen von den Studierenden zwischen den Konzepten *Chemie* und *Biologie* erkannt werden, wird das Verfahren des Own Word Mappings gewählt (Tiemann 1999). Dabei handelt es sich um eine Methode, bei der zwei Bilder mithilfe eines Begriffsnetzes miteinander verbunden werden müssen. In der vorliegenden Arbeit wird das Bild einer Blume verwendet, welche für das Konzept *Biologie* steht, sowie ein Erlenmeyerkolben, welcher das Konzept *Chemie* repräsentiert.

Zur Untersuchung der Wahrnehmung chemischer Aspekte in einer natürlichen Umgebung existiert bisher kein Testinstrument, weshalb im Rahmen dieser Arbeit ein bildbezogener Assoziationstest entwickelt wird. Bei dieser Methode werden die Studierenden mit drei Fotos naturnaher Umgebungen konfrontiert und sollen zu diesen Assoziationen äußern, welche im Anschluss verschiedenen, mit dem Own Word Mapping übereinstimmenden Kategorien zugeordnet werden. So soll ein Vergleich der Ergebnisse beider Testverfahren erleichtert werden.

Um unbewusste Einstellungen der Studierenden gegenüber den Konzepten *Chemie* und *Biologie* zu untersuchen, wird das Semantische Differential nach Osgood verwendet, welches sich für diese Art der Untersuchung bewährt hat (Werth 1991).

Das Interesse am Fach Chemie und am Unterrichten chemischer Inhalte, das Fähigkeitsselbstkonzept und die Selbstwirksamkeitserwartung werden mit einem Fragebogen erfasst, der in Anlehnung an eine ähnliche Befragung von Möller bezüglich physikalischer Inhalte formuliert wird (Möller 2004).

Zur Absicherung der Ergebnisse findet eine ergänzende mündliche Befragung der Studierenden zu allen vier Methoden statt. Dabei wird insbesondere nach möglichen Gründen für Veränderungen nach dem Seminar gefragt.

Eine Zusammenschau der verschiedenen Ergebnisse soll abschließend eine Aussage darüber ermöglichen, inwieweit eine Seminargestaltung durch die Verbindung chemischer und biologischer Elemente in einer naturnahen Umgebung bei Studierenden günstige Voraussetzungen für ein Unterrichten chemiebezogener Inhalte in der Grundschule schaffen kann.

2. Naturwissenschaften in der Grundschule mit besonderem Fokus auf Chemie

Naturwissenschaften werden heute als unverzichtbarer Bestandteil des Grundschulunterrichts angesehen und sind daher wichtiger Bestandteil der Ausbildung von Sachunterrichtsstudierenden.

Die Forderung, bereits im Primarbereich mit einem naturwissenschaftlichen Unterricht zu beginnen, hat sich inzwischen weltweit etabliert (Möller 2007, S. 98).

Diese Forderung wird durch eine Anzahl an Argumenten gestützt, welche im folgenden Kapitel vorgestellt werden und sowohl die Bedeutung der Naturwissenschaften für Grundschul Kinder als auch deren kognitive und affektive Voraussetzungen umfassen.

Zudem werden Anschauungen beleuchtet, welche in den vergangenen Jahrzehnten in Bezug auf die Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Primarbereich vertreten wurden, um die neuere Entwicklung einordnen und nachzuvollziehen zu können.

Zur übersichtlichen Darstellung der Argumente erfolgt jeweils eine kurze Zusammenfassung einiger relevanter Gesichtspunkte, ohne dabei einen Anspruch auf Vollständigkeit oder umfassende Diskussion der einzelnen Argumente zu erheben.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird beachtet, dass Themen im Sachunterricht nicht strikt aus einzelnen fachlichen Perspektiven heraus betrachtet, sondern im Zusammenhang verschiedener Wissensbereiche behandelt werden (GDSU 2013, S. 15). Die späteren Schulfächer Chemie, Physik und Biologie werden in der Grundschule im Sachunterricht zur naturwissenschaftlichen Perspektive zusammengefasst, lassen sich jedoch in verschiedene perspektivbezogene Themenbereiche der „lebenden“ (Biologie) und „nicht-lebenden Natur“ (Chemie und Physik) unterteilen (a.a.O., S. 38). Da für diese Arbeit besonders die chemischen und biologischen Aspekte interessant sind, wird der Zusammenhang mit physikalischen Inhalten zwar nicht ignoriert und im Seminar auch mit angesprochen, spielt jedoch bei den hier aufgeführten theoretischen und praktischen Überlegungen eine untergeordnete Rolle.

2.1 Gründe für die Behandlung naturwissenschaftlicher und speziell chemischer Inhalte in der Grundschule

Aufgrund ihrer Komplexität könnten Naturwissenschaften und besonders chemiebezogene Themen eher als geeignete Inhalte für weiterführende Schulen als für die Primarstufe angesehen werden.

Gute Gründe, wie die Relevanz der Naturwissenschaften für die Lebenswelt der Kinder und die damit zusammenhängende Bedeutung eines frühzeitigen Beginns naturwissenschaftlicher Grundbildung, sprechen jedoch für eine Behandlung entsprechender Themen bereits in der Grundschule.

Auch scheint es vorteilhaft, möglichst früh Präkonzepte aufzugreifen, um einer Verfestigung unzureichender oder falscher Vorstellungen entgegenzuwirken. Studien deuten zudem darauf hin, dass

im Grundschulalter bereits die nötigen kognitiven und motivationalen Voraussetzungen für eine Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Inhalten gegeben sind.

2.1.1 Naturwissenschaftliche Phänomene in der Lebenswelt der Kinder

Der Sachunterricht soll Kinder dabei unterstützen, „Phänomene² und Zusammenhänge der Lebenswelt wahrzunehmen und zu verstehen“ (GDSU 2013, S. 9). Diese Lebenswelt ist durch Naturwissenschaften geprägt, welche entscheidend zur Verbesserung der Lebensqualität beitragen und eine wichtige Rolle in vielen Lebensbereichen einnehmen. Dabei bleiben viele (Natur-) Phänomene im Alltag unbemerkt oder werden als selbstverständlich hingenommen. Auch die Benutzung technischer Geräte erfolgt meist, ohne Gedanken an deren Funktion oder Aufbau zu verwenden (Schiepe-Tiska et al. 2013, S. 189). Produkte der naturwissenschaftlichen Forschung werden somit zwar intensiv genutzt, sind „jedoch für viele fremd und unverständlich“ (Woyke et al. 2009, S. 57).

Fast alle Gegenstände in der Lebenswelt der Kinder sind aus chemisch gewonnenen oder mit Hilfe von Chemikalien behandelten Materialien hergestellt, wie beispielsweise Produkte aus Glas, Keramik, Metallen oder Kunststoffen. Neben Stoffen bestimmen auch Stoffumwandlungen die Lebenswelt von Grundschulkindern und können in vielen Bereichen des Alltags der Kinder unmittelbar erfahren werden (a.a.O., S. 57). Produkte wie Seife, Streusalz oder Backpulver werden jedoch meist ohne Reflexion der chemischen Wirkungsweise eingesetzt und von Laien oft nicht mit Chemie in Verbindung gebracht (Limke 1996, S. 218). Gerade solche Substanzen aus der Erfahrungswelt der Kinder bieten sich an, einfache und grundlegende chemische Sachverhalte zu erarbeiten und auf diese Weise – auch unter Einbeziehung anderer Fächer – im Sachunterricht die Umwelt der Kinder zu erschließen (a.a.O., S. 219).

2.1.2 Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Grundschule

Naturwissenschaftliche, darunter auch chemische Kenntnisse helfen Kindern nicht nur beim Wahrnehmen und Verstehen ihrer Lebenswelt, sondern sind gleichzeitig auch ein wichtiger Bestandteil der Allgemeinbildung (Krumbacher 2009, S. 1).

Heutzutage ist eine naturwissenschaftliche Grundbildung, auch *Scientific Literacy*³ genannt, wichtig, um im Alltag, Beruf oder in der Politik begründete Entscheidungen treffen und am öffentlichen Diskurs teilnehmen zu können. Sie soll Menschen dazu befähigen, die Anforderungen einer durch Naturwissenschaften geprägten Welt zu bewältigen und ein lebenslanges anschlussfähiges Lernen ermöglichen (Schiepe-Tiska et al. 2013, S. 190–191). *Scientific Literacy* beschränkt sich dabei nicht nur

² „Ein Phänomen ist ein (vielleicht unerwartetes) Ereignis, dessen Ursache und Zusammenhang den Kindern fragwürdig ist und einer Erklärung bedürftig erscheint“ (Köhnlein 2000, S. 72).

³ Auf eine Voraussetzung für *Scientific Literacy*, das „understanding of nature of science“ wird in Kapitel 2.1.4 näher eingegangen.

auf fachliche Kenntnisse und Methoden, sondern beinhaltet u. a. auch Aufgeschlossenheit für wissenschaftliche Entwicklungen und die Fähigkeit zur kritischen gesellschaftlichen Teilhabe (Einsiedler et al. 2008, S. 356). Dabei werden motivationale Orientierungen wie Interesse, positive Einstellungen und eine positive Fähigkeitsselbsteinschätzung als wichtige Voraussetzungen für die Bereitschaft angesehen, sich ein Leben lang mit Naturwissenschaften auseinanderzusetzen und gehören damit auch zur Konzeption naturwissenschaftlicher Grundbildung (Kleickmann et al. 2012, S. 123).

Scientific Literacy umfasst verschiedene Gesichtspunkte und bedarf daher einer ausführlicheren Erläuterung, als sie eine kurze Definition – wie die nachstehende – zu umreißen vermag; für eine umfangreiche Diskussion der Problematik sei beispielsweise auf Hofheinz verwiesen (Hofheinz 2008).

Die OECD verwendet im Rahmen von PISA 2000 (*Programme for International Student Assessment*) folgende pragmatische Definition, welche die affektive Komponente ausblendet:

[Scientific literacy is] the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.⁴

Das Literacy-Konzept zielt damit u. a. auch pragmatisch auf Anwendbarkeit und Verfügbarkeit von Wissensbeständen ab (Gräber und Nentwig 2002, S. 7).

Die Bedeutsamkeit von *Scientific Literacy* für Gegenwart und Zukunft von Kindern spricht dafür, bereits in der Grundschule mit ihrer Anbahnung zu beginnen. Dabei beginnt die Entwicklung naturwissenschaftlicher Grundbildung bereits in der frühen Kindheit, gefördert u. a. durch Begegnungen mit Alltagserklärungen in Elternhaus, Kindergarten oder Medien; in der Grundschule erfolgt dann darauf aufbauend die erste systematische Begegnung mit Naturwissenschaften (Prenzel et al. 2003, S. 147). Ohne einen Überblick geben zu wollen kann festgehalten werden, dass einige Länder Modelle der Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen umsetzen, in denen die Primarschule als ein wichtiger Ort für die Fundierung naturwissenschaftlicher Grundbildung gesehen wird (Dillon 2009).

2.1.3 Präkonzepte und ihre Bedeutung für den Sachunterricht

Zur Vermittlung von *Scientific Literacy* gehört auch die Ausbildung naturwissenschaftlich tragfähiger Konzepte. Kinder haben bereits vor Beginn der Schulzeit bestimmte Vorstellungen von naturwissenschaftlichen Vorgängen und Begriffen, welche sie aus Alltagserfahrungen, durch Medien oder über die Kommunikation mit Eltern oder Peers erworben haben (Möller et al. 2011, S. 512). Diese Konzepte stimmen jedoch häufig nicht mit wissenschaftlichen Sichtweisen überein und können zu Lernschwierigkeiten führen.

Dabei bezeichnen Konzepte im kognitionspsychologischen Sinn vorhandene, ausdifferenzierende oder aufzubauende kognitive Strukturen zum Verständnis naturwissenschaftlicher Sachverhalte. Bereits

⁴ URL: <http://www.oecd.org/education/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/33692793.pdf> (Definition auf Seite 74, zuletzt aufgerufen am 08.04.2015).

vorhandene, aber noch nicht tragfähige Konzepte, um naturwissenschaftliche Sachverhalte in kognitive Strukturen zu integrieren, werden als *Präkonzepte* bezeichnet. In der konstruktivistisch orientierten Sachunterrichtsdidaktik geht es um die Weiterentwicklung und Veränderung dieser Präkonzepte zu tragfähigen Konzepten (Feige 2004, S. 12). Bei einem eher kontinuierlichen Weg, bei dem die vorhandenen Vorstellungen nicht konträr zu wissenschaftlichen Vorstellungen stehen, sondern Erweiterungen und kleinere Revisionen ausreichen, wird von *Conceptual Growth* gesprochen. Stehen sich die Vorstellungen hingegen konträr gegenüber und sind grundlegende Revisionen der vorhandenen Vorstellungen nötig, um zu wissenschaftlicheren Vorstellungen zu gelangen, nennt man dies *Conceptual Change* (Duit 1996, S. 148). Innerhalb der Didaktik der Naturwissenschaften werden besonders *Conceptual Change* Ansätzen, welche die Berücksichtigung bereits vorhandener Konzepte und deren aktive Veränderung beinhalten, große Wichtigkeit beigemessen (Kleickmann et al. 2005, S. 167). Dabei wird es als sinnvoll angesehen, Präkonzepte bereits in der Grundschule aufzugreifen und durch altersgemäßen naturwissenschaftlichen Sachunterricht zur Überwindung von Fehlvorstellungen beizutragen (Möller et al. 2011, S. 515). Wenn die in fachlicher Hinsicht falschen Alltagstheorien der Kinder bereits im Unterricht der Grundschule aufgegriffen werden, kann ihre Verfestigung verhindert und so der Aufbau eines fundierten Weltverständnisses unterstützt werden (Strunck et al. 1998, S. 78). Naturwissenschaftliche Kenntnisse sind somit nicht nur Teil der Allgemeinbildung, sondern tragen auch dazu bei, Fehlvorstellungen abzubauen und belastbare Vorstellungen und Konzepte für eine Anschlussfähigkeit „an das in Fachkulturen erarbeitete, gepflegte und weiter zu entwickelnde Wissen“ aufzubauen (GDSU 2013, S. 10).

2.1.4 Kognitive Voraussetzungen zur Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte

Die Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Primarbereich, welche über die rein phänomenologische Ebene hinausgehen, setzt gewisse kognitive Fähigkeiten der Kinder voraus. Im Perspektivrahmen der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts wird dazu angemerkt, dass Kinder in Bezug auf ihre Lernfähigkeit häufig unterschätzt würden und der Sachunterricht sie daher nicht unterfordern dürfe (GDSU 2013, S. 11).

In Bezug auf naturwissenschaftliche Inhalte des Sachunterrichts wurden jedoch lange Zeit die Theorien Piagets herangezogen, wodurch einer möglichen Unterforderung der Kinder Vorschub geleistet wurde. Der Entwicklungspsychologe Jean Piaget (1896-1981) teilt die kognitive Entwicklung in vier Stadien ein, wobei die zweite Phase, das Alter von etwa zwei bis sieben Jahren, dem Stadium des präoperatorischen Denkens zugeordnet wird, gefolgt vom Alter von etwa acht bis zwölf Jahren, dem Stadium des konkret operatorischen Denkens (Sodian 2005, S. 9). Die Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens wird erst der Phase der formalen Operationen, dem vierten und höchsten Stadium der geistigen Entwicklung ab etwa zwölf Jahren, zugerechnet.

Der Übergang vom präoperatorischen zum konkret operatorischen Denken ist nach Piaget durch die Überwindung gravierender Limitationen der logischen Denkfähigkeit und der Wissensrepräsentation gekennzeichnet; Kinder überwinden beispielsweise den Egozentrismus (die Unfähigkeit, die Perspektive anderer Personen zu berücksichtigen) und erlangen Einsicht in die Reversibilität von Operationen (a.a.O., S. 10). Kinder bis zu sieben Jahren zeigen demnach noch „primitive thought patterns“ (Ginsburg und Opper 1988, S. 109). Piaget nimmt an, dass es ihnen noch nicht gelingt, richtige Verbindungen zwischen Ereignissen zu erkennen und ordinale Relationen zu verstehen (a.a.O., S. 110). Erst ab etwa elf bis zwölf Jahren begannen Heranwachsende, Hypothesen über mögliche Ereignisse aufzustellen, Experimente zu deren Überprüfung zu entwerfen und dabei Variablen zu isolieren, um vernünftige Schlussfolgerungen zu ziehen. Ihr naturwissenschaftliches logisches Denken unterscheidet sich dieser Auffassung nach grundlegend von dem jüngerer Kinder (a.a.O., S. 206). Somit müssten zunächst die formalen Voraussetzungen des Denkens gegeben sein, bevor Kinder naturwissenschaftliche Konzepte verstehen können (Möller 2002, S. 419).

Diese Annahmen über kognitive Defizite von Kindern konnten jedoch kritischer Prüfung nicht standhalten (Sodian 2005, S. 14), da Piagets Entwicklungstheorie die Unterschiede zwischen dem Denken und Lernen von Grundschulkindern und dem älterer Schüler und Erwachsener nur unzureichend erklären kann (Stern 2002, S. 27). So schnitten jüngere Kinder in verschiedenen Untersuchungen in vielen Kompetenzbereichen⁵ zwar schlechter ab als ältere, was jedoch nicht prinzipiell an schlechteren kognitiven Voraussetzungen lag, sondern daran, dass sie bisher weniger Gelegenheiten zum Wissenserwerb hatten (a.a.O., S. 29). Insgesamt unterscheidet sich das Denken von Kindern und Erwachsenen eher in der Vernetzung und Strukturierung des Wissens als im Abstraktionsgrad (a.a.O., S. 32). Entwicklungspsychologische Forschungsbefunde deuten darauf hin, dass sich das Denken von Kindern und Erwachsenen strukturell ähnelt und Unterschiede vor allem auf den Erwerb domänenspezifischen Wissens zurückzuführen sind (Sodian 2005, S. 15), so dass die kognitive Entwicklung als Erwerb und Umstrukturierung von Wissen gesehen werden kann.

Auch bei der Fähigkeit zur Hypothesenprüfung, die als ein zentraler Aspekt zur Abgrenzung von konkretem und formalem Denken gilt, zeigen neuere Ergebnisse, dass Grundschulkindern nicht prinzipiell überfordert werden, sondern Defizite eher auf einen Mangel an Erfahrungen und Handlungspraxis zurückzuführen sind (Stern 2002, S. 31–32). Kinder können einfache Strategien der Hypothesenüberprüfung lernen und unter bestimmten Bedingungen zwischen Hypothesen und Evidenz unterscheiden (Sodian et al. 2002, S. 196). Insgesamt zeigt sich, dass elementare Verständnisvoraussetzungen für wissenschaftliches Denken bereits früh erworben werden (Schrempf und Sodian 1999, S. 77). Auch Befunde aus der internationalen IGLU-Studie (*Internationale Grundschul-*

⁵ Im Bildungswesen hat sich der Kompetenzbegriff nach Weinert etabliert: „Dabei versteht man unter Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert 2002, S. 27–28).

Lese-Untersuchung) offenbaren, dass bereits Kinder im Grundschulalter in der Lage sind, naturwissenschaftliche Sachverhalte zu begreifen (Prenzel et al. 2003, S. 181). Die kognitive Entwicklung vollzieht sich somit nicht vom konkreten Handeln zum abstrakten Denken, „sondern durch die Übernahme von im kulturellen Kontext entstandenen Werkzeugen“ (a.a.O., S. 40). Kumulativer Wissenserwerb als Interaktion zwischen Wissenseinheiten und nicht eine zentrale kognitive Steuerung sind demnach für die kognitive Entwicklung verantwortlich (Einsiedler et al. 2008, S. 357). Daraus ergibt sich die Forderung nach einer anspruchsvollen Gestaltung von Lernumgebungen für Grundschul Kinder, in der vielfältige Angebote zur Darstellung und Kommunikation von Wissen gemacht werden sollten (Stern 2002, S. 40). Wenn somit Lernen als der wichtigste Mechanismus der geistigen Entwicklung gilt, „kann eine frühe Konfrontation mit anspruchsvollen Inhaltsgebieten einen Entwicklungsvorsprung verschaffen“ (Möller 2002, S. 419).

Auch unter dem Gesichtspunkt des frühen Aufbaus von Wissenschaftsverständnis spielt die kognitive Entwicklung von Kindern eine entscheidende Rolle. Wissenschaftsverständnis, das Wissen und das Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften, auch *Nature of Science* genannt, gilt als eine wichtige Grundlage für den Aufbau einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (*Scientific Literacy*, siehe Kapitel 2.1.2). Lernpsychologisch wird die Behandlung des Wissenschaftsverständnisses in der Schule damit begründet, dass durch die Thematisierung des Wesens der Naturwissenschaften erfolgreiches Lernen von naturwissenschaftlichen Inhalten gefördert wird (Grygier 2005, S. 179).

Wissenschaftsverständnis kann dabei in erkenntnistheoretische, wissenschaftstheoretische und wissenschaftsethische Aspekte unterteilt werden, wobei den zum wissenschaftstheoretischen Aspekt gehörigen „Methoden der Naturwissenschaften“ für den Schulunterricht ein besonderer Stellenwert eingeräumt wird. Dazu gehört, wissenschaftliches Wissen als Ergebnis der Prüfung von Theorien und Hypothesen anzusehen und dabei u. a. die Funktion des Experimentierens zu begreifen (a.a.O., S. 177-178). Dies setzt formale Operationen wie das Aufstellen von Hypothesen oder das Erkennen der Bedeutung von Variablenkontrollen und damit logisches und abstraktes Denken voraus (a.a.O. S. 180). Auch wenn Grundschul Kinder ein überwiegend naiv-realistisches Wissenschaftsverständnis zeigen und noch nicht zwischen Ideen, Experimenten und Theorien unterscheiden können, deuten Untersuchungen darauf hin, dass ihr Wissenschaftsverständnis durch einen wissenschaftstheoretisch angereicherten Unterricht verbessert werden kann, beispielsweise bezüglich des Verständnisses der Logik der Hypothesenprüfung. Daraus wird gefolgert, dass eine Förderung von Wissenschaftsverständnis bereits in der Grundschule sinnvoll ist (a.a.O., S. 183-187).

Grundschul Kinder bringen somit die kognitiven Voraussetzungen für eine erste Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Inhalten und Verfahren mit und können davon profitieren, bereits frühzeitig an diese herangeführt zu werden.

2.1.5 Motivationale Voraussetzungen zur Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte

Neben kognitiven Fähigkeiten sind auch motivationale Voraussetzungen für eine Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Inhalten von Bedeutung. Bereits im Grundschulalter soll Vertrauen in naturwissenschaftliche Fähigkeiten aufgebaut werden, um so Interesse zu fördern und dadurch „einer späteren Abkehr von den sogenannten harten Naturwissenschaften“ entgegenzuwirken (Möller et al. 2011, S. 511). Positive Einstellungen zu Naturwissenschaften sind eine wichtige Voraussetzung für die Bereitschaft, sich mit naturwissenschaftlichen Sachverhalten auseinanderzusetzen, in der weiterführenden Schule naturwissenschaftliche Kurse zu wählen und später Berufe mit naturwissenschaftlichem Bezug zu ergreifen (Kleickmann et al. 2012, S. 160). Dies ist für unsere Gesellschaft bedeutsam, da ein hoher Bedarf an naturwissenschaftlich ausgebildeten Arbeitskräften besteht und angenommen wird, dass sich eine frühzeitige Interessenbildung positiv auf eine spätere Berufswahl auswirken kann (Krumbacher 2009, S. 1). Gelingt es nicht, bereits in der Grundschule eine primäre Motivierung zu erreichen, lässt sich dies im Anschluss voraussichtlich nur schwer nachholen (Möller et al. 2011, S. 511), da in der Grundschule die Grundlage für die Entwicklung von Interesse gelegt wird (Prenzel et al. 2000, S. 24). Auch nach Lück (2000) ist ein möglichst frühes Alter günstig für Primärbegegnungen mit Naturphänomenen, da das kindliche Neugierverhalten und das interessen geleitete Lernen als „Prototypen der intrinsischen Motivation“ gelten und sich in späteren Schuljahren die Leistungsorientierung eher aus extrinsischer Motivation ergibt (Lück 2000, S. 42).⁶ Somit sei gerade ein Beginn in frühem Alter wichtig, um dauerhaftes Interesse an naturwissenschaftlichen Themen zu wecken (Lück 2001, S. 48).

Um Ansehen und Interesse bezüglich des Schulfachs Chemie zu fördern, scheint es daher sinnvoll, Schülerinnen und Schülern frühzeitig aufzuzeigen, „wo chemische Prozesse für sie alltagsrelevant, spannend und verständlich sind“ (Möller et al. 2004a, S. 55). Dies kann geschehen, indem Chemie nicht als Zauberei dargestellt oder in Form von zusammenhanglosen Experimenten angeboten wird, sondern eine Einbettung in einen lebenspraktischen Kontext erfährt.

Eine positive Selbsteinschätzung hinsichtlich der Leistungsstärke im Bereich der Naturwissenschaften ist wichtig für das Vertrauen in die eigenen naturwissenschaftlichen Kompetenzen (Kleickmann et al. 2012, S. 160). Kinder im vierten Schuljahr zeigten sowohl in der IGLU-E Studie von 2001 (*Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung – Erweiterung*) als auch in TIMSS (*Third International Mathematics and Science Study*) von 2011 eine durchweg positive Einstellung gegenüber dem Sachunterricht (Prenzel et al. 2003, S. 177). Dieser Unterricht wird demnach von den meisten Kindern als interessant erlebt und als nützlich eingestuft, und auch das sachunterrichtsbezogene Selbstkonzept ist insgesamt positiv ausgeprägt (Kleickmann et al. 2012, S. 164). Auch wenn in der Grundschule naturwissenschaftliche Inhalte im Rahmen des Sachunterrichts nicht getrennt von anderen Inhalten unterrichtet werden, kann

⁶ Während extrinsische Motivation sich an äußere Faktoren wie Leistungsbeurteilungen oder Lob orientiert, zeichnet sich intrinsische Motivation durch einen von innen gesteuerten Lernantrieb aus (siehe Kapitel 4.1.6).

davon ausgegangen werden, dass ein hohes sachunterrichtsbezogenes Selbstkonzept auch ein positives naturwissenschaftsbezogenes Selbstkonzept beinhaltet. So wird in der Zusammenfassung der TIMSS-Studie von 2007 von einem hohen Fähigkeitsselbstkonzept⁷ in den Naturwissenschaften von mehr als drei Vierteln der untersuchten Viertklässlern gesprochen, ebenso von einer ausgesprochen positiven Einstellung von mehr als 80 % der Kinder gegenüber naturwissenschaftlichen Inhalten (Bos et al. 2008, S. 6-7). Auch in der IGLU-E Studie ließen die Ergebnisse eine große Aufgeschlossenheit der Kinder bezüglich naturwissenschaftlicher Themen erkennen (Prenzel et al. 2003, S. 177).

Insgesamt kann festgehalten werden, dass im Grundschulalter günstige affektive Voraussetzungen in Form von positiven Einstellungen, hohem Fähigkeitsselbstkonzept und intrinsischer Motivation bezüglich naturwissenschaftlicher Inhalte gegeben sind. Inwieweit die frühzeitige Interessenentwicklung in den weiterführenden Schulen erhalten werden kann, müsste weiter untersucht werden, da in der Pubertät und Nachpubertät nicht naturwissenschaftliche Kenntnisse, sondern soziale und personale Interaktionen im Fokus des Interesses der Schülerinnen und Schüler stehen (Langlet und Schaefer 2008, S. 96).

2.2 Historische Entwicklung der Naturwissenschaften im Sachunterricht

Obwohl viele Gründe für eine Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Primarbereich sprechen, wurde ihnen in der Vergangenheit bildungspolitisch unterschiedliche Bedeutung zugesprochen. Um die heutige Etablierung dieser Inhalte in der Grundschule nachzuvollziehen und einzuordnen, wird ein kurzer Überblick über die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts in den vergangenen Jahrzehnten gegeben. Auffällig ist dabei ein häufiger Konzeptionswechsel, insbesondere zwischen einer Orientierung an den Fachwissenschaften und an der Lebenswelt der Kinder (Einsiedler et al. 2008, S. 355).

2.2.1 Entwicklung des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts bis zur Jahrtausendwende

Der Begriff *Sachunterricht* wurde bereits in den 1950er Jahren in behördlichen Texten verwendet, setzte sich als Bezeichnung für den natur- und sozialwissenschaftlich bezogenen Lernbereich in der Grundschule jedoch erst seit dem Frankfurter Grundschulkongress 1969 und dem Strukturplan des Deutschen Bildungsrates 1970 durch (Feige 2004, S. 11). Die ersten Professuren für den Sachunterricht etablierten sich an deutschen Hochschulen sogar erst in den 1980er Jahren (Pech 2009, S. 1).

Bis in die 1960er Jahre wurde Heimatkunde unterrichtet, in der erdkundliche Themen überwogen, Naturwissenschaften eine untergeordnete Rolle spielten und physikalische, chemische und technische Inhalte nur rudimentär behandelt wurden. Anfang der 70er Jahre kam Kritik am hohen Anteil an

⁷ Auf den theoretischen Hintergrund des Fähigkeitsselbstkonzepts wird in Kapitel 4.1.5 näher eingegangen.

geographischen und heimatkundlichen Inhalten auf, begleitet von einer Forderung der Erhöhung des Anteils naturwissenschaftlicher Themen (Strunck et al. 1998, S. 69). Dies wurde mit den Entwicklungen in Gesellschaft und Technik begründet, auch als Folge des sogenannten Sputnik-Schocks (Einsiedler und Schirmer 1986, S. 316). Zusätzlich trug der Ideologievorbehalt gegenüber dem Heimatbegriff zur Ablösung der Heimatkunde bei. Die volkstümliche Bildung sollte durch eine grundlegende Bildung als Teil der Allgemeinbildung abgelöst werden, wobei die Wissenschaften einen hohen Stellenwert einnahmen (Feige 2004, S. 26–27).

Die neuen Lehrpläne wurden von amerikanischen Vorbildern beeinflusst und auf Empfehlungen des Strukturplans des Deutschen Bildungsrates hin entwickelt. Dieser forderte u. a., dass eine Wissenschaftsorientierung von Lerngegenständen und Lernmethoden für alle Altersstufen gelten sollte. In den Lehrplänen wurde diese - auch aus heutiger Sicht fortschrittliche - Anregung einer wissenschaftlichen Orientierung jedoch häufig als Orientierung an Einzeldisziplinen umgesetzt, so dass ein zergliederter und begriffsorientierter Unterricht resultierte. Mit den neuen Curricula gelang es daher nicht, an die Alltagserfahrungen, Denkweisen, Interessen und Lernbedürfnissen von Grundschulkindern anzuknüpfen (Möller 2004, S. 65). Zudem fühlten sich die meisten Lehrkräfte für die Anforderungen des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts nicht ausreichend ausgebildet (Strunck et al. 1998, S. 78). Naturwissenschaftliches Wissen wurde in der Schule zu früh, zu oberflächlich und in einer zu großen Stofffülle vermittelt, so dass wirkliches Verstehen nicht erreicht werden konnte (Möller 2007, S. 101).

Auch wenn empirische Befunde keinen Anlass gaben, die neuen Konzepte grundsätzlich in Frage zu stellen (Prenzel et al. 2003, S. 150), war bereits ab Mitte der 70er Jahre wieder eine Abkehr vom wissenschaftsorientierten Sachunterricht zu verzeichnen (Strunck et al. 1998, S. 70). Viele naturwissenschaftliche Inhalte verschwanden aus den Lehrplänen, dafür wurden sozio-kulturelle Inhalte und eine Orientierung an der Lebenswelt der Kinder stärker berücksichtigt. In den Lehrplänen der Bundesländer ist insgesamt ein deutlicher Rückgang an Themen oder Bereichen der „harten Naturwissenschaften“ Chemie und Physik zugunsten biologischer und gesellschaftswissenschaftlicher Themen von Beginn der 70er Jahre bis in die 90er Jahre festzustellen (a.a.O., S. 73). So konnte in dem Zeitraum beispielsweise in der Zeitschrift *Grundschulmagazin* ein „deutlicher Rückgang der Naturwissenschaften“ festgestellt werden (a.a.O., S. 74-75). Anhand einer Untersuchung von Schülerarbeitsmappen des Heimat- bzw. Sachunterrichts veranschaulicht Einsiedler den Anstieg von Anteilen mit Fachbezug zu Physik, Chemie und Technik von 11 % im Jahr 1968 auf 26 % im Jahr 1976 und die folgende Abnahme auf den Anfangswert von 11 % im Jahr 1980 (Einsiedler und Schirmer 1986, S. 321). Auch bei einer Untersuchung von 36 Lehrwerken wurde festgestellt, dass physikalische, chemische und technische Inhalte zu Beginn der 70er Jahre mit etwa 30 % aller Inhalte eine dominierende Stellung im Sachunterricht einnahmen, dieser Anteil bis zum Ende der 90er Jahre jedoch auf etwa 6,5 % zurückging (Blaseio 2004, S. 148).

Obwohl der Stellenwert der Naturwissenschaften somit bis in die 90er Jahre hinein abnahm, blieben sie dennoch in Ansätzen im Sachunterricht verankert und erreichten meist nicht wieder das geringe Niveau wie im Unterrichtsfach Heimatkunde (Blaseio 2004, S. 148). Somit unterstützten die frühen naturwissenschaftlichen Ansätze der 70er Jahre langfristig gesehen doch die Etablierung naturwissenschaftlicher, insbesondere physikalischer und chemischer Bezüge im Sachunterricht (Feige 2004, S. 137). In den 1980er und 90er Jahren bestand in der Didaktik des Grundschulunterrichts wenig Einigkeit über Zielrichtung und Grundstruktur des Faches. Dies zeigen auch die Lehrpläne der Bundesländer, in denen die Kind- bzw. Fachorientierung sehr unterschiedlich gewichtet wurden (Einsiedler et al. 2008, S. 354). Zur Diskussion stand, ob ein eher offener und schülerorientierter Ansatz oder ein stärker geschlossener und lernzielorientierter Ansatz verfolgt werden sollte (Möller 2007, S. 101), wobei bezüglich der eher offenen Konzeptionen die mangelnde Zielerreichung im kognitiven Bereich bemängelt wurde (a.a.O., S. 104). Insgesamt ging in Teilen der Schulpraxis und Schulpädagogik die Einsicht in die Bedeutung einer frühen Wissenschaftsorientierung für die Wissensgesellschaft wieder verloren (Köhnlein 2000, S. 63). Diese Entwicklung wurde dadurch ausgelöst, dass es nicht gelang, eine Balance zwischen Wissenschafts- und Schülerorientierung zu finden und den Kind- und Sachbezug sinnvoll aufeinander zu beziehen (Feige 2004, S. 171).

2.2.2 Entwicklung des naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts nach 2000

Nachdem der Versuch der 1970er Jahre, naturwissenschaftliche Themen in der Grundschule zu verankern, scheiterte, begann um die Jahrtausendwende eine zweite Implementierungswelle, die durch politische und wirtschaftliche Überlegungen ausgelöst wurde. Neben einem unzureichenden naturwissenschaftlichen Verständnis und Interesse der Bevölkerung sowie einem drohenden Nachwuchsmangel in naturwissenschaftlich und technisch orientierten Berufen spielten Schulleistungsvergleichsstudien eine wesentliche Rolle bei dieser Entwicklung (Möller 2007, S. 104).

Nachdem in den internationalen Vergleichsstudien TIMSS von 1995 und PISA von 2000 deutsche Schülerinnen und Schüler u. a. in den Naturwissenschaften unerwartet schlecht abschnitten, wurde der frühen naturwissenschaftlichen Bildung wieder mehr Aufmerksamkeit geschenkt.

Neben den Ergebnissen der Studien führten auch die erwähnten neueren Ergebnisse der grundschulbezogenen Lehr-Lernforschung und der Entwicklungspsychologie dazu, dass naturwissenschaftliche Bildung im Grundschulalter wieder stärker diskutiert wurde (Möller et al. 2011, S. 509).

Eine Förderung in den Naturwissenschaften rückte sowohl in den Fokus bildungspolitischer Initiativen⁸ als auch wirtschaftsnaher Stiftungen, Wirtschaftsverbände⁹ und Industriefirmen (Möller 2007, S. 104).

⁸ Bildungspolitisch war die Entwicklung bundesweit verbindlicher Bildungsstandards in Biologie, Chemie und Physik, die ab dem Schuljahr 2005/6 von den Bundesländern als Grundlage für den Mittleren Schulabschluss übernommen wurden, ein entscheidender Schritt zur Etablierung einheitlicherer naturwissenschaftlicher Standards in Schulen (Schiepe-Tiska et al. 2013, S. 190).

Eine entscheidende Rolle für die stärkere Berücksichtigung der Naturwissenschaften im Primarbereich spielte auch der von der GDSU 2002 herausgegebene Perspektivrahmen (siehe Kapitel 2.2.3). So findet heute in allen Bundesländern in den ersten vier Schuljahren durchgängig sachbezogenes Lernen statt, wobei die momentan gültigen Lehrpläne überwiegend nach dem Jahr 2004 entstanden sind und sich an der Konzeption des Perspektivrahmens von 2002 orientieren (Blaseio 2014, S. 27; Kleickmann et al. 2012, S. 126).

Zu den Projekten zur Steigerung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts im Primarbereich gehörten beispielsweise die *SINUS*-Programme der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (*Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts*) *SINUS Transfer Grundschule* ab 2004 und das Nachfolgeprogramm *SINUS Grundschule* von 2009-2013.¹⁰ Universitäten, Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen schufen zahlreiche außerunterrichtliche Angebote wie Laboratorien und andere Einrichtungen für naturwissenschaftliches Lernen, darunter Kinderuniversitäten, Kinderakademien oder Science Center. Die vom Bundesverband der Schülerlabore e.V. (Lernort Labor) erfassten außerschulischen Lernorte der Bundesrepublik zeigen einen steilen Zuwachs seit Mitte der 90er Jahre.¹¹ Einen Überblick über 63 Projekte für Kinder im Alter von drei bis zehn Jahren bietet der MINT-Atlas 3-10 für Deutschland.¹² Zudem wurde eine große Anzahl an Sachbüchern zum naturwissenschaftlichen Lernen und Experimentieren publiziert und Wissenschaftssendungen für Kinder entwickelt (Kleickmann et al. 2012, S. 127–128). Auch im Sekundarbereich wurde ab den 1990er Jahren eine große Anzahl an Projekten zur Förderung der sogenannten MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) entwickelt. Dazu zählt beispielsweise das Kontextprojekt Chik (Chemie im Kontext), in dem Kontexte aus dem Alltag als Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung von naturwissenschaftlichem Unterricht dienen sollen (Parchmann et al. 2008, S. 12).

Die unterschiedlichen Maßnahmen zur Förderung und Qualitätssicherung im Bereich der Naturwissenschaften zeigten positive Auswirkungen auf die Ergebnisse internationaler Schulleistungsstudien. Nachdem sich die naturwissenschaftlichen Kompetenzen deutscher Jugendlicher in der PISA-Studie 2003 bereits im Durchschnitt der OECD-Staaten befanden, lagen sie in den Jahren 2006, 2009 und 2012 signifikant über dem Durchschnitt (Schiepe-Tiska et al. 2013, S. 209).

Auch in den TIMSS-Studien von 2007 und 2011 (die Bedeutung des Akronyms TIMSS wurde nach 1995 geändert in: *Trends in International Mathematics and Science Study*) erreichten deutsche Viertklässler

⁹ Der Verband der Chemischen Industrie (VCI) fördert chemiebezogenen Unterricht an Schulen beispielsweise mit dem Projekt „Schulpartnerschaft Chemie“: <https://www.vci.de/fonds/startseite.jsp> (zuletzt aufgerufen am 07.04.2015).

¹⁰ Dies waren Modellprojekte, in denen Lehrkräfte durch gemeinsame Unterrichtsplanung und Reflexion eine längerfristige Unterrichtsentwicklung in den Naturwissenschaften anstrebten (Steffensky 2012, S. 40).

¹¹ URL: <http://www.lernort-labor.de/data.php?tl=12> (zuletzt aufgerufen am 07.04.2015).

¹² URL: <http://www.znl-mintatlas3-10.de> (zuletzt aufgerufen am 07.04.2015).

im naturwissenschaftlichen Bereich Kompetenzen über dem EU-Durchschnitt (Kleickmann et al. 2012, S. 146, 148).¹³

Diese konstant positive Entwicklung deutet darauf hin, dass es gelungen ist, in den (Grund-) Schulen erneut eine Wissenschaftsorientierung zu etablieren. Ein frühes Aufgreifen naturwissenschaftlicher Inhalte in der Schule wird wieder als wichtig angesehen, auch um im internationalen Vergleich den Anschluss bezüglich der Entwicklungen in einer Wissensgesellschaft nicht zu verlieren.

Bezogen auf die vorliegende Arbeit kann daher heute von einer allgemeinen Akzeptanz der Bedeutung naturwissenschaftlicher Bildung im Primarbereich ausgegangen werden, welche auch chemiebezogene Inhalte umfasst.

2.2.3 Perspektivrahmen Sachunterricht

Der Perspektivrahmen der GDSU beeinflusst wesentlich die Entwicklung des Sachunterrichts. Die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts wurde 1992 gegründet und sieht ihre Aufgabe in der „Förderung der Didaktik des Sachunterrichts als wissenschaftlicher Disziplin in Forschung, Lehre und Entwicklung, in Lehrerfort- und Weiterbildung sowie in der Schulpraxis“ (Satzung der GDSU, § 1).¹⁴

Wie gezeigt, nahm der Stellenwert des Sachunterrichts bis in die 1990er Jahre insgesamt ab, was u. a. auch an gesunkenen Zeitanteilen in der Schule und verringerten Ausbildungsanteilen in den Lehramtsstudiengängen ersichtlich wurde (Schreier 2013, S. 33). Um diesem „Verfall“ des Faches entgegenzuwirken, beschloss die GDSU, das bis dahin recht vage Profil des Sachunterrichts zu schärfen und einen Perspektivrahmen zu entwickeln, um die „Position des Faches in Curriculum und Stundentafel der Bundesländer zu stärken“ (a.a.O., S. 35). Der Perspektivrahmen Sachunterricht entstand daraufhin in einer Kommission der GDSU als Ergebnis eines dreijährigen bundesweiten Diskurses, an dem Experten unterschiedlicher Fachdidaktiken und der Bildungswissenschaften zusammenarbeiteten. Der erste Perspektivrahmen wurde 2002 als 33-seitiges Heft veröffentlicht und sollte „als konzeptioneller und inhaltlicher Beitrag zur Diskussion über die Entwicklung von Kerncurricula für Schulfächer gelesen werden“ (a.a.O., S. 29). Im Gegensatz zu den Curricula von Anfang der 1970er Jahre wird darin neben der Perspektive der Wissenschaften auch die Perspektive der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt (Möller 2002, S. 415). Die bildungspolitische Absicht konnte erreicht werden, da die Orientierung an fünf Fachbezügen, welche das Grundmuster des Perspektivrahmens darstellt, in die Lehrpläne der meisten Bundesländer aufgenommen wurde. Der Perspektivrahmen hat „sich als Kerncurriculum bundesweit als Referenzfolie für die Erstellung der Lehrpläne durchgesetzt“ und zu einer Vereinheitlichung der einzelnen Lehrpläne beigetragen (Blaseio 2014, S. 27).

¹³ Allerdings wird bei naturwissenschaftlichen Tests im Grundschulalter auch vermutet, dass viele Kenntnisse der Kinder nicht in der Schule erworben werden, sondern Fernsehsendungen, Sachbüchern oder elterlichen Erklärungen entstammen (Einsiedler et al. 2008, S. 356).

¹⁴ Zu finden auf der Internetseite der GDSU: <http://www.gdsu.de/wb/pages/satzung.php> (zuletzt aufgerufen am 03.02.2014).

Die fünf enthaltenen Perspektiven umfassen das soziale, das historische, das raumbezogene, das technische und das naturbezogene Lernfeld, wobei das letztgenannte biologische, chemische und physikalische Inhalte einschließt. Dabei wird betont, dass die verschiedenen Bereiche miteinander verbunden werden müssen, um auch übergreifende Zusammenhänge erfassbar zu machen (GDSU 2002, S. 3). Zudem spielt nicht nur der Aufbau grundlegenden inhaltlichen Wissens, sondern auch das Erarbeiten elementarer Methoden wie Beobachten oder Experimentieren eine wichtige Rolle. Inhalte und Verfahren werden dabei sowohl in Hinsicht auf die Wissenschaften und anschlussfähiges Lernen als auch mit Bezug auf gegenwärtige Fragen, Interessen und Lernbedürfnisse der Kinder abgestimmt.

Als konkretes Beispiel für den Einfluss des Perspektivrahmens auf die Entwicklung von Lehrplänen wird im Folgenden der Sachunterrichtslehrplan von NRW beschrieben. Während im Lehrplan von 1973 die Anteile naturwissenschaftlicher Inhalte des Sachunterrichts mit 19,2 % für Biologie, 7,8 % für Chemie und 6,9 % für Physik noch relativ hoch waren, sanken diese Anteile im Lehrplan von 1985 auf 9,9 % biologische, 4,4 % chemische und 0 % physikalische Inhalte (Strunck et al. 1998, S. 73). Der aktuelle Lehrplan für den Sachunterricht in NRW, in Kraft getreten 2008, orientiert sich an unterschiedlichen Bezugsdisziplinen und ordnet Sachverhalte in fünf Bereiche, welche den fünf Perspektiven des Perspektivrahmens entsprechen (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2008, S. 39). Der Bereich *Natur und Leben* deckt dabei die naturbezogene Perspektive ab und erhält im Lehrplan die gleiche Berechtigung wie die anderen vier Bereiche. Unterteilt wird er in fünf verschiedene Schwerpunkte, die nicht immer trennscharf bestimmten Bezugsdisziplinen zugeordnet werden können. Chemische Aspekte finden sich jedoch in den Schwerpunkten *Stoffe und ihre Umwandlung* sowie *Wärme, Licht, Feuer, Wasser, Luft, Schall* und nehmen damit gegenüber den biologischen und physikalischen eine gleichberechtigte Stellung ein (a.a.O., S. 43-44).

Im Jahr 2013 erschien der Perspektivrahmen in einer erweiterten und überarbeiteten Form, mit der Lehrerinnen und Lehrer verstärkt bei der Planung, Durchführung und Evaluation von Sachunterricht unterstützt werden sollen (a.a.O., S.1). Bei der Erläuterung der fünf Perspektiven wurden beispielhafte Lernsituationen für die einzelnen Perspektiven sowie perspektivenvernetzende Themenbereiche ergänzt. Auffällig ist, dass die beispielhaften Lernsituationen aus der naturwissenschaftlichen Perspektive die biologischen Themen *Samenflieger* und *Lebensraum Teich* umfassen und auch die Beispiele für perspektivvernetzende Themenbereiche keine Verbindungen zu chemischen Inhalten aufweisen. Im Perspektivrahmen von 2002 wurde hingegen das Thema Luft als Vernetzungsbeispiel angeführt und aufgezeigt, dass Zusammenhänge zu biologischen, physikalischen und chemischen Aspekten bestehen (a.a.O., S. 18). Daher bleibt fraglich, ob die auch im Umfang erheblich erweiterte neue Ausgabe vermehrt dazu beitragen kann, (angehende) Sachunterrichtslehrende insbesondere auch beim Unterrichten chemischer Inhalte zu unterstützen. Problematisch ist zudem, dass dem Perspektivrahmen bisher kein mit den weiterführenden Schulen abgestimmtes Konzept zugrunde liegt, wie dies beispielsweise in England oder den USA der Fall ist (Möller 2007, S. 108).

Trotz dieser Bedenken liefert der Perspektivrahmen einen wertvollen Beitrag zur Umsetzung naturwissenschaftlicher Themen in der Grundschule, indem er die naturwissenschaftliche Perspektive gleichberechtigt neben die andern Perspektiven stellt und dabei sowohl biologische als auch chemische und physikalische Inhalte beschreibt und damit (angehende) Lehrerinnen und Lehrer prinzipiell bei der Umsetzung dieser Inhalte unterstützt.

Zusammenfassung Kapitel 2

Die naturwissenschaftliche Perspektive des Sachunterrichts erhält ihre Berechtigung aus mehreren Bereichen. Zum einen hilft ihre Umsetzung Kindern dabei, sich ihre Lebenswelt zu erschließen und erste Grundlagen von *Scientific Literacy* zu erwerben, um sie für das Lernen in weiterführenden Schulen und zur Teilnahme an einer von Naturwissenschaften geprägten Gesellschaft vorzubereiten. Zum anderen kann das frühe Aufgreifen von Präkonzepten dabei helfen, dass sich Fehlvorstellungen nicht verfestigen. Auch besitzen Kinder im Grundschulalter die entsprechenden kognitiven und affektiven Voraussetzungen für eine Auseinandersetzung mit einfachen naturwissenschaftlichen Inhalten und Verfahren und können in beiden Bereichen von einer frühzeitig beginnenden Heranführung an naturwissenschaftliche Inhalte profitieren.

Die Bedeutung naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht wurde in den vergangenen Jahrzehnten unterschiedlich beurteilt, wird aber heute wieder als hoch eingeschätzt. Auch durch den Perspektivrahmen hat die naturwissenschaftliche Perspektive in den Lehrplänen der Bundesländer wieder einen festen Platz, wobei die Bezugsdisziplinen Biologie, Chemie und Physik gleichberechtigt nebeneinander stehen. Es spricht somit vieles dafür, allen drei Bezugsdisziplinen im Sachunterricht anteilig die gleiche Aufmerksamkeit zu schenken.

3. Unterrepräsentanz naturwissenschaftlicher Inhalte im tatsächlich ausgeführten Sachunterricht

Obwohl mannigfaltige Gründe für eine Behandlung naturwissenschaftlicher Themen in der Grundschule sprechen und diese, wie dargelegt, auch lehrplanmäßig verankert sind, werden sie im tatsächlich ausgeführten Unterricht häufig vernachlässigt. Zur Einleitung in die Thematik dienen zwei Zitate von Studierenden, welche in einer ergänzenden Befragung im Rahmen der hier vorzustellenden Untersuchung die aufgestellte Vermutung einer nachteiligen Wirkung der Vernachlässigung chemischer Inhalte in der Grundschule bestätigen:

Aber damals wurde ja nur Bio gemacht. Ich weiß noch, als ich in der Grundschule war, wurde nur Bio gemacht und hier so Heimatkunde, das war es. Und das ist ja Blödsinn, also man braucht trotzdem noch Physik und Chemie, sonst funktioniert es ja trotzdem nicht. Ja, und dann auf einmal kommt die Chemie und die Physik dazu, und man denkt sich he, es hatte sich doch schon alles über die Biologie erklärt.

Ja, und dann wird es nämlich auf einmal irgendwie kompliziert. Also wäre man von vorneherein damit aufgewachsen, ich glaube, dann hätte man auch nicht so Hemmungen gehabt. Also auch irgendwie, ich weiß noch, als ich das erste Mal Chemie hatte und Versuche machen musste. Ich hatte furchtbare Angst, weil Chemie hört sich ja so böse an, oh nein, da kann dir irgendwas wegätzen. Doch, wirklich, ich hatte furchtbare Angst, überhaupt was in Chemie zu experimentieren. Aber wenn die Kinder damit aufwachsen, natürlich müssen die das auch mit Vorsicht machen, aber ich glaub dann kriegt man ein ganz anderes Gefühl dafür, was jetzt gefährlich ist und was nicht. (S9)¹⁵

Ja, ich denke immer an meine eigene Grundschulzeit zurück, und ich kann mich auch ehrlich gesagt gar nicht erinnern, dass wir überhaupt irgendetwas zu Chemie oder Physik gemacht haben.

Ich hatte selber in der weiterführenden Schule so eine Abneigung. Erstmal Chemie, oh, das ist alles so mit Formeln, und eine komische eigene Sprache und das verstehe ich sowieso nicht. Aber wenn man das ja echt in der Grundschule schon anfängt, mit den Begriffen auch so ein bisschen, also ganz leicht anzufangen, dann wird auch die Scheu vielleicht genommen davor. (S17)

Die hier deutlich werdende problematische Situation des naturwissenschaftsbezogenen Unterrichts im Primarbereich wird im Folgenden anhand von internationalen und deutschen Studien ausdifferenziert, wobei insbesondere der Anteil chemischer Inhalte in der Grundschule und mögliche Gründe für deren Unterrepräsentanz betrachtet werden. Dabei wird ein Unterschied zwischen biologischen Themen und den sogenannten „harten“ Naturwissenschaften, den chemischen und physikalischen Inhalten, deutlich. Ergänzend wird eine eigene Fragebogenstudie vorgestellt, die einen aktuellen Einblick in die Situation von Naturwissenschaften an Grundschulen in den Kreisen Siegen-Wittgenstein und Olpe liefert.

3.1 Untersuchungen zur Unterrepräsentanz von Naturwissenschaften in der Grundschule

Wie beschrieben, prägen Naturwissenschaften unsere Welt und gehören damit auch zum Alltag von Kindern. Diese sind naturwissenschaftlichen Themen gegenüber aufgeschlossen und durchaus in der Lage, entsprechende grundlegende Konzepte zu verstehen (Steffensky 2012, S. 39).

¹⁵ Um die Anonymität der Studierenden zu wahren, werden sie mit S 1 bis S 19 bezeichnet. Angegeben sind in der Regel transkribierte mündliche Äußerungen, schriftliche Aussagen werden entsprechend mit (*schriftl.*) gekennzeichnet.

Im Perspektivrahmen der GDSU (2013) wird die naturwissenschaftliche Perspektive als eine von insgesamt fünf Perspektiven beschrieben (siehe Kapitel 2.3.3). Den Kindern soll in der Grundschule anschlussfähiges Wissen und Können „für ein erfolgreiches Lernen in den Fächern Physik, Chemie und Biologie“ vermittelt werden; die perspektivbezogenen Themenbereiche umfassen dabei sowohl die lebende als auch die „nicht lebende“ Natur¹⁶(GDSU 2013, S. 38–39). Daraus lässt sich schließen, dass chemische Themen gleichberechtigt neben physikalischen und biologischen unterrichtet werden sollten und Naturwissenschaften allgemein einen ebenso hohen Stellenwert wie Sozialwissenschaften einnehmen müssten (Drechsler und Gerlach 2001, S. 215). Auch nach Landwehr (2002) soll Sachunterricht Kindern „Einsicht in Naturgegebenheiten aus der Perspektive der Naturwissenschaften ermöglichen“ (a.a.O., S. 160), was sowohl biologische als auch chemische und physikalische Inhalte mit einschließt. Oder, wie sie für physikbezogene Inhaltbereiche formuliert: „sie sind als gleichgewichtige und –berechtigte Themenfelder unter anderen Sachbezügen ausgewiesen“ (a.a.O., S. 276). Trotz dieser Vorgaben und dem stärkeren Gewicht, das die Naturwissenschaften in den Bildungsplänen der meisten Bundesländer in den letzten Jahren erhalten haben (Steffensky 2012, S. 40) bleibt fraglich, ob sie in angemessener Qualität und Quantität unterrichtet werden. Sowohl durch nationale als auch internationale Studien wird gezeigt, dass dies bisher nicht der Fall war.

3.1.1 Internationale Studien

Ken Appleton (2007) beschreibt verschiedene Untersuchungen der letzten dreißig Jahre, aus denen hervorgeht, dass Grundschullehrende dazu neigen, naturwissenschaftliche Unterrichtsinhalte zu meiden (Appleton 2007, S. 496). Hauptursachen dafür werden in unzureichendem Fachwissen und gering ausgeprägtem Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich Naturwissenschaften sowie geringer Selbstwirksamkeitserwartung¹⁷ (self-efficacy) hinsichtlich des Unterrichts naturwissenschaftlicher Inhalte gesehen. Mangel an angemessenem Fachwissen wurde bereits 1980 in Untersuchungen des schottischen und englischen Erziehungsministeriums festgestellt; generell fehlte es den Grundschullehrenden in Großbritannien an Zutrauen, Naturwissenschaften zu unterrichten (Harlen 1997, S. 324). Auch in den 90er Jahren gaben in einer Fragebogenstudie in Schottland mit über 500 Teilnehmenden 61 % der Lehrkräfte an, über keine naturwissenschaftlichen Qualifikationen zu verfügen. Im Vergleich von elf unterrichteten Fächern in der Grundschule rangierte das Fähigkeitsselbstkonzept der Lehrerinnen und Lehrer bezüglich naturwissenschaftlicher Inhalte nur auf Platz acht¹⁸ (a.a.O. S. 326–327). Je ausgeprägter die naturwissenschaftliche Bildung der Lehrenden war, desto höher war auch das

¹⁶ Mit lebender oder belebter Natur sind biologische Inhalte gemeint, die nicht lebende oder unbelebte Natur umfasst chemische und physikalische Inhalte.

¹⁷ Auf den theoretischen Hintergrund des Fähigkeitsselbstkonzeptes und der Selbstwirksamkeitserwartung wird in Kapitel 4.1.5 näher eingegangen.

¹⁸ In der Reihenfolge abnehmenden Zutrauens lauten die Fächer: Englisch, Mathematik, Gesundheitserziehung, Sozialwissenschaften, Religion, Sport, Kunst, Naturwissenschaften, Musik, Informationstechnologie und Technologie.

Zutrauen, Naturwissenschaften gut unterrichten zu können. Es konnten verschiedene Strategien identifiziert werden, um mit geringem Zutrauen zurechtzukommen. Dazu zählt beispielsweise das Vermeiden, also das Begrenzen des Unterrichts auf ein Minimum, und die Beschränkung auf Inhalte, in denen größeres Zutrauen bestand. Dies führte dazu, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht überwiegend Biologie unterrichtet wurde¹⁹ (a.a.O., S. 334-335).

In einer Nachfolgestudie, die zehn Jahre später in Großbritannien mit 300 Grundschullehrenden durchgeführt wurde, konnten nur wenige Veränderungen festgestellt werden. In der Gegenüberstellung von sechs Fächern stieg die Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich des Unterrichts von Naturwissenschaften auf Platz drei²⁰ (Murphy et al. 2007, S. 422). Jedoch wurde weiterhin ein Fehlen an Fachwissen und Kompetenz bezüglich Naturwissenschaften festgestellt, woraus wiederum mangelndes Zutrauen resultierte. So bezeichnete die Hälfte aller Befragten fehlendes Zutrauen und fehlende Qualifikation, Naturwissenschaften zu unterrichten, als Hauptproblem von Naturwissenschaften in der Grundschule (a.a.O., S. 428).

Auch Lehramtsstudierende zeigten in einer Untersuchung, welche von Stevens und Wenner in den USA durchgeführt wurde, generell ein schwach ausgeprägtes Wissen in den Naturwissenschaften (Stevens und Wenner 1996, S. 9). Dies resultierte, wie bei den ausgebildeten Lehrerinnen und Lehrern, in mangelndem Fähigkeitsselbstkonzept bzw. mangelnder Selbstwirksamkeit (self-efficacy) und führte über Abneigung zu einem Vermeiden des Unterrichts naturwissenschaftlicher Inhalte (Tosun 2000, S. 374). Eine Ausbildung, die Lehramtsstudierenden aktive Praxiserfahrungen mit persönlichen Erfolgserlebnissen ermöglicht, könnte nach Tosun dagegen entsprechende Wirksamkeitserwartungen verstärken (a.a.O., S. 376). Beim Vergleich der Naturwissenschaften zeigte sich, dass die Studierenden im Studium zwar freiwillig Biologiekurse, jedoch allgemein weniger Physik- und insbesondere kaum Chemieveranstaltungen besuchten (a.a.O., S. 377).

3.1.2 Situation in Deutschland

Eine Bevorzugung biologischer Inhalte gegenüber physikalischen und chemischen findet sich auch Ergebnis deutscher Studien, von denen im Folgenden einige chronologisch vorgestellt werden.

Bereits Ende der 1990er Jahre untersuchten Drechsler und Gerlach in einer Fragebogenstudie die Ausbildung, das Interesse und die Sachkompetenz von Grundschullehrenden bezüglich Naturwissenschaften. Weniger als die Hälfte der 666 Teilnehmenden hatte naturwissenschaftliche Inhalte studiert, von denen wiederum 82 % auf Studienanteile im Fach Biologie fielen, aber nur 18 % auf

¹⁹ Dabei waren sich die meisten Lehrenden ihrer Unzulänglichkeit bewusst und wünschten sich Hilfe in Form von fachbezogenen Fortbildungen, welche das Sammeln eigener Erfahrungen bei konkreten Umsetzungen, Erklärungen von Inhalten, Diskutieren von Vorgehensweisen und Aufzeigen von Alternativen umfassen sollten (Harlen und Holroyd 1997, S. 104).

²⁰ In der Reihenfolge abnehmenden Zutrauens lauteten die Fächer: Englisch, Mathematik, Naturwissenschaften, Geschichte, Geographie und Informationstechnologie.

Studienanteile in den Fächern Chemie oder Physik (Drechsler und Gerlach 2001, S. 217).²¹ Dementsprechend fühlten sich nur 2,6 % der Lehrkräfte in den Bereichen Chemie und Physik kompetent. Daher standen die biologischen Aspekte im Sachunterricht deutlich im Vordergrund und das Thema „Tiere und Pflanzen“ wurde beispielsweise zehnmal häufiger unterrichtet als das Thema „Materialeigenschaften“ (a.a.O., S. 218-219). Auch bei der Analyse des Sachunterrichts in den einzelnen Bundesländern zeigte sich, dass bei der Behandlung von Naturwissenschaften biologische Themen mit Abstand überwogen (Lück 1999, S. 46).

Eine Analyse von 56 Klassenbüchern des vierten Jahrgangs des Schuljahres 1995/96 aus dem Raum Kiel ergab, dass sich chemische Anteile des Unterrichts fast ausschließlich auf den Themenkreis „Wasser-Verdunstung-Wasserkreislauf“ beschränkten, wobei der Lehrplan etliche weitere chemiebezogene Themen forderte (Strunck et al. 1998, S. 77). Der Lehrplan sah zudem etwa gleiche Anteile für Biologie, Chemie und Physik vor, wobei in der Schulwirklichkeit fast zehnmal häufiger biologische als chemische Themen unterrichtet wurden (a.a.O., S. 76). Zudem konnte eine starke Abhängigkeit der behandelten Themen von der Lehrperson festgestellt werden. So nahmen biologische Anteile je nach Klasse zwischen null und 66 % des Sachunterrichts ein, und technische, chemische und physikalische Inhalte zusammengenommen zwischen null und 44 % (ebd.).

Strunck et al. gewannen den Eindruck, dass „naturwissenschaftliche Themen offenbar umso weniger unterrichtet werden, je höher ihr fachlicher Anspruch an die Lehrperson ist“ (a.a.O., S. 77). Insbesondere bei chemischen und physikalischen Inhalten wurden die Lehrplanvorgaben daher häufig unterschritten und dafür biologische Themen überproportional häufig unterrichtet (Möller 2004, S. 69).

Im Rahmen der IGLU-E Studie von 2001 wurden Grundschullehrende nach ihrem Verhältnis zu den Naturwissenschaften befragt. Dabei gaben über die Hälfte der Teilnehmenden an, im Studium ein großes oder eher großes Interesse an Arbeitsweisen und wissenschaftlichen Erkenntnissen der Biologie gehabt zu haben, für Physik interessierten sich nur noch etwa 18 % und für Chemie 15 % (Prenzel et al. 2003, S. 179).

Landwehr (2002) stellte für das Bezugsfach Physik in einer qualitativen Studie fest, dass sowohl Sachunterrichtslehrkräfte als auch Studierende des Sachunterrichts fachliche Unfähigkeit in Bezug auf die Umsetzung physikalischer Themen äußerten (Landwehr 2002, S. 158). Gleichzeitig wurden physikalische Inhalte als unverzichtbarer Bestandteil einer grundlegenden Bildung im Sachunterricht angesehen und einer naturwissenschaftlichen Bildung in der Grundschule eine hohe Bedeutung zugesprochen (Landwehr 2002, S. 255).

Risch und Lück fanden heraus, dass in den Bundesländern statt naturwissenschaftlicher Themen häufig sozialwissenschaftliche und heimatkundliche Inhalte unterrichtet wurden und chemische und

²¹ Da viele Lehrende in der Grundschule ein breites Fächerspektrum und darunter auch Sachunterricht unterrichten, aber oft nur in einigen wenigen Fächern ausgebildet werden, führt dies zwangsläufig zu fachfremd erteiltem Unterricht. Selbst ein großer Teil der Lehrenden, welche Sachunterricht studiert haben, konnte teils nur mangelhafte Kenntnisse chemischer oder physikalischer Inhalte erwerben und ist somit in diesen Bereichen gleichfalls als fachfremd anzusehen.

physikalische Themen im Anfangsunterricht durchschnittlich deutlich unterrepräsentiert waren (Risch und Lück 2004). Ihre Analyse von Klassenbucheinträgen zeigte, dass biologische Themen im Sachunterricht mit einem Anteil von über 40 % deutlich häufiger unterrichtet wurden als Inhalte zur unbelebten Natur mit nur 5,6 % (a.a.O., S. 65).

Im Rahmen einer Fragebogenuntersuchung im Raum Freiburg aus dem Jahr 2006 erachteten es fast alle der knapp 300 teilnehmenden Grundschullehrkräfte als wichtig, naturwissenschaftliche Inhalte bereits in der Grundschule zu thematisieren. Dennoch setzten sie kaum naturwissenschaftliche Themenbereiche im Unterricht um und experimentelles Arbeiten nahm nur einen geringen Anteil ihrer naturwissenschaftlich orientierten Unterrichtsstunden ein. Am ehesten wurden diese Themen noch von Lehrenden thematisiert, die sich im Studium mit Naturwissenschaften beschäftigt hatten (Bröll et al. 2007, S. 39). Es konnte also, wie bei Landwehr (2002), eine Diskrepanz zwischen wahrgenommener Bildungsrelevanz und dem Umsetzungsvermögen der Lehrkräfte festgestellt werden.

Im Jahr 2009, mehr als zehn Jahre nach der Untersuchung von Strunck et al. (1998), wurde in einer weiteren Klassenbuchanalyse festgestellt, dass biologische Themen in Klasse drei und vier weiterhin über die Hälfte der naturwissenschaftlichen Stunden ausmachten, chemische Themen dagegen nur zwischen vier und zwölf Prozent (Altenburger und Staraschek 2011, S. 233–234).

Auch eine neuere Fragebogenstudie, bei der sich etwa 10 % der Grundschulen aus NRW beteiligten, ergab, dass über 80 % der Befragten naturwissenschaftliche Inhalte fachfremd unterrichteten und sich dementsprechend über die Hälfte der Lehrenden nicht kompetent genug fühlten, naturwissenschaftliche Themen in der Schule angemessen zu thematisieren (Peschel 2007, S. 173–174). Bestätigt wurde dieses Ergebnis durch eine weitere Studie, welche ergab, dass eine unzulängliche Ausbildung sowohl an der Universität als auch im Referendariat weiterhin zu mangelndem Fachwissen und dadurch zu Inkompetenzgefühlen gegenüber chemischen Sachverhalten führte (Armstrong und Wöhrmann 2008, S. 34). Über die Hälfte der knapp hundert Befragten erteilte fachfremd Sachunterricht und hatte keine Möglichkeiten, sich während der Ausbildung mit chemischen Themen auseinanderzusetzen. Auch im Rahmen des prima(r)forscher-Projekts der deutschen Telekom Stiftung gaben über die Hälfte der befragten Grundschullehrkräfte (insgesamt 175) an, Naturwissenschaften im Sachunterricht ohne jede Fachausbildung zu unterrichten und nur knapp 16 % fühlten sich gut oder sehr gut für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht qualifiziert (Ramseger 2009, S. 15).

Fachfremd unterrichteter Sachunterricht ist bundeslandübergreifend nicht unüblich und muss als problematisch eingestuft werden, da dieser Unterrichtsbereich im Vergleich zu anderen Fächern einen höheren Grad an Komplexität aufweist und daher in besonderem Maße eine fundierte Ausbildung voraussetzt (Blaseio 2014, S. 29). Dabei ist die Situation der sachunterrichtbezogenen Studiengänge in den Bundesländern äußerst heterogen, beispielsweise variiert der Studienanteil des Sachunterrichts in den Studienordnungen zwischen neun und 60 Leistungspunkten (Gläser und Schomaker 2014, S. 43–45).

Dies ist bedenklich, da mangelndes Fachwissen (und fachdidaktisches Wissen) der Lehrenden nicht nur zu fehlendem Zutrauen bezüglich der Erteilung naturwissenschaftlich orientierten Unterrichts führt, sondern auch im Zusammenhang mit Schülerleistungen steht. So konnten beispielsweise Ohle et al. (2011) zeigen, dass das Fachwissen der Lehrkraft einen positiven Einfluss auf die Leistungen von Schülern hat (Ohle et al. 2011, S. 386).

Neben den Ergebnissen internationaler Studien verdeutlichen somit auch die Ergebnisse der vorgestellten deutschen Studien die Problematik der Umsetzung naturwissenschaftlicher und insbesondere chemischer Inhalte in der Grundschule. Ursachen für die Unterrepräsentanz dieser Inhalte scheinen in fehlendem Fachwissen und damit zusammenhängend in unzureichendem Interesse und Zutrauen der Lehrkräfte bezüglich naturwissenschaftlicher Inhalte zu liegen, welche durch ihre Ausbildung nicht positiv beeinflusst werden konnten. Möller et al. kommen zu dem Schluss, dass „die naturwissenschaftliche Ausbildung von prospektiven und bereits praktizierenden Grundschullehrkräften weltweit als Problem angesehen“ werden muss (Möller et al. 2004b, S. 231).

3.1.3 Eigene Befragung

Einen weiteren Einblick in die aktuelle Situation naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts liefert eine Online-Befragung von Grundschullehrenden in den Kreisen Siegen-Wittgenstein und Olpe, die von der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik der Universität Siegen 2011 durchgeführt wurde (Spitzer und Gröger 2013). Der zugrundeliegende Fragebogen wurde mit meiner Mithilfe entwickelt und getestet. Ziel der Befragung war es, Kenntnisse über die Umsetzung naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht zu erhalten und mögliche Ursachen für die gegenwärtige Umsetzungspraxis zu ergründen. Gefragt wurde u. a. nach Vorbildung, Umsetzung und Einschätzung verschiedener Inhalte des Sachunterrichts sowie nach motivationalen und selbstbezogenen Variablen bezüglich der Bezugsdisziplin Chemie und der Realisation chemischer Inhalte im Sachunterricht.

Insgesamt wurden 46 Grundschulen mit insgesamt etwa 450 Lehrenden angeschrieben, wobei der Fragebogen sich an alle Lehrkräfte richtete, die Sachunterricht lehrten. Der Rücklauf war mit 56 Teilnehmenden sehr gering, so dass die Ergebnisse zwar einen Einblick in die Situation an Grundschulen ermöglichen, aber nicht als repräsentativ angesehen werden können. Es nahmen 41 Lehrerinnen und 15 Lehrer mit einem durchschnittlichen Alter von 45 Jahren teil, die im Mittel bereits 17 Jahre im Schuldienst tätig waren. Zur Vorbildung gab die Hälfte der Teilnehmenden an, in der Schule das letzte Mal Berührung mit chemischen Inhalten gehabt zu haben, ein Fünftel sogar nur bis zur zehnten Klasse. Nur ein Drittel kam im Studium in Kontakt mit chemischen Inhalten. Diese Ergebnisse decken sich mit denen der vorgestellten Studien, wonach Sachunterrichtslehrkräfte insbesondere im chemischen Bereich häufig nur unzureichend ausgebildet sind.

Die Teilnehmenden wurden außerdem gebeten, sechs fachliche Bezugsdisziplinen des Sachunterrichts - Biologie, Chemie, Physik, Sozialkunde, Erdkunde und Geschichte - nach der von ihnen eingeschätzten Wichtigkeit zu ordnen und jeweils die Anzahl der durchschnittlich unterrichteten Themen pro Halbjahr anzugeben. Wie Abbildung 2 zu entnehmen ist, wird dabei der Biologie der höchste und der Chemie der niedrigste Stellenwert zugeordnet. Dies spiegelt sich auch in der Anzahl der behandelten Themen pro Schulhalbjahr wider; durchschnittlich wurden pro Halbjahr 2,33 biologische, aber nur 0,96 chemische Themen unterrichtet.

Auch diese Ergebnisse zeigen den vermuteten geringen Stellenwert, der chemischen Inhalten im Gegensatz zu biologischen zugesprochen wird, sowie ihre entsprechend geringe Repräsentanz im Unterricht.

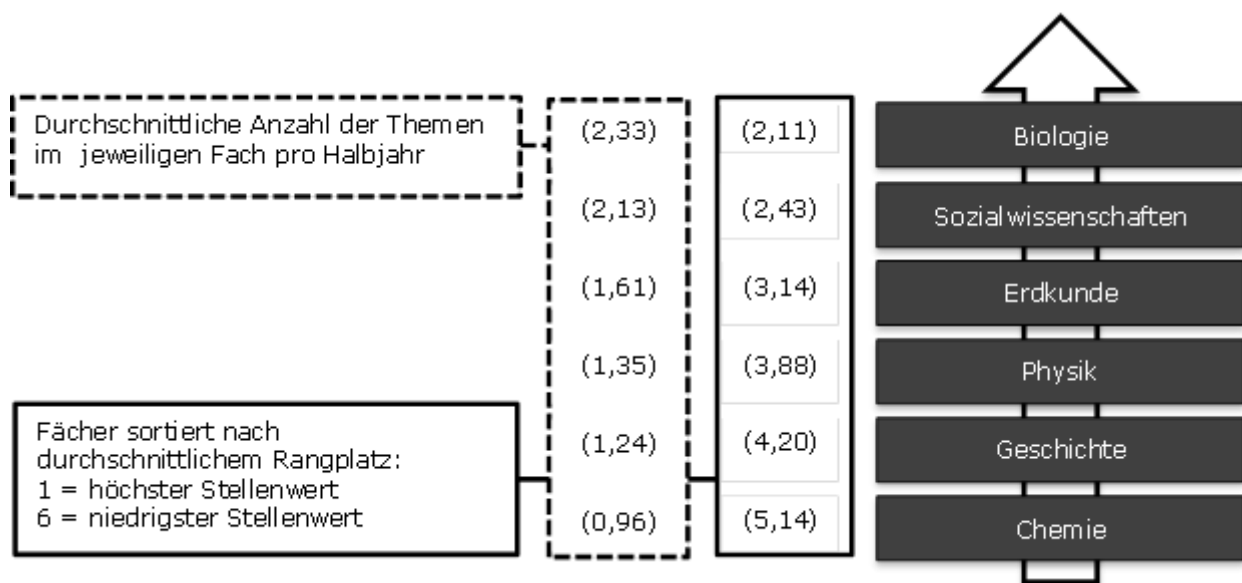


Abbildung 2: Stellenwert der einzelnen Bereiche des Sachunterrichts (Spitzer und Gröger 2013, S. 573)

Auf die Frage, was benötigt würde, um mehr chemische Inhalte im Sachunterricht unterrichten zu können, gaben etwa 70 % der Lehrenden an, dass sie eine Experimentierausstattung, fertige Experimentierkästen und Schülermaterialien benötigen würden. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Mehrheit der Teilnehmenden die materielle Ausstattung als wichtige Voraussetzung für die Behandlung chemischer Inhalte im Sachunterricht ansieht. Diese Auffassung ist problematisch, da eine entsprechende Ausrüstung das Thematisieren chemischer Inhalte sicherlich erleichtert, zur Behandlung vieler Themen jedoch nur wenige und leicht zu beschaffende Materialien benötigt werden. Empfinden Lehrende jedoch eine Abhängigkeit von (nicht vorhandener) Ausrüstung, kann dies die Behandlung chemischer Inhalte im Unterricht weiter einschränken.

Ein weiterer wichtiger Part der Befragung war die Erhebung volitionaler und motivationaler Faktoren in Anlehnung an Möller (Möller 2004). Dies bot sich an, da Möller einer ähnlichen Fragestellung nachging und in einer Fragebogenstudie fachspezifisch-pädagogisches Wissen, Interesse und selbstbezogene Kognitionen zum physikbezogenen Lehren und Lernen bei Grundschullehrkräften ermittelte. Die dort

verwendeten Items ließen sich gut auf chemiebezogenes Lehren und Lernen übertragen. Die subjektive Einschätzung von eigenen Fähigkeiten und Handlungsmöglichkeiten (die sogenannten selbstbezogenen Kognitionen) (Kunter 2011, S. 533) werden dabei mit den Konzepten Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartung erfasst.²²

Aus den von Möller verwendeten neun Skalen wurden sieben ausgewählt und zu diesen auf Chemie bezogene Fragen formuliert. Ein eigenes Formulieren war notwendig, da die Skalen bei Möller zwar beschrieben werden, die einzelnen Items jedoch nicht zur Verfügung standen.²³ In zwei Vortests, zunächst mit 31 und anschließend nochmals mit 59 Grundschullehramtsstudierenden, wurden die Fragen geprüft und umformuliert, bis zufriedenstellende Reliabilitäten für alle Items erreicht werden konnten.²⁴ Die so erprobten Items werden auch für die Untersuchung des Seminars im Freilandlabor verwendet (siehe Kapitel 6.1.4), weshalb sie im Folgenden ausführlich dargestellt werden (die einzelnen Fragen sind im Anhang zu finden).

Eine explorative Faktorenanalyse der Ergebnisse der Online-Befragung zeigt, dass die Items einem schüler- und einen lehrerbezogenen Faktor zugeordnet werden können, wobei Cronbach's Alpha für den schülerbezogenen Faktor 0,943 beträgt und für den lehrerbezogenen Faktor 0,936.

Dem schülerbezogenen Faktor lassen sich die Einschätzung der Bedeutsamkeit chemischer Inhalte für Grundschüler, die Motivierbarkeit von Grundschülern für chemische Inhalte und die Einschätzung der Lernfähigkeit von Grundschülern zuordnen, welche jeweils mit zwei Items operationalisiert werden (siehe Tabelle 1).

Zum lehrerbezogenen Faktor gehören die Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich des Unterrichts chemischer Inhalte, das Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich chemischer Inhalte sowie das Interesse der Lehrkräfte am Fach Chemie und am Unterrichten von chemischen Inhalten, welche jeweils durch zwei bis vier Items erfasst werden (siehe Tabelle 2).

Die Fragen waren mit Hilfe einer vierstufigen Likert-Skala mit „weiß-nicht“ Option zu bewerten, mit einer Abstufung von 1 = stimmt überhaupt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, bis hin zu 4 = stimmt voll und ganz. Eine geradzahlige Stufenanzahl soll helfen, übermäßiges Ausweichen auf eine Neutralkategorie zu vermeiden (Bortz und Döring 2006, S. 180). Somit stellt der Wert 2,5 die Mitte dar; Werte darunter deuten auf eine tendenziell geringe Zustimmung bzw. Ausprägung des Items hin und Werte darüber auf eine tendenziell höhere Zustimmung bzw. Ausprägung.

²² Das Fähigkeitsselbstkonzept und die Selbstwirksamkeitserwartung werden in Kapitel 4.1.5 genauer erläutert.

²³ Auch in der PLUS-Studie („Professionswissen von Lehrkräften, naturwissenschaftlicher Unterricht und Zielerreichung im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe“) untersuchen Möller et al. mit jeweils einer Fragebogenskala das situative Interesse am Unterricht, individuelles Interesse, Kompetenzerleben und Selbstwirksamkeitserwartungen von Grundschülern. Allerdings sind auch hier die konkreten Fragen (mit Ausnahme jeweils eines Beispielitems) nicht aufgelistet und die genannten Fragen sind für Kinder und nicht für Lehrkräfte formuliert (Lange et al. 2012, S. 63).

²⁴ Reliabilitäten (Cronbach's Alpha) zwischen 0,8 und 0,9 gelten dabei als mittelmäßig, Werte über 0,9 als hoch (Weise 1975, S. 219).

Tabelle 1: Items des schülerbezogenen Faktors

Skala	Item
Bedeutsamkeit chemischer Inhalte	Es ist wichtig, dass Grundschüler einige chemische Aspekte im Sachunterricht kennenlernen. Es ist für Grundschüler sinnvoll, chemische Themen im Sachunterricht zu behandeln.
Motivierbarkeit für chemische Inhalte	Es ist leicht, Grundschüler für chemische Themen zu begeistern. Chemische Themen im Sachunterricht motivieren Grundschüler.
Lernfähigkeit von Grundschulern	Es gibt chemische Aspekte, die für Grundschüler angemessen sind. Grundschüler sind in der Lage, chemische Aspekte zu verstehen.

Tabelle 2: Items des lehrerbezogenen Faktors

Skala	Item
Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. des Unterrichts chemischer Inhalte	Ich fühle mich kompetent, chemische Themen im Sachunterricht zu behandeln. Ich habe genug Wissen, um chemische Themen im Sachunterricht behandeln zu können. Es fällt mir überwiegend leicht, chemische Themen im Sachunterricht zu behandeln. Ich kann Kindern chemische Themen verständlich vermitteln.
Fähigkeitsselbstkonzept bzgl. chemischer Inhalte	Es fällt mir leicht, chemische Themen selbstständig zu erarbeiten. Chemie finde ich schwierig.
Interesse am Fach Chemie	Ich habe Interesse an chemischen Themen. Ich finde es spannend, mich mit chemischen Themen zu beschäftigen. Ich beschäftige mich gerne mit chemischen Themen.
Interesse am Unterrichten chemischer Inhalte	Ich unterrichte gerne chemische Themen im Sachunterricht. Ich finde es interessant, chemische Themen im Sachunterricht zu vermitteln.

Tabelle 3 stellt die Ergebnisse des schülerbezogenen Faktors für chemische Inhalte dar. Ihr ist zu entnehmen, dass die Teilnehmenden chemische Inhalte im Mittel als bedeutsam, motivierend und lernbar für Grundschulkinder einschätzen, diesbezüglich also keine Gründe gegen ein Unterrichten chemischer Inhalte gesehen werden.

Die Mittelwerte für Selbstwirksamkeitserwartung und Fähigkeitsselbstkonzept liegen dagegen knapp unter der theoretischen Mitte von 2,5 (siehe Tabelle 4) und zeigen, dass sich die Lehrenden das Unterrichten chemischer Inhalte weniger zutrauen und das Fach Chemie eher als schwierig einstufen. Allerdings weisen die Items des lehrerbezogenen Faktors recht hohe Standardabweichungen auf, was auf relativ große Unterschiede zwischen den Teilnehmenden hindeutet.

Bemerkenswert ist, dass das eigene Interesse am Fach Chemie und auch das Interesse am Unterrichten chemischer Inhalte im Durchschnitt positiv beurteilt werden, wobei auch hier die Standardabweichungen große Unterschiede zwischen den Teilnehmenden aufzeigen. Denkbar wäre auch, dass sich in erster Linie diejenigen Lehrenden mit einem gewissen Interesse an chemischen Inhalten an der Umfrage der Chemiedidaktik beteiligten.

Tabelle 3: Ergebnisse des schülerbezogenen Faktors für chemische Inhalte

Skala	Mittelwert	Standardabweichung
Bedeutsamkeit chem. Inhalte für Grundschüler	3,25	0,46
Motivierbarkeit von Grundschulern für chem. Inhalte	3,52	0,52
Lernfähigkeit von Grundschulern bzgl. chem. Inhalte	3,43	0,46

Tabelle 4: Ergebnisse des lehrerbezogenen Faktors für chemische Inhalte

Skala	Mittelwert	Standardabweichung
Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. des Unterrichts chemischer Inhalte	2,45	0,84
Fähigkeitsselbstkonzept bzgl. chemischer Inhalte	2,48	0,72
Interesse am Fach Chemie	3,03	0,71
Interesse am Unterrichten chem. Inhalte	3,07	0,68

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Befragten im Mittel durchaus Interesse an chemischen Themen haben und auch deren Bedeutsamkeit für die Lernenden erkennen, sich aber deren Umsetzung weniger zutrauen (Janssen et al. 2014a, S. 406). In Übereinstimmung mit den vorgestellten Studien bestätigen diese Ergebnisse zum einen die Vermutung, dass viele Grundschullehrkräfte eher ein negatives Fähigkeitsselbstkonzept und eine negative Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich chemischer Inhalte besitzen und zeigen andererseits, dass sie solche Inhalte vermutlich öfter und mit größerem Zutrauen unterrichten würden, wenn sie eine entsprechende Ausbildung genossen hätten.

3.2 Ursachen für die Unbeliebtheit des Fachs Chemie

Die Unterrepräsentanz chemischer Inhalte in der Grundschule lässt sich, wie oben gezeigt, u. a. auf mangelhafte Ausbildung, fehlendes Zutrauen und geringes Interesse bezüglich chemischer Themen von Studierenden und Lehrenden des Sachunterrichts zurückführen. Forschungen zufolge sind dafür häufig negative Erfahrungen der (angehenden) Grundschullehrenden im Chemieunterricht in ihrer eigenen Schulzeit verantwortlich.

Während die meisten Lernenden zu Beginn ihrer Schulzeit zunächst noch eine durchaus positive Einstellung gegenüber naturwissenschaftlichen Fächern und intrinsisches Interesse an der Natur und den Naturwissenschaften zeigen (Gräber und Nentwig 2002, S. 16), nimmt diese Einstellung in Bezug auf Chemie und Physik im Laufe der Schulzeit deutlich ab (Gräber 1992, S. 270). Der Unterricht in Chemie und Physik wird in der Sekundarstufe I von vielen Schülerinnen und Schülern als uninteressant und schwierig empfunden. Diese Erfahrungen führen dazu, dass die Fächer in der Oberstufe häufig abgewählt werden (Merzyn 2008, S. 138). Die negativen Erfahrungen und die daraus resultierende Abwahl wirken sich später auf die Fächerwahl von Studierenden des Grundschullehramtes aus.

Die eigenen Erfahrungen vieler Grundschulstudenten und –lehrer mit Chemie- und Physikunterricht beeinflussen ihr Verhalten ungünstig (Merzyn 2008, S. 141).

So werden Inhalte der Fächer im Studium, im eigenen Unterricht und in Fortbildungen gemieden.

3.2.1. Gründe für die Unbeliebtheit von Chemie und Physik in weiterführenden Schulen

Sowohl Studien aus Deutschland (z. B. Brämer 2010, S. 11) als auch aus England, Ungarn, Italien und Schweden (Merzyn 2008, S. 14; Osborne et al. 2003, S. 1055–1056) zeigen, dass sich Chemie und Physik in den weiterführenden Schulen zu den unbeliebtesten Fächern entwickeln. Bei jeder Untersuchung liegen diese beiden Fächer zusammen weit hinten auf der Beliebtheitskala. Demgegenüber stellt sich Biologie als ein überdurchschnittlich geschätztes Fach dar, welches durchgehend große Unterschiede zu Physik und Chemie zeigt.

Auf die Beliebtheit eines Schulfaches können eine Fülle von Faktoren wie die Gesellschaft, die Fachwissenschaft, der Lehrplan, die Schule, die Lehrerinnen und Lehrer und die Lernenden Einfluss haben (Bader 2002, S. 399). Im Folgenden werden kurz einige als relevant erachtete Teilaspekte dargestellt, die sich teilweise überschneiden, gegenseitig beeinflussen und zusammengenommen die Einstellung gegenüber den Schulfächern entscheidend mitbestimmen.

Lebensferne der Unterrichtsinhalte und Vernachlässigung von Interessen

Allgemein kann in der Sekundarstufenzeit, im Alter von etwa 10 bis 18 Jahren, eine Interessenabnahme²⁵ in den meisten Fächern beobachtet werden (Merzyn 2008, S. 23–24). Dabei handelt es sich um einen natürlichen Entwicklungsvorgang, bei dem sich das Interesse an vielen verschiedenen Fächern allmählich in individuelle Interessenprofile verwandelt und das mittlere Interessenniveau abnimmt. Das eigene Interessenprofil wird an die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und Begabungen angepasst und nicht passende Interessenbezüge aufgegeben (Krapp 1998, S. 190).

²⁵ Unter Interesse wird dabei ein besonderes Verhältnis einer Person zu einem Gegenstand verstanden, in diesem Fall zu einem Lerninhalt (Merzyn 2008, S. 29; siehe auch Kapitel 4.1.6).

Während in Studien eine besonders ausgeprägte Interessenabnahme in Physik und Chemie beschrieben wird, gehört Biologie zu den wenigen Fächern, welche von den Lernenden über die Jahre hinweg recht konstant als interessant eingestuft werden. Der Interessenrückgang bezüglich Naturwissenschaften im Laufe der Schulzeit ist in der Biologie somit am schwächsten ausgeprägt (Gräber und Nentwig 2002, S. 16).

Das geringe Interesse am Schulfach Chemie ist dabei u. a. darauf zurückzuführen, dass sich der Unterricht stark an den Kernbereichen der Wissenschaftsdisziplin, wie Begriffen oder Gesetzmäßigkeiten, und weniger an den Vorlieben der Lernenden orientiert (Merzyn 2008, S. 29). Diese sind beispielsweise kaum an chemischen Formeln, Theorien oder dem Periodensystem, sondern vielmehr an Anwendungsbereichen wie Lebensmitteln, Umweltfragen, biologisch-medizinischen Inhalten und Themen aus dem Alltag interessiert (a.a.O., S. 38-39). Auch im Rahmen der internationalen Studie *The Relevance of Science Education (ROSE)* wurde festgestellt, dass besonders der lebenspraktische Nutzen und die Anwendung der Naturwissenschaften sowohl für Jungen als auch für Mädchen interessant sind (Holstermann und Bögeholz 2007, S. 72). Dagegen wird beispielsweise die Behandlung von Atomen und Molekülen von den Mädchen zu den am wenigsten interessanten Themengebieten gezählt (a.a.O., S. 78). Eine Fülle an Arbeiten beschäftigt sich im Zusammenhang mit Naturwissenschaften mit den Unterschieden zwischen den Geschlechtern. Insgesamt kann von einem stärkeren Interesse der Jungen an Physik und Chemie ausgegangen werden, während Mädchen sich etwas stärker für Biologie interessieren (Merzyn 2008, S. 129). Zudem unterschätzen Mädchen systematisch ihre Fähigkeiten, besonders in Bezug auf physik- und chemiebezogene Kompetenzen (Labudde und Bruggmann Minning 2010, S. 204). Bei beiden Geschlechtern wird jedoch eine Abnahme des Interesses im Laufe der Schulzeit festgestellt. Auch kann eine Berücksichtigung der Erfahrungswelt sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen gesteigertes Interesse hervorrufen (Krapp 1998, S. 188).

Lernende werden motiviert, sobald sie „fachliche Bezüge in vertrauten Gegenständen und Zusammenhängen sehen lernen“ oder erkennen, wo der behandelte Stoff ihnen im täglichen Leben begegnet oder „in der Natur vorkommt“, also außerhalb des Klassenzimmers oder Labors (Merzyn 2008, S. 44–45). Fragestellungen, in die auch Nachbardisziplinen mit einbezogen werden, stufen Lernende als interessanter ein als Themen, die dem Vorbild von Hochschulvorlesungen folgen (a.a.O., S. 130).

Aus Schülersicht dominieren im Unterricht jedoch die uninteressanten Gesichtspunkte, bei denen keine Verbindungen zur Lebenswelt erkannt werden (a.a.O., S. 42). So stellt Gräber beispielsweise in einer Interessenstudie mit mehr als viertausend Schülerinnen und Schülern der achten bis zehnten Klasse fest, dass die sowohl von Mädchen als auch von Jungen als besonders interessant eingestuften Inhalte im Unterricht der Sekundarstufe I kaum berücksichtigt werden (Gräber und Lindner 2009, S. 93). Das Vermitteln abstrakter Sachverhalte ohne konkrete Beispiele, Lebensweltbezug oder Anwendungsmöglichkeiten verfehlt das Interesse der meisten Lernenden, so dass das Schulfach Chemie als abstrakt und losgelöst von der Lebenswirklichkeit wahrgenommen wird (Möller et al. 2004a, S. 55).

Im Unterricht vermittelte chemische Kenntnisse scheinen für die Lernenden wenig Nutzen für die Bewältigung von Lebenssituationen zu haben, auch in Bezug auf Natur und natürliche Umwelt (Gräber 1992, S. 271).

Die Vernachlässigung der Interessen der Lernenden könnte u. a. auch darauf zurückzuführen sein, dass es Lehrenden schwerfällt, Alltagssituationen zu finden, in denen das Wissen aus dem Chemieunterricht für Jugendliche wirklich nützlich ist (Merzyn 2008, S. 47). Hier setzt die Unterrichtskonzeption *Chemie im Kontext* an, bei der die Verwendung authentischer und relevanter Kontexte (aktuelle und lebensweltbezogene Fragestellungen) als Ausgangspunkt für die Entwicklung chemischer Fachinhalte dient (Parchmann et al. 2008, S. 12). Im Rahmen dieser Konzeption wurden verschiedene Unterrichtseinheiten entwickelt und erprobt. Die „Anwendungsbezüge“ scheinen das Interesse von Lernenden am Schulfach Chemie zu unterstützen, so dass die Motivation im Laufe des Unterrichts der Sekundarstufe zumindest weniger stark abfällt als bei traditionellem Unterricht (Fußangel et al. 2008).

Fehlende Erfolgserlebnisse

Lernpsychologisch ist Lernerfolg direkt mit Lernbereitschaft, Selbstvertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit und positiven Einstellungen gegenüber einem Lerngegenstand gekoppelt (Merzyn 2008, S. 103). Leistungstests wie TIMSS, Schüler-Selbsteinschätzungen und Lehrerberichte zeigen jedoch, dass die Lernerfolge im Physik- und Chemieunterricht häufig nur gering sind (a.a.O., S. 111) und somit negative Einstellungen gegenüber den Fächern begünstigen. Die geringen Lernerfolge zeigen sich in schwachen Leistungen in Physik und Chemie, über die in den vergangenen Jahrzehnten wiederholt berichtet wurde (a.a.O., S. 134).²⁶

Im Vergleich zu anderen Fächern wird in Chemie und Physik zudem besonders streng zensiert, so dass auch daraus Misserfolgserlebnisse resultieren, Lernende das Selbstvertrauen in die eigenen Fähigkeiten dauerhaft verlieren und sich vom Unterricht in diesen Fächern abwenden (a.a.O., S. 119).

Stofffülle

Zur Unbeliebtheit des naturwissenschaftlichen Unterrichts trägt zudem die große Fülle des Unterrichtsstoffes bei (Brülls 2004, S. 31). Diese wird in Lehrplänen vorgeschrieben und führt häufig zu einer Überforderung der Lernenden, da sie oberflächliches Lernen fördert und dabei das gründliche Verstehen von Grundsachverhalten verhindert (Merzyn 2008, S. 97). Lehrende sehen sich durch den resultierenden Zeitdruck gezwungen, ihren naturwissenschaftlichen Unterricht vermehrt frontal zu führen und dabei Übungen, Vertiefungen, Experimente und Begegnungen mit realen Phänomenen zu verringern (a.a.O., S. 100-102). Durch die Einführung des achtjährigen Gymnasiums besteht die Gefahr, dass sich der Unterrichtsstoff noch weiter verdichtet (a.a.O., S. 134).

²⁶ Insgesamt gesehen sind die Kenntnisse der deutschen Bevölkerung bezüglich naturwissenschaftlicher Wissensbestände, Methoden und Arbeitsweisen gering, da in der Schule häufig nur wenige und unzureichende Vorstellungen und Erkenntnisse von und über Naturwissenschaften vermittelt werden (Bierbaum 2007, S. 172).

Schwierigkeitsgrad

Die Schulfächer Chemie und Physik werden von Lernenden und Lehrkräften als besonders schwierige Unterrichtsfächer eingestuft, Biologie hingegen als vergleichsweise einfach (Merzyn 2008, S. 76 ff.). Besonders das Arbeiten mit mathematischen Rechenoperationen, beispielsweise in der Stöchiometrie, empfinden viele als schwierig. Auch die sprachlichen Anforderungen sind vergleichsweise hoch; so werden im naturwissenschaftlichen Unterricht oft Schulbuchtexte verwendet, die das Lesevermögen der Lernenden übersteigen (a.a.O., S 88).

Die Fachsprache²⁷ der Chemie enthält Worte verschiedenster Herkunft, Kunstworte und auch Alltagsbegriffe, die im Kontext des Chemieunterrichts ganz andere Bedeutungen haben als die den Lernenden bekannten. Dies und die häufig wenig an den Kenntnisstand der Lernenden angepasste Verwendung von Fachbegriffen erschweren das Lernen und werden als schwierig erlebt (Bader 2002, S. 404). Nicht nur Begriffe, auch Gesetzesaussagen können Vorerfahrungen und bewährten Vorstellungen im Alltag widersprechen. Da darauf im Unterricht oftmals zu wenig geachtet wird, resultiert häufig ein oberflächliches Lernen und Fehlvorstellungen bleiben bestehen (Merzyn 2008, S. 90).

Die Schwierigkeit der Fächer führt dazu, dass in der Schule eine auffällige Aufteilung von Schülerinnen und Schülern in eine Mehrheit mit geringem Interesse und Erfolg in den Fächern Chemie und Physik und in eine „elitäre“ Minderheit mit hohem Interesse und Erfolg in den Fächern zu beobachten ist. Fatalerweise orientiert sich der Unterricht besonders an der letzten Gruppe und vernachlässigt damit die Bedürfnisse der Mehrheit (a.a.O., S. 136).

Zur Unbeliebtheit der „harten“ Naturwissenschaften tragen eventuell auch stereotype Vorstellungen über diejenigen Lernenden bei, die in diesen Fächern besonders erfolgreich sind. Diesen werden zum Teil negative Eigenschaften wie Unsportlichkeit, geringe Attraktivität oder soziale Inkompetenz unterstellt (Krumbacher 2009, S. 4).

Abstraktheit

Viele Inhalte des Chemieunterrichts sind abstrakter Natur; die Erklärung von Versuchen findet häufig auf einer Ebene statt, in der die Lerngegenstände nicht mehr „sichtbar“ oder manipulierbar sind und somit mit Theorien und Modellen gearbeitet werden muss (Gräber 1992, S. 271). Besonders der Wechsel zwischen makroskopischen und submikroskopischen Betrachtungsweisen in Kombination mit einem hohen Abstraktionsniveau der theoretischen Vorstellungen trägt zur empfundenen Schwierigkeit der Chemie bei (Pfeifer 2002, S. 123). Die Fachsystematik mit ihren Begriffen ist somit „im wörtlichen Sinne un-ein-seh-bar, nicht ein-sichtig“ (Bierbaum 2007, S. 173). Zentrale Begriffe der Chemie wie *Atom*, *Element* oder *Molekül* können nicht aus eigenen Erfahrungen erschlossen werden, sondern sind „Reflexionsbegriffe“, welche „dem Nachdenken über den Zusammenhang dieser Sachverhalte

²⁷ Dabei umfasst die Fachsprache sowohl die verbalen als auch die nonverbalen chemierelevanten sprachlichen Zeichen (Hallpap et al. 2002, S. 73).

entspringen“ (ebd.). Es handelt sich also um Prozesse, die hinter den Erscheinungen verborgen sind und nicht unmittelbar aus diesen resultieren. Bei der Vermittlung solcher Inhalte wird daher anstatt mit der zu lernenden „Sache“ mit didaktischen Materialien wie Modellen gearbeitet. Problematisch dabei ist, dass die Lernenden dabei oft gerade durch diese Didaktisierung die Sache selbst nicht verstehen (a.a.O., S. 174). So beklagt bereits Wagenschein, dass besonders „die Vorgänge, die noch tiefer drinnen, in den winzigsten Räumen ablaufen“ besonders unanschaulich sind und beispielsweise eine räumliche Darstellung von Atomen und Elektronen falsch ist und zu der Fehlvorstellung führt, es handle sich um Gegenstände wie „Erbsen“ (Wagenschein 1976b, S. 6).

Viele Vorgänge der belebten Natur lassen sich dagegen mutmaßlich leichter interpretieren als chemische und physikalische Phänomene, bei denen Erklärungen häufig nicht ohne den „Sprung vom Makroskopischen zum Mikroskopischen“ möglich zu sein scheinen (Woyke et al. 2009, S. 62). Dies könnte erklären, weshalb biologische Inhalte im Vergleich oft als weniger abstrakt empfunden werden, auch wenn in der modernen biologischen Forschung viele submikroskopische Hintergründe eine entscheidende Rolle spielen.

Einstellung gegenüber Chemie

Das Fach Chemie wird häufig mit Gefahren oder Umweltschäden in Verbindung gebracht (Möller et al. 2004a, S. 55) und das schlechte Image von Chemie und Technik, wie Gefahren für Menschen und Umwelt, wurde als ein Grund für die Abkehr vom Chemieunterricht gesehen (Gräber 1992, S. 271). Neuere Untersuchungen deuten jedoch darauf hin, dass diese Faktoren nicht als Hauptursache für die Abkehr vom Chemieunterricht gelten können (Gräber und Lindner 2009, S. 93).

Zwar sehen Schülerinnen und Schüler beispielsweise die Belastung der Umwelt durch Chemie sowie die Verwendung chemischer Stoffe in Nahrungsmitteln und Kleidung als Probleme an, nennen bei Fragen bezüglich ihrer Einstellung zur Chemie jedoch auch positive Aspekte. In repräsentativen Befragungen von Jugendlichen in Deutschland und Großbritannien aus dem Jahr 2004 assoziierten diese Chemie auch mit Arbeitserleichterung, Komfort und Wohlstand und gaben u. a. an, Chemie als wichtigen Faktor für das tägliche Leben und Fortschritte in der Medizin anzuerkennen bzw. aktuelle naturwissenschaftliche Fortschritte zu begrüßen (Merzyn 2008, S. 68–69). Viele Schülerinnen und Schüler waren zwar wenig interessiert am Schulfach, besaßen jedoch ein differenziertes Bild von Chemie, welche sie als wichtig und unverzichtbar einschätzten (Bader 2002, S. 403 und 405)

In einer internationalen Vergleichsstudie von 2013 zu unbewussten Einstellungen gegenüber dem Konzept²⁸ *Chemie* mit Schülerinnen und Schülern aus Deutschland, Kalifornien, Irland und Argentinien zeigte sich, dass nur die Deutschen das Konzept signifikant im leicht negativen Bereich bewerten (Gröger et al. 2014, S. 5).

²⁸ Wie in Kapitel 6.1.3 erläutert, wird hier ein *Konzept* als die Zusammenfassung einander ähnlicher Objekte nach gemeinsamen Merkmalen verstanden, die entstehen, indem diese gemeinsame Merkmale abstrahiert und als Einheit im Gedächtnis gespeichert werden (Hoffmann und Engelkamp 2013, S. 76).

Insgesamt hat sich das Meinungsklima der deutschen Bevölkerung gegenüber der chemischen Industrie seit den 80er Jahren deutlich positiv entwickelt. Das Image und die Akzeptanz der chemischen Industrie sind in den letzten dreißig Jahren gestiegen, ebenso wie die Einschätzung ihrer Wichtigkeit für Wirtschaft und Wohlstand (Schick 2012, S. 12). Dabei wird das Bild der Chemie von Erfahrungen aus der Schulzeit ebenso geprägt wie von Begegnungen mit Firmen, Produkten und Symbolen (a.a.O., S. 13). Somit kann festgehalten werden, dass Jugendliche zwar Bedenken gegenüber einzelnen naturwissenschaftlichen und insbesondere chemischen Entwicklungen zeigen, jedoch in Bezug zu Naturwissenschaften insgesamt eine überwiegend positive Grundhaltung besitzen (Merzyn 2008, S. 70), so dass die Abkehr von den naturwissenschaftlichen Schulfächern auch andere Ursachen haben muss. Es liegt international eine Diskrepanz zwischen der wahrgenommenen Bedeutung von Chemie und Physik und dem Interesse der Lernenden am entsprechenden Unterricht vor; für Biologie und Biologieunterricht scheint diese Diskrepanz dagegen nicht zu bestehen (Osborne et al. 2003, S. 1062).

Fehlende Kontinuität

Wissensgrundlagen mit Bezug zur Chemie und Physik werden in den ersten Schuljahren in der Sekundarstufe meist zunächst nicht aufgegriffen und somit keine Kontinuität des naturwissenschaftlichen Unterrichts über die Klassenstufen aufgebaut (Prenzel et al. 2003, S. 181). Zudem fehlt bisher eine Abstimmung von Inhalten und Konzepten zwischen Elementar-, Primar- und Sekundarbereich, so dass kein kumulativer Wissensaufbau stattfindet. Infolgedessen treten gelegentlich Dopplung von Inhalten und Experimenten auf, was zu einer unbefriedigenden Situation für Lehrende und Lernende führen kann (Steffensky 2012, S. 41).

3.2.2 Auswirkungen auf die Kurswahl in der Oberstufe

Da Chemie in der Sekundarstufe I häufig als uninteressant und schwierig erlebt wird, wählen nur wenige Schülerinnen und Schüler Chemiekurse in der Oberstufe (Merzyn 2008, S. 127).²⁹ Die Wahl von Leistungskursen ist nicht nur abhängig von persönlichen Interessen an den Lerninhalten, sondern auch von der subjektiv wahrgenommenen Leistungsfähigkeit (Abel 2002, S. 195), so dass das Wahlverhalten neben Desinteresse auch fehlendes fachliches Zutrauen in Bezug auf das Fach Chemie widerspiegelt. Biologie wird hingegen bevorzugt, da das Fach als interessanter und lebensnäher empfunden wird (Merzyn 2008, S. 127–128).

Statistische Daten aus NRW zeigen beispielhaft den Unterschied im Wahlverhalten bezüglich der Naturwissenschaften auf. Im Schuljahr 2012/13 besuchten in NRW 48.803 Schülerinnen und Schüler der

²⁹ Hinzu kommt, dass der Chemieunterricht im Gegensatz zum Biologieunterricht in der Regel erst im 7. Schuljahr einsetzt und in NRW in der Sekundarstufe I mit nur sechs Wochenstunden insgesamt unterrichtet werden muss (https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Recht/Schulrecht/APOen/HS-RS-GE-GY-SekI/APO_SI.pdf; zuletzt aufgerufen am 08.04.2015).

gymnasialen Oberstufe einen Leistungskurs Biologie, 13.443 einen Leistungskurs Physik und nur 7.595 einen Leistungskurs Chemie (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2013, S. 84).

In Hinsicht auf die spätere Berufswahl und unter Beachtung, dass im Schuljahr 2012/13 insgesamt 91 % der Grundschullehrkräfte weiblich waren (a.a.O., S. 49), spielt auch die Geschlechterverteilung bei den Kurswahlen eine Rolle: während über 55 % der Teilnehmenden am Biologieleistungskurs aus Schülerinnen bestand, waren dies in Physik nur knapp 17 % und in Chemie etwa 36 %. Schülerinnen wählten fast zehnmal häufiger einen Biologie- als einen Chemieleistungskurs. Viele Mädchen wählen nicht nur Chemie und Physik in der Oberstufe ab, sondern gehen auch in Berufe von denen sie annehmen, dass sie wenig mit diesen Fächern zu tun haben (Bader 2002, S. 405). Von den Lernenden, welche einen Chemie- oder Physikleistungskurs belegt haben, entscheiden sich dagegen vermutlich nur wenige für ein Grundschullehramtsstudium.

3.2.3 Auswirkungen auf Studium und Beruf von Grundschullehrenden

Die Ablehnung gegenüber Chemie und Physik, welche durch den Schulunterricht erzeugt wird, endet nicht mit dem Ende der Schulzeit, sondern erhält sich bei vielen Erwachsenen (Merzyn 2008, S. 141). Wie erwähnt, beeinflussen negative Erfahrungen im Chemie- und Physikunterricht in der Sekundarstufe daher auch den Sachunterricht in der Grundschule, da viele Grundschullehramtsstudierende und Lehrende bewusst Inhalte dieser Fächer im Studium und im eigenen Unterricht meiden (ebd.).

Auch Landwehr konnte zeigen, dass Lehrende und Studierende den selbst erfahrenen Physikunterricht meist als unverständlich, ohne Nutzen für den Alltag und somit als uninteressant und langweilig in Erinnerung haben und dies zu einer ablehnenden Haltung gegenüber dem Fach führte (Landwehr 2002, S. 208). Schulphysik begegnete den Befragten in Form von abstrakten Formeln und Gesetzen und hatte „nichts mit ihren Wahrnehmungen von Natur und ihren subjektiven Erwartungen von Naturerklärungen zu tun“ (a.a.O., S. 279). Diese Ergebnisse sind, wie oben aufgeführt, auch auf den Chemieunterricht übertragbar. So kommt es, dass negative Schulerfahrungen zusammen mit Wissensdefiziten zu mangelndem Kompetenzgefühl von Grundschullehrkräften führen (Kopp et al. 2008, S. 86-87).

Damit einher geht ein entsprechendes Vermeidungsverhalten, welches sich beispielsweise auch in der Absolventenstatistik der Universität Siegen zeigt. Bis zur Einführung des neuen Bachelor-Master-Studiengangs für Lehramter konnten Grundschullehramtsstudierende den Lernbereich Naturwissenschaften wählen. Von insgesamt 1115 Absolventen in den Jahren 2010-2012 hatten nur 88 diesen Lernbereich gewählt, was knapp 8 % der Gesamtstudierenden entspricht. Von diesen wählten 66 das Leitfach Biologie, 18 das Leitfach Chemie und vier das Leitfach Physik, so dass nur etwa 1,6 % der

Studierenden sich vertiefend mit chemischen Sachverhalten auseinandersetzen und nur knapp 0,4 % mit physikalischen.³⁰

Zusammenfassung Kapitel 3

Die Vernachlässigung naturwissenschaftlicher und insbesondere chemischer Themen in der Primarstufe hat verschiedene Gründe. Die dargestellten Ergebnisse internationaler und deutscher Studien sowie die von der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik durchgeführte Befragung zeigen, dass die Ursachen bei den Lehrkräften zu suchen sind. Diese verfügen auf Grund ihrer Ausbildung meist nur über mangelhaftes naturwissenschaftliches Wissen und sind wenig qualifiziert, naturwissenschaftliche Inhalte zu unterrichten. Ein daraus resultierendes Inkompetenzgefühl und ein geringes Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten bezüglich des Unterrichts naturwissenschaftlicher Themen führen dazu, dass entsprechende Lerngegenstände gemieden werden. Dabei ist ein Unterschied zwischen biologischen und chemischen sowie physikalischen Inhalten festzustellen. Die Bezugswissenschaft Biologie genießt unter den Naturwissenschaften den höchsten Stellenwert und wird vergleichsweise häufig unterrichtet; chemische und physikalische Themen werden hingegen als schwieriger und weniger wichtig eingestuft und viel seltener im Unterricht thematisiert.

Die Ablehnung gegenüber Chemie und Physik von Seiten der Lehrenden beginnt häufig bereits in ihrer eigenen Schulzeit, in der die Fächer als lebensfern, abstrakt und uninteressant erlebt werden. Die entsprechenden Unterrichtsinhalte gelten zudem als besonders schwierig und sind so konzipiert, dass viele der Lernenden kaum Erfolgserlebnisse haben und die Fächer daher in der Oberstufe abwählen. Wurden Chemie und Physik in der Schulzeit gemieden, setzt sich dieses Verhalten oft auch im Studium fort, da die entsprechenden negativen Einstellungen erhalten bleiben.

³⁰ URL: <http://kurzlink.de/8QmFVOD65> (zuletzt aufgerufen am 08.04.2015).

4. Theoriebasierte Entwicklung eines Seminars für SU-Studierende

Um die Behandlung chemischer Inhalte in der Grundschule langfristig zu forcieren, muss der Teufelskreis von negativ empfundenem Chemieunterricht in der Schule und daraus folgendem Vermeiden chemischer Inhalte in Studium und Beruf durchbrochen werden. Ein geeigneter Interventionszeitpunkt ist dabei die universitäre Ausbildung von Lehramtsstudierenden. Zweifellos können auch fertig ausgebildete Sachunterrichtslehrerinnen und -lehrer von Fortbildungen profitieren, allerdings erreichen diese Maßnahmen immer nur einen Teil der Lehrenden und durch zeitliche Beschränkungen ist in diesem Rahmen häufig keine gründliche Intervention möglich. Daher erscheint es sinnvoller, bereits während der universitären Ausbildung den Ursachen des Vermeidens chemischer Inhalte Beachtung zu schenken und diesen entgegenzuwirken.

Verschiedene Theorien bieten Lösungsansätze zur Gestaltung entsprechender Veranstaltungen. Unter Beachtung dieser Ansätze weist die Verbindung biologischer und chemischer Betrachtungsweisen naturwissenschaftlicher Inhalte in einer naturnahen Umgebung ein besonderes Potential auf, die Repräsentanz chemischer Inhalte in der Grundschule zu stärken. Auf welche Weise ein solches innovatives Vorgehen eine gesteigerte Aufmerksamkeit für chemische Aspekte und ihren Zusammenhang mit biologischen Hintergründen sowie Interesse, positive Einstellungen und Zutrauen bezüglich chemischer Inhalte und ihrer Vermittlung steigern soll, wird im folgenden Kapitel erläutert.

Abschließend werden Hypothesen zur Wirkung einer entsprechend gestalteten universitären Veranstaltung aufgestellt, die sich aus den Zielen des geplanten Seminars ergeben.

4.1 Konstrukte, Theorien und Lösungsansätze, um der Unbeliebtheit von Chemie entgegenzuwirken

Wie oben dargestellt, lassen sich für die Unterrepräsentanz naturwissenschaftlicher und speziell chemischer Themen in der Grundschule verschiedene Ursachen ermitteln. Vielen Grundschullehrenden mangelt es an entsprechendem Wissen, Interesse und Zutrauen, meist hervorgerufen durch ihren selbst erfahren Schulunterricht, der sich u. a. durch Lebensferne, Abstraktheit, Schwierigkeit und mangelnde Erfolgserlebnisse auszeichnete.

Zu diesen unterschiedlichen Aspekten können zugehörige Konstrukte, Theorien und Lösungsansätze gefunden werden, von denen im Folgenden einige vorgestellt werden, welche geeignet für die Ausbildung von Lehramtsstudierenden des Sachunterrichts erscheinen.

Die gewählten Ansätze überschneiden und ergänzen sich, so dass sie bei der Gestaltung einer Lehrveranstaltung für Sachunterrichtsstudierende sinnvoll kombiniert werden können. Es werden jeweils nur einzelne Elemente der jeweiligen Ansätze übernommen und sollen dementsprechend in ihrer Relevanz für die geplante universitäre Veranstaltung nur kurz erläutert werden, da eine ausführliche Darstellung über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen würde.

4.1.1 Prinzipien Wagenscheins

Einen Ansatz, sowohl das Problem der Lebensferne als auch der Stofffülle und der Abstraktheit von naturwissenschaftlichen Inhalten zu vermeiden, zeigt Martin Wagenschein auf. Dieser eignet sich nicht nur für die Behandlung naturwissenschaftlicher Unterrichtsinhalte in der Grundschule, sondern bietet auch die Möglichkeit, Sachunterrichtsstudierenden diese Inhalte verständlich, interessant und lebensnah zu vermitteln.

Das genetisch-sokratisch-exemplarische Lehren Wagenscheins (1896-1988) wurde u. a. von Siegfried Thiel praktisch-konzeptionell für den Sachunterricht genutzt und von Walter Köhnlein theoretisch-konzeptionell aufgearbeitet (Feige 2004, S. 83–84). Es hat sich als didaktische Konzeption für den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht etabliert (Möller 2002, S. 416). Ein genetisch-exemplarisch-sokratischer Unterricht geht von den Vorstellungen und Deutungen der Kinder zu interessanten (Natur-)Phänomenen aus, um daran anschließend mithilfe von ausgewählten Beispielen und im gemeinsamen Gespräch neue Erkenntnisse zu generieren (Tänzer 2014, S. 69). Damit wird das Ziel verfolgt, „ein Verstehen inhaltlicher Zusammenhänge“ zu ermöglichen und grundlegende Vorstellungen als Basis für weiterführendes, fachliches Lernen zu legen (Möller 2002, S. 416). Dabei wird bereits jungen Kindern zugetraut, einen Zugang zu naturwissenschaftlichen Zusammenhängen zu entwickeln (Feige 2004, S. 89–90).

Der Ansatz wird in drei sich ergänzende Prinzipien unterteilt. Das *genetische Prinzip* ist das umfassendste und übergreift das exemplarische und das sokratische Prinzip (Köhnlein 2000, S. 66).

Das genetische Prinzip ist zentral für die Pädagogik *Martin Wagenscheins*. Genetisches Lehren führt ohne Bruch vom Sehen zum Verstehen, vom Nachdenken über alltägliche und auffällige Naturphänomene in die wissenschaftliche Erforschung der Natur, wie sie sich in unserer Kultur z. B. in der Physik ausgeprägt hat. Zugleich hält es den Rückweg zu den konkreten Erscheinungen offen und stärkt die Verwurzelung des Fühlens und Denkens in den vorwissenschaftlichen Naturerfahrungen der Kinder (Wagenschein et al. 1981, S. 162).

Im Fokus steht somit der Zusammenhang von Ergebnis und Zustandekommen des Wissens, wobei Vorwissen, Erfahrungen und Interessen der Lernenden in den Lernprozess einbezogen werden. Als Ausgangspunkt dienen meist Naturphänomene, die Verwunderung und Erstaunen auslösen und über Entdecken, Handeln und im Gespräch erschlossen werden sollen (Feige 2004, S. 85). Diese Phänomene sollen möglichst einen unmittelbaren Bezug zur Lebenswelt der Kinder aufweisen (Woyke et al. 2009, S. 65). Zudem gilt beim genetischen Lernen der Vorrang des Verstehens gegenüber Stofffülle und zeitlicher Einschränkung (Köhnlein 2000, S. 67). Auch Rehm fragt:

Ist nicht das Verstehen von Naturwissenschaften als selbst vollzogener Prozess (und nicht bloß wissen und kennen und handhaben) nicht eigentlich das höchste Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts? (Rehm 2006, S. 27).

Das *Prinzip des Exemplarischen* bezieht sich auf eine quantitative Stoffbeschränkung auf wenige ausgewählte Beispiele, die besonders charakteristisch für das Fach sind, an denen die typischen Arbeitsweisen besonders klar herausgearbeitet werden können und welche die Möglichkeit bieten,

fundamentale Zusammenhänge aufzudecken. Wagenschein schreibt dazu: „Das Einzelne, in das man sich hier versenkt, ist nicht Stufe, es ist *Spiegel* des Ganzen“ (Wagenschein 2008, S. 32).

Die Bedeutung des klärenden Gesprächs zur Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Gegenstand und zur Förderung des Verstehensprozesses wird durch das *sokratische Prinzip* betont, bei dem das Ziel angestrebt wird, verstandenes Wissen mit eigenen Worten wiedergeben zu können (Feige 2004, S. 86).

Dabei geht Wagenschein davon aus, dass „das Werden, das Erwachen geistiger Kräfte, sich am wirksamsten im Gespräch vollzieht“. (Wagenschein 2008, S. 75)

Nach Wagenschein müssen Naturwissenschaften nicht schwer und abstrakt sein, wenn im Unterricht nicht zu früh mit Abstraktion und Mathematisierung begonnen wird, sondern diese als spätere Ziele des Unterrichts betrachtet werden (a.a.O., S. 15). Dabei seien die aufgeführten Prinzipien nicht nur für den Schulunterricht, sondern auch für die Lehrerbildung bedeutsam, da eine Verbindung von pädagogisch-psychologischen Vorlesungen mit denen der Fachwissenschaft nur durch die „*genetische Metamorphose* des sogenannten Stoffes“ bei den Studierenden richtig „ankommen“ könne (a.a.O., S. 103). Angehenden Lehrerinnen und Lehrern hilft ein genetisches Vorgehen beim Verstehen von Lerngegenständen und damit auch dabei, Kindern die entsprechenden Hintergründe, Zusammenhänge und Erklärungsmuster angemessen zu vermitteln. Die zum Verstehensprozess gehörigen unmittelbaren Phänomene oder Naturerscheinungen sollen Lehrende dazu selbst erfahren und kennen gelernt haben, um auch auf einer höheren Abstraktionsebene den „Durchblick und die Führung mit den Phänomenen“ nicht zu verlieren (Wagenschein 1976b, S. 84). Solche Erfahrungen benötigen ausreichend Zeit, die sowohl den Lehrenden als auch den Lernenden zugestanden werden sollte. Wagenscheins Ansatz wendet sich damit gegen einen Unterricht „der nur nachgeahmten Fachsprache, der nur bedienten Formeln, der handgreiflich mißverständlichen Modellvorstellungen“, welcher „für viele schon in frühen Schuljahren unwiederbringlich die Verbindung zu den Naturphänomenen“ zerreißt und dazu führt, dass man sich nicht gerne an den eigenen Schulunterricht erinnert und erworbene Kenntnisse in kürzester Zeit zerfallen (Wagenschein 1976b, S. 92).

Im genetischen Lehr-Lernarrangement sollen die Studierenden dagegen die Möglichkeit erhalten, Wissen durch eigenes Nachdenken zu erwerben und zu verstehen, indem sie das Erlernete mit ihrer erlebten Wirklichkeit verknüpfen (Adamina und Möller 2010, S. 108).

Der Ansatz des genetischen Lernens hat somit „große Affinität“ zu Conceptual-Change-Theorien. Zudem ergeben sich Berührungspunkte mit konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernarrangements, da der Unterricht beider Ansätzen auf selbstgesteuertes Lernen in sozialen Kontexten abzielt, in denen sich die Lernenden ihr Wissen möglichst selbstständig erarbeiten sollen (Feige 2004, S. 140).

In einem Seminar, welches Prinzipien des genetischen Lernens berücksichtigt, können somit Gründe für die Unbeliebtheit des Faches Chemie wie Abstraktheit, der Gebrauch unverständlicher Fachsprache, Stofffülle und Lebensferne vermieden und das Verstehen von Naturphänomenen gefördert werden.

4.1.2 Moderat-konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernumgebung

Ein konstruktivistisch orientiertes Verständnis von Lehren und Lernen hat sich in der naturwissenschaftlichen Forschung „für Hinweise zur Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen als fruchtbar erwiesen“ (Möller et al. 2004b, S. 233). Auch dieser Ansatz bietet die Möglichkeit, naturwissenschaftliche Inhalte lebensnah und motivierend zu vermitteln. Er zeigt Übereinstimmung mit dem konstruktiv-genetischen Unterricht im Sinne Martin Wagenscheins³¹ und umfasst ein auf verstehendes, kooperatives und problemorientiertes Lernen ausgerichtetes Vorgehen.

In deutschen und internationalen fachdidaktischen Diskussionen wird unter einem konstruktivistisch orientierten Unterricht ein Ansatz verstanden, der sich auf Selbstbestimmungstheorien, Theorien zum situierten Lernen und auf sozial-konstruktivistische Ansätze bezieht. Verwandte Bezeichnungen umfassen Schülerorientierung, Problemorientierung, auf verstehendes Lernen ausgerichteten Unterricht oder kognitiv-konstruierenden Unterricht (Möller 2007, S. 109). Auch Formen forschend-entdeckenden Lernens korrespondieren mit der Gestaltung moderat-konstruktivistischer Lernumgebungen (Tänzer 2014, S. 70). In einem konstruktivistischen Lernverständnis wird davon ausgegangen, dass Lernen ein aktiver, selbstgesteuerter und situierter Prozess ist, bei dem der Lernende das Wissen selber konstruieren muss, wobei wiederum ein Bezug zu Motivations- und Interessentheorien hergestellt werden kann (Möller 2002, S. 420–421).

Diese Fülle an Überschneidungen zu anderen Konzeptionen deutet bereits darauf hin, „dass es nicht ‚den‘ konstruktivistischen Ansatz gibt“ (Winteler 2000, S. 137). Es lassen sich jedoch einige wichtige Prinzipien finden, die für konstruktivistische Lernumgebungen im Allgemeinen gelten können (a.a.O., S. 137-138). Dazu gehören komplexe Ausgangsprobleme, da Komplexität Neugierde erzeugen kann und diese Lernende motiviert, sich mit Problemen auseinanderzusetzen. Zudem sollen Problemstellungen möglichst authentisch und lebensnah sein, da ein persönlicher Bezug und das Erkennen von Anwendungsmöglichkeiten motivieren. Auch das kooperative Lernen im sozialen Austausch kann die Lernmotivation steigern. Wissen gewinnt aus konstruktivistischer Sicht an Bedeutung, wenn es durch die Lernenden aktiv durch individuelle Erfahrungen selbst konstruiert und verändert wird, so dass in der modernen Instruktionspsychologie dafür plädiert wird, Lernende zu möglichst eigenständiger Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand zu motivieren. Dies ist relevant für die Seminargestaltung, da auch Lehrende an Hochschulen Lernumgebungen gestalten sollten, welche selbstgesteuertes Lernen ermöglichen und erleichtern (Winteler 2000, S. 133).

Die durch *moderaten* Konstruktivismus implizierten lerntheoretischen Grundsätze zeichnen sich dadurch aus, dass Lernende insbesondere bei der Bearbeitung anspruchsvoller Inhalte durch Hilfestellungen

³¹ Übereinstimmungen zwischen genetischem Unterricht nach Wagenschein und konstruktivistisch orientierten Theorien zeigen sich u. a. in der Betonung der Bedeutung eines aktiven und konstruktiven Wissenserwerbs. Zudem beinhalten moderat konstruktivistische Lehr-Lernumgebungen unterstützende Maßnahmen der Lehrkraft zur Förderung der Erkenntnisprozesse, wie sie bei Wagenschein durch das sokratische Prinzip realisiert werden (Möller 2001a, S. 21–22).

unterstützt werden. Da konstruktivistisches Lernen ein hohes Maß an Selbststeuerung und Komplexität mit sich bringt und somit die Gefahr besteht, Lernende zu überfordern, ist ein gewisses Maß an Hilfe sinnvoll (Möller 2007, S. 110). Dabei sollte jedoch nur so viel Hilfe wie nötig angeboten werden, um die individuellen Wissenskonstruktionen zu unterstützen (Tänzer 2014, S. 70). Diese Hilfe sollte u. a. die Bereitstellung einer anregungsreichen Lernumgebung, die Einbettung der Inhalte in sinnvolle und anwendungsbezogene Kontexte, das Ermöglichen gemeinsamer Diskussionen und die Förderung kooperativer Lernformen beinhalten (Möller 2002, S. 421-422).

Ein Seminar, welches Grundzügen gemäßigt konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernarrangements folgt, kann somit dazu beitragen, Motivation und Interesse der Studierenden zu fördern und sie dazu anregen, sich Sachverhalte selbstständig zu erarbeiten und sich somit langfristig unabhängig von Hilfen Lehrender zu machen.

4.1.3 Fachwissen und fachdidaktisches Wissen

Fehlendes Wissen zählt zu den am häufigsten genannten Ursachen für mangelndes Zutrauen, naturwissenschaftliche Inhalte zu unterrichten. Dabei zeigen sich Defizite sowohl bezüglich des Fachwissens als auch des fachdidaktischen Wissens. Da sich fachdidaktisches Wissen und Fachwissen der Lehrpersonen auf die Leistungen der Lernenden auswirken, spielt die Ausbildung von Lehrkräften in diesen Gebieten eine entscheidende Rolle (Steffensky 2012, S. 41).

Bezogen auf mangelndes Fachwissen sollten - wie auch die von Landwehr (2002) befragten Sachunterrichtslehrkräfte als Empfehlungen angeben - fundierte theoriegeleitete naturwissenschaftliche Inhalte im Studium verpflichtend gemacht werden (a.a.O., S. 265). Um qualifizierten naturwissenschaftlichen Unterricht durchführen zu können, müssen Lehrende „deutlich mehr über Naturwissenschaften wissen“ als ihre Schülerinnen und Schüler (Murmann 2005, S. 265), wobei es beim Erwerb von inhaltlichem Wissen „um anschlussfähiges, gründliches Erarbeiten und Verstehen einzelner, auch subjektiv bedeutsamer Frage- und Problemstellungen“ gehen sollte (Möller 2002, S. 415). Dies setzt nach konstruktivistischem Verständnis eigene kognitive Aktivität und damit die Selbsttätigkeit der Lernenden voraus (Möller et al. 2002, S. 177). Wie in Kapitel 5.2 näher erläutert, wird daher im Seminar ein vertieftes Wissen über naturwissenschaftliche Phänomene sowohl durch konstruktivistisch orientierte als auch durch genetische Ansätze gefördert. Dazu erfolgt eine Beschränkung auf wenige exemplarische Inhalte, die ausgehend von einfachen fachlichen Hintergründen mit Hilfestellungen der Seminarleitung gründlich und weitgehend selbstständig erarbeitet werden können. Die Scheu vor komplexen theoretischen Hintergründen soll zudem durch anschauliche Experimente, Verknüpfungen mit Alltagserfahrungen und ein zeitlich entspanntes Vorgehen abgebaut werden. Studierende erlernen durch dieses Vorgehen im Idealfall nicht nur fachliche Inhalte, sondern erleben gleichzeitig eine Vorgehensweise, welche sich auch für die Erarbeitung von Themen mit Schülerinnen und Schülern

anbietet. Als weiterer fachdidaktischer Aspekt wird im Seminar eine verständliche und fachlich richtige Vermittlung theoretischer Hintergründe auf Grundschulniveau angesprochen. Eine gelungene didaktische Reduktion kann dabei eher gelingen, wenn Studierende versuchen, sich selber in die Position der Lernenden zu begeben und „Dinge mit den Augen der Kinder zu sehen“ (Köhnlein 2000, S. 71). Daher kann ein möglicherweise geringes Vorwissen der Studierenden zu Beginn des Seminars auch als Vorteil gesehen werden, welches das Hineinversetzen in die Situation der Kinder erleichtert. Durch eine praktische Erprobung von selbstentwickelten Erklärungsansätzen im zweiten Teil des Seminars erhalten die Studierenden zudem die Möglichkeit zu überprüfen, inwieweit diese von den Kindern angenommen und verstanden werden und welche Optimierungsmöglichkeiten bestehen. Um das Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten bezüglich des Vermittelns naturwissenschaftlicher und insbesondere chemischer Inhalte zu stärken, müssen sowohl fachliche als auch fachdidaktische Inhalte Bestandteil eines entsprechenden Seminars für Lehramtsstudierende sein. Dabei soll die Möglichkeit bestehen, das entsprechende Wissen möglichst selbstständig und gründlich erarbeiten zu können, ohne ein hohes Maß an Vorwissen vorauszusetzen.³²

4.1.4 Theorie-Praxis-Relation der universitären Ausbildung

Ähnlich der Kritik an der Lebensferne der Unterrichtsfächer Chemie und Physik scheint fehlender Praxisbezug ein Problem der universitären Ausbildung zu sein, der auch zu Unzufriedenheit und Desinteresse an naturwissenschaftlichen Inhalten des Lehramtsstudiums beiträgt. Jedes Universitätsstudium sollte Theorie und Praxis miteinander verknüpfen, um wissenschaftliche Konzepte und Theorien zusammen mit einem entsprechenden Anwendungsbezug zu vermitteln (Multrus 2012, S. 9). In Bezug auf das Lehramtsstudium wird jedoch häufig beklagt, dass es zu wissenschaftsorientiert sei und schlecht auf die berufliche Praxis vorbereite, wobei die Gefahr besteht, dass der Wissenschaftsbezug der Ausbildung negiert wird (Möller 1996, S. 112). So schätzen 2010 nur etwa acht Prozent der Lehramtsstudierenden Wissenschaft und Forschung im Studium als wichtig ein (Multrus 2012, S. 15) und nur etwa ein Drittel erhofft sich durch Teilnahme an Forschung persönliche oder berufliche Vorteile.³³ Dagegen werden konkrete Praxisbezüge als wichtig erachtet und fast allen untersuchten Studierenden sind Praxisbezüge und praktische Erfahrungen auch auf der Ebene der Lehrveranstaltungen sehr wichtig (a.a.O., S. 18). In den meisten Fachbereichen an den Universitäten scheint jedoch eine Konzentration auf die Vermittlung von Fachwissen stattzufinden, wobei zu wenig auf das Verständnis und die Anwendung des Gelernten eingegangen wird (a.a.O., S. 5).

³² Zum dargestellten Ansatz passt der von Leon Shulman geprägte Begriff des „Pedagogical Content Knowledge“ (PCK), der sowohl Fachwissen als auch pädagogisches Wissen zur erfolgreichen Vermittlung zwischen Kind und Sache umfasst. Dazu gehören beispielsweise erprobte Analogien, Illustrationen, Beispiele und Erklärungsmuster sowie das Wissen über mögliche Schwierigkeiten eines Gegenstandes und die Kenntnis von Vorstellungen und Präkonzepten der Schüler (Schreier 2011, S. 17-19).

³³ Die Daten wurden im 11. Studierendensurvey (AG Hochschulforschung der Universität Konstanz) und im Studienqualitätsmonitor (Hochschulinformationssystem GmbH) erhoben.

In einem Übersichtsartikel über Forschung zur Lehrerausbildung in Deutschland von 1990 bis 2002 stellt Schaefers dar, dass in allen Studien übereinstimmend der defizitäre Praxisbezug im Studium als zentrales Problem genannt wird. Ein Grundproblem der Ausbildung wird in der Relation von Wissenschaftsorientierung und Berufsfeldbezug gesehen, wobei die Kritik des fehlenden Berufsbezugs sowohl die Fachwissenschaften als auch die fachdidaktischen und erziehungswissenschaftlichen Studienanteile betrifft (Schaefers 2002, S. 69–70). Auch Lehrerbildner betonen die Notwendigkeit einer verstärkten Vernetzung von Theorie und Praxis in der Lehrerausbildung, insbesondere, da der Übergang zum Referendariat von Studierenden oft als „Bruch“ erlebt und der Nutzen des Theoriewissens aus der universitären Ausbildung in Frage gestellt wird (a.a.O., S. 76). Neben der universitären Ausbildung besitzt Praxiswissen auch bei der Fortbildung von Grundschullehrkräften zu chemisch-physikalischen Themen einen hohen Stellenwert (Drechsler und Gerlach 2001, S. 224). Sachunterrichtslehrende, welche sich mit der Erarbeitung und Umsetzung chemischer Themen überfordert fühlen, wünschen sich besonders praxisbezogene Fortbildungen (Armstrong und Wöhrmann 2008, S. 35).

Diesem empfundenen Missverhältnis von Theorie und Praxis soll bei der Gestaltung des Seminars zur Forcierung chemiebezogenen Unterrichts in der Grundschule Rechnung getragen werden, indem fachliche und fachdidaktische Inhalte mit direkter praktischer Erprobung verbunden werden. Neben dem Durchführen von Untersuchungen und Experimenten sollen Studierende auch unmittelbare Erfahrungen in der Umsetzung mit Kindern sammeln (siehe Kapitel 5.2). Auf diese Weise kann dem Wunsch von Sachunterrichtsstudierenden entsprochen werden, die Lehr-Lernprozesse erwarten, „in denen die pädagogische Praxis stattfindet, die sie später gestalten sollen“ (Landwehr 2002, S.265), also Lehr-Lernerfahrungen, die handlungs-, teilnehmer- und erfahrungsorientiert sind.

4.1.5 Selbstwirksamkeitserwartung und Fähigkeitsselbstkonzept

Eine Ursache für die Unbeliebtheit des Faches Chemie liegt in den geringen Lernerfolgen und fehlenden Erfolgserlebnissen begründet, welche Lernende während ihrer Schulzeit erfahren. Dies führt langfristig gesehen dazu, dass es sich viele (angehende) Grundschullehrende nicht zutrauen, chemische Inhalte im Sachunterricht kompetent zu unterrichten. Ihnen mangelt es an positiver Selbstwirksamkeitserwartung, der subjektiven Überzeugung, künftige schwierige Aufgaben erfolgreich zu bewältigen (Kopp et al. 2008, S. 88). Das Konzept der Selbstwirksamkeitserwartung, auch Kompetenzüberzeugung genannt, beruht auf der sozial-kognitiven Theorie von Bandura (Schwarzer und Warner 2011, S. 496). Dieser definiert das Konzept folgendermaßen:

Perceived self-efficacy refers to beliefs in one's capabilities to organize and execute the courses of action required to produce given attainment (Bandura 1997, S. 3).

Selbstwirksamkeitserwartung ist demnach kein Maß für Fähigkeiten, sondern eine Überzeugung, unter bestimmten Umständen fähig zu sein, erfolgreich zu handeln (a.a.O., S. 37). Sie bezieht sich zudem nicht auf ein allumfassendes Konstrukt, sondern ist immer auf einen spezifischen Bereich bezogen, weshalb

sich auch Fragen zur Erfassung der Selbstwirksamkeitserwartung auf ein bestimmtes Handlungsfeld beziehen (a.a.O., S. 42). Da das subjektiv wahrgenommene Zutrauen entscheidend ist, beginnen entsprechende Testitems häufig mit „Ich kann...“ (Ferla et al. 2009, S. 499). Diese sind normalerweise aufgabenspezifischer formuliert als Items zum akademischen Fähigkeitsselbstkonzept und beziehen sich auf Erwartungen, die auf die Zukunft gerichtet sind (a.a.O., S. 500).

Nach Bandura beeinflussen vier Faktoren die Entstehung von Selbstwirksamkeitserwartungen. Diese sind in der Reihenfolge abnehmenden Einflusses: die eigenen Erfolgserfahrungen, indirekte Erlebnisse durch Beobachten und Vergleichen mit anderen, verbale Überzeugungen und die Wahrnehmung des eigenen physiologischen und affektiven Zustandes (Bandura 1997, S. 79). Erfolgserfahrungen sind dabei die wirksamsten Quellen für die Ausbildung von Selbstwirksamkeitserwartungen, da sie die authentischste Information über die eigene Leistung liefern (a.a.O., S. 80). Dabei fördern Erfolge, welche Anstrengungen und die Überwindung von Schwierigkeiten verlangen, die subjektive Gewissheit, neue oder schwierige Anforderungssituationen aufgrund eigener Kompetenz bewältigen zu können wirksamer, als Erfolge, welche zwar leicht erreicht werden können, aber bei Misserfolg schnell zu Entmutigung führen. Die Entwicklung einer positiven Selbstwirksamkeitserwartung durch eigenes Handeln baut dabei die kognitiven und selbstregulierenden Anlagen für effektives Handeln auf (ebd.). Zudem wird Selbstwirksamkeitserwartung zusammen mit dem Gefühl der Kompetenz und dem Erleben von Autonomie als ein wichtiger Faktor für die Entstehung intrinsischer Motivation angesehen (siehe Kapitel 4.1.6) (Deci und Ryan 1993, S. 231).

Untersuchungen von Lehramtsstudierenden der Naturwissenschaften und Technik offenbarten, dass die Selbstwirksamkeitserwartung nicht durch Kurse zur reinen Wissensvermittlung, sondern durch Veranstaltungen zur Vermittlung von Lehrmethoden positiv beeinflusst werden konnte. Als hilfreich erwiesen sich zudem u. a. praktische Kurselemente, Gruppenarbeit, Übungen zum eigenen Lehren und ein angenehmes Kursklima (Schwarzer und Warner 2011, S. 505).

Um die Selbstwirksamkeitserwartung Studierender bezüglich der Vermittlung chemischer Inhalte zu stärken, sollte das Seminar demnach in einer angenehmen Atmosphäre Erfolgserlebnisse ermöglichen, deren Erreichen einige Anstrengungen voraussetzt.

Neben der Selbstwirksamkeitserwartung ist auch das Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich chemischer Inhalte von Bedeutung für die Umsetzung chemiebezogenen Unterrichts, da es Aussagen darüber erlaubt, ob sich Studierende die Erarbeitung entsprechender Inhalte zutrauen.

Bereits in der Schule wird das Fach Chemie jedoch meist als schwierig eingestuft, da u. a. wenig auf Vorerfahrungen der Lernenden eingegangen wird, Inhalte oft abstrakter Natur sind und Erfolgserlebnisse ausbleiben. Auch viele angehende Grundschullehrende empfinden das Fach Chemie als schwierig und offenbaren damit ein wenig ausgeprägtes akademisches Fähigkeitsselbstkonzept. Dies bezieht sich auf die subjektive Überzeugung, eine akademische Aufgabe erfolgreich auf einem

bestimmten Level ausführen zu können, wobei dabei die wahrgenommene Fähigkeit bzw. das empfundene Können im Vordergrund steht. Testitems beinhalten meist die Formulierung: „Ich finde es einfach...“ oder „Es fällt mir leicht...“ (Ferla et al. 2009, S. 499). Sie sind normalerweise genereller formuliert als Items zur Selbstwirksamkeitserwartung, zielen oft auf einen Vergleich der eigenen Fähigkeiten mit anderen ab und beziehen sich auf Einschätzungen, die auf vergangenen Erfahrungen beruhen (a.a.O., S. 500). Untersuchungen deuten darauf hin, dass es sich bei der Selbstwirksamkeitserwartung und dem akademischen Selbstkonzept um zwei konzeptionell und empirisch verschiedene Konstrukte handelt, wobei das akademische Selbstkonzept die Selbstwirksamkeitserwartung zu beeinflussen scheint (Ferla et al. 2009, S. 502). Sowohl das Selbstkonzept als auch die Selbstwirksamkeitserwartung sind Beurteilungen der subjektiv wahrgenommenen Kompetenz und haben einen entscheidenden Einfluss auf Motivation, Emotion und Erfolg von Lernenden (ebd.). Bei der Gestaltung des Seminars für Sachunterrichtsstudierende soll daher darauf geachtet werden, Erfolgserlebnisse sowohl bei der praktischen Durchführung von Lehrsituationen als auch beim Erwerb von fachlichem Wissen zu ermöglichen, insbesondere um die Scheu vor dem Verstehen und Vermitteln chemischer Inhalte überwinden zu helfen. Auch hierbei ist eine Beschränkung auf wenige Themen, welche exemplarisch erarbeitet werden, sinnvoll.

4.1.6 Interesse und Motivation

Theorien zu Interesse und Motivation werden herangezogen, um Lösungsansätze für das Problem des geringen Interesses an chemischen Inhalten zu finden, denn ohne „sachbezogenes Interesse der Lehrkraft ist nur schwer guter Sachunterricht möglich“ (Schreier 2011, S. 30). In das Rahmenkonzept des Interesses lassen sich Konzepte und Befunde anderer Forschungsansätze wie konstruktivistische Unterrichtsprinzipien und situiertes Lernen integrieren.

Interessen sind motivationale „Bedingungsfaktoren des Lernens“ und beeinflussen damit schulische und akademische Leistungen (Krapp 1998, S. 185). Interesse ist somit ein wichtiger Faktor für die Förderung der Qualität des Lernens in kognitiver sowie in emotional-affektiver Hinsicht und beeinflusst das Weiterlernen in der Schule und darüber hinaus. Interesse ist keine Haltung oder Einstellung, sondern kann als ein überdauernder „Bezug einer Person zu einem Gegenstand, der sich in der aktiven Auseinandersetzung mit diesem Gegenstand äußert“, definiert werden (Gräber 1992, S. 272). Diese Person-Gegenstands-Konzeption beinhaltet, dass sich Interessenhandlungen durch eine hohe subjektive „Wertschätzung des mit dem jeweiligen Interesse verbundenen Gegenstandsbereichs“ und eine positive „Einschätzung der emotionalen Erfahrungen“ (Krapp 1998, S. 186) auszeichnen. Sie ist eng mit dem Konzept der intrinsischen Lernmotivation und der motivationalen Theorie der Selbstbestimmung (siehe unten) verbunden.

Jemand, der aus Interesse handelt, erwirbt neue Erfahrungen, Wissen und Kompetenzen, während die Handlung von angenehmen Gefühlen begleitet wird und sachfremde (extrinsische) Anreize nicht nötig sind. Umgekehrt kann auch eine als angenehm empfundene und zu Erkenntnisgewinn führende mehrmalige Auseinandersetzung mit einem Gegenstand Interesse erzeugen (Gräber 1992, S. 273). Die Entstehung von Interesse beginnt mit *situationalem* Interesse, dem Resultat einer Wechselwirkung zwischen Person- und Situationsfaktoren. Die Umwelt bzw. (Lern-) Umgebung erzeugt dabei ein kurzfristiges Interesse, welches sich jedoch stabilisieren und zu einem dauerhaften *individuellen* Interesse entwickeln kann (Krapp 1998, S. 190). Diese Entwicklung beruht u. a. auf rationalen Überlegungen, in denen der Interessengegenstand als hinreichend bedeutsam eingeschätzt wird (positive wertbezogene Valenz). Weiterhin wird das Entstehen von Interesse durch positive emotionale Erfahrungen während des Lernens gefördert (positive emotionale Valenz), wenn in Anlehnung an die Motivationstheorie von Deci und Ryan (siehe unten) insbesondere die grundlegenden psychologischen Bedürfnisse nach Kompetenz, Selbstbestimmung und sozialer Eingebundenheit beachtet werden (a.a.O., S. 193). Für den Wissenserwerb spielt die Qualität der Lernmotivation eine wichtige Rolle, da „ein mit positiven Erlebnisqualitäten erworbenes Wissen nach einer längeren Latenzzeit nicht nur besser erinnert, sondern auch mit höherer Wahrscheinlichkeit erneut aktiviert und gegebenenfalls selbstständig erweitert wird“ (Krapp 1998, S. 196). Selbst wenn in einer bestimmten Lernsituation nur ein zeitlich begrenztes situationales Interesse hervorgerufen wird, könne dies helfen, Wissen dauerhaft zu verankern.

Das Seminar zur Steigerung des Interesses an chemischen Inhalten und deren Vermittlung im Sachunterricht soll somit in einer Lernumgebung stattfinden, welche zunächst situationales Interesse erzeugen kann. Ein Freilandlabor mit abwechslungsreicher, naturbelassener Umgebung bietet dazu ideale Voraussetzungen.³⁴ Da biologische Lerninhalte häufig als bedeutsamer eingeschätzt werden als chemische, könnte sich eine Verknüpfung beider Fachbereiche positiv auf die Interessenentwicklung gegenüber chemischen Inhalten auswirken (siehe Kapitel 4.2.3).

Sachunterrichtsstudierende sollen nicht nur in der Entwicklung ihres Interesses an Chemie und am Unterrichten chemischer Inhalte unterstützt, sondern auch motiviert werden, diese in ihrem künftigen Unterricht umzusetzen. Dabei ist der Begriff Motivation nicht eindeutig definierbar; es handelt sich vielmehr um ein mehrdimensionales Konzept, das sowohl Prozesse als auch Merkmale von Personen beschreibt. Zu diesen zählen Gründe für den Beginn und die Richtung eines Verhaltens, die Intensität und Anstrengung bei seiner Durchführung und seine Dauer, aber auch individuelle motivationale Voraussetzungen wie generelle Präferenzen oder affektiv-bewertende Aspekte und Zielvorstellungen sowie der situationale Kontext (Kunter 2011, S. 527–528). Es wird angenommen, dass als positiv und bedeutsam empfundene Handlungen mit Ausdauer und Anstrengung durchgeführt werden (a.a.O., S.532). Generell gelten Menschen als motiviert, wenn sie eine Intention verfolgen und bereit sind,

³⁴ Ein solches Freilandlabor gehört zur Chemiedidaktik der Universität Siegen und wird in Kapitel 5 näher vorgestellt.

bestimmte Mittel zum Erreichen des gewünschten Zustandes einzusetzen (Deci und Ryan 1993, S. 224). Lernmotivation ist damit eine wichtige Voraussetzung dafür, dass sich Studierende intensiv mit Lerninhalten befassen und personale Interessen bilden, um sich auch außerhalb der entsprechenden Lehrveranstaltung mit diesen Inhalten auseinanderzusetzen (Winteler 2000, S. 133). Für das Seminar ist wünschenswert, dass sich Studierende für die Umsetzung chemischer Inhalte mit Kindern interessieren und das Interesse auch für ihren zukünftigen Unterricht beibehalten. Insbesondere intrinsisch motivierte Studierende bringen dabei die benötigten Anstrengungen für eigenständiges und erfolgreiches Lernen mit (a.a.O., S. 134). Eine intrinsische Lernmotivation zeigt sich in der Ausführung einer Handlung um ihrer selbst willen, eine extrinsische Lernmotivation dagegen in der Ausführung einer Handlung, um negative Folgen zu vermeiden oder positive Folgen herbeizuführen. Somit sollte beispielsweise nicht die Aussicht auf Erlangen einer Studienleistung, sondern die Freude bei der Umsetzung mit Kindern die Studierenden zur aktiven Teilnahme am Seminar motivieren.

Deci und Ryan postulieren im Rahmen ihrer Selbstbestimmungstheorie drei angeborene psychologische Bedürfnisse, welche die Motivation beeinflussen, und bezeichnen diese als das Bedürfnis nach Kompetenz oder Wirksamkeit, als das Bedürfnis nach Autonomie oder Selbstbestimmung und als das Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit oder sozialer Zugehörigkeit (Deci und Ryan 1993, S. 229). Diese Bedürfnisse äußern sich darin, dass Menschen sich als handlungsfähig erleben wollen, dabei Ziele und Vorgehensweisen selbst bestimmen sowie sich sozial geborgen fühlen möchten (Krapp 1998, S. 194). Um wahrgenommene Kompetenzen zu stärken und damit intrinsische Motivation zu fördern, ist ein optimales Anforderungsniveau wichtig, bei der eine Aufgabe weder als zu leicht noch als zu schwer empfunden wird. Auch positives informatives Feedback, welches nicht kontrollierend wirkt und sich auf selbstbestimmte Handlungen bezieht, wirkt kompetenzfördernd. Wahlmöglichkeiten und die Äußerung anerkennender Gefühle fördern das Autonomieerleben und damit ebenfalls die intrinsische Motivation (Deci und Ryan 1993, S. 230-231).

Bei der Gestaltung des Seminars für Lehramtsstudierende sollen die Ergebnisse verschiedener Studien Beachtung finden, in denen sich eine motivierende Lernumgebung u. a. dadurch auszeichnet, dass Lehrende hilfreiche Rückmeldungen geben, die Relevanz der jeweiligen Veranstaltung verdeutlichen, Gelegenheiten für Fragen lassen und Lernfreiheit ermöglichen (Winteler 2000, S. 136). Den Studierenden soll außerdem die Möglichkeit gegeben werden, sich als erfolgreich und kompetent zu erleben, um gute Bedingungen für Lernerfolge (Merzlyn 2008, S. 134) und damit zur Förderung der intrinsischen Motivation zu schaffen.

Zusammenfassung Kapitel 4.1

Bei der Gestaltung einer universitären Lehrveranstaltung zur Förderung der Umsetzung chemiebezogener Inhalte im Sachunterricht sollen mehrere, für Lehramtsstudierende als geeignet erachtete Theorien und Lösungsansätze beachtet werden. So zeigt Wagenschein auf, wie durch das

Ausgehen von lebensnahen Naturphänomenen und die Beschränkung auf exemplarische Inhalte der Verstehensprozess unterstützt werden kann. Auch eine moderat-konstruktivistische Lehr-Lernumgebung, in der Studierende sich mit nötiger Unterstützung möglichst selbstständig und aktiv mit Lerninhalten auseinandersetzen, ist förderlich für das Verstehen von Fachwissen und zugleich für das Interesse und die Lernmotivation. Um Selbstwirksamkeitserwartung und Fähigkeitsselbstkonzept der Studierenden zu stärken, sollen diese im Seminar Erfolgserlebnisse erfahren und werden dazu nicht nur bei der Erarbeitung der fachlichen Inhalte, sondern auch bei der praktischen Erprobung mit Kindern unterstützt. Durch eine Verknüpfung der verschiedenen Ansätze sollen die Befähigung und das Interesse der Studierenden bezüglich der Umsetzung chemischer Inhalte verstärkt werden.

4.2 Verbindung von Chemie und Biologie als Lösungsansatz

Wie erläutert, wird unter Beachtung der dargestellten Theorien und Konzepte ein Seminar entwickelt, welches dazu beitragen soll, dass Lehramtsstudierende chemische Themen in ihrem zukünftigen Sachunterricht vermehrt behandeln.

Zur Erreichung dieses Zieles bietet sich die Thematisierung von Naturphänomenen in einer naturnahen Umgebung an, um durch das Aufzeigen des Zusammenhangs chemischer und biologischer Inhalte vermehrt Aufmerksamkeit auch auf eine chemische Perspektive zu lenken. Biologie ist, wie dargelegt, in der Schule die beliebteste Naturwissenschaft und wird sowohl von Grundschullehramtsstudierenden als auch von etablierten Sachunterrichtslehrkräften bei der Themenwahl für ihren Sachunterricht bevorzugt. Das hohe Interesse, die günstige Einstellung und das Zutrauen angehender Lehrkräfte bezüglich des Fachs Biologie sollen dazu genutzt werden, durch das Aufzeigen von Verknüpfungspunkten zu biologischen Inhalten auch die Umsetzung chemischer Themen im Sachunterricht zu fördern. Die Durchführung einer entsprechenden Veranstaltung in einer naturnahen Umgebung bietet dabei den Vorteil, dass durch die Einbettung chemischer Inhalte in einen natürlichen Kontext dieser Zusammenhang unmittelbar ersichtlich wird.

Um den Lösungsansatz zu erläutern, müssen zunächst Begrifflichkeiten wie Natur, naturnahe Umgebung, Chemie und Biologie geklärt werden, bevor eine Beschreibung der verbreiteten Einstellungen gegenüber diesen Konzepten und des Zusammenhangs zwischen ihnen folgt. Im Anschluss wird das Besondere der Umsetzungsidee, die Verlagerung eines Seminars in eine naturnahe Umgebung, und das fächerübergreifende³⁵ Behandeln von Naturphänomenen, erläutert. Abschließend erfolgt eine Darstellung der Ziele des Seminars in Form von zu überprüfenden Hypothesen.

³⁵ Der Oberbegriff „fächerübergreifend“ umfasst dabei verschiedene Arten von Unterricht, die über die Grenzen des eigenen Faches hinausgehen, u. a. fachübergreifenden, fächerverbindenden und integrierten Unterricht (Metzger 2010, S. 32).

4.2.1 Begrifflichkeiten

In der vorliegenden Arbeit wird ein Fokus auf *Naturwissenschaften* und naturwissenschaftliche Inhalte und Phänomene gelegt. Naturwissenschaft ist dabei ein Oberbegriff für die einzelnen empirischen Wissenschaften, die sich mit der systematischen Erforschung der Natur befassen³⁶, wozu neben Biologie, Chemie und Physik beispielsweise auch Astronomie und Geologie gehören. Naturwissenschaften sind ein „gemeinschaftlich von Menschen unter historisch wechselnden Umständen“ hervorgebrachtes Kulturprodukt, welches „wissenschaftliche Bemühungen um Naturkenntnis unter dem Aspekt *zweckgerichteter menschlicher Handlungen*“ umfasst (Janich 1992, S. 167). Die GDSU beschreibt Naturwissenschaften im Perspektivrahmen von 2013 als Wissenschaften, welche „Sachverhalte und Zusammenhänge der lebenden und nicht lebenden Natur sowie das Verhältnis des Menschen zur Natur“ untersuchen (a.a.O., S. 37). Im Folgenden sollen unter Naturwissenschaften in erster Linie Biologie, Chemie und Physik und damit die Bezugsdisziplinen der naturwissenschaftlichen Perspektive des Sachunterrichts, verstanden werden. Auch in Schulbüchern und anderen schulischen Kontexten (Schulz 2004, S. 13) erfolgt meist eine pragmatische Begrenzung auf diese drei Fächer.

Natur

Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler beschäftigen sich mit der Erforschung der Natur, wobei eine allgemeingültige Definition von Natur kaum möglich ist, da es sich um einen traditionsbeladenen und historisch vieldeutigen Begriff handelt, der je nach Perspektive mit unterschiedlichen Vorstellungen verbunden ist (Oldemeyer 1983, S. 16). Ohne eine philosophische Reflexion des Begriffes zu bemühen, kann Natur beispielsweise im Gegensatzpaar *natürlich-künstlich* gesehen werden. Der Naturbegriff beschreibt in diesem Fall die Natur als das von sich aus Gewordene, etwas, was nicht vom Menschen geschaffen oder verändert wurde (Heitzmann 2007, S. 74). Ergänzend dazu wird Natur auch als Gegenteil von Kultur aufgefasst, wobei sich Kultur vom lateinischen Wort für Ackerbau ableitet und somit Veränderungen und Erzeugnisse durch menschlichen Eingriff in die Natur umfasst. Natur ist demnach das „vom Menschen nicht Gemachte“ (Janich 1992, S. 167). In Lexika wird der Begriff als „alles, was an organischen und anorganischen Erscheinungen ohne Zutun des Menschen existiert oder sich entwickelt“ und als „Gesamtheit der Pflanzen, Tiere, Gewässer und Gesteine als Teil der Erdoberfläche oder eines bestimmten Gebietes, das nicht oder nur wenig von Menschen besiedelt oder umgestaltet ist“ definiert.³⁷ Etwas Natürliches ist somit etwas zur Natur Gehörendes oder in der Natur Vorkommendes, was nicht künstlich von Menschen nachgebildet wurde.

³⁶ URL: <https://siegen-ub.brockhaus-wissensservice.com/brockhaus/naturwissenschaften> (zuletzt aufgerufen am 18.04.2015).

³⁷ URL: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Natur> (zuletzt aufgerufen am 18.04.2015).

Da es jedoch heutzutage auf der Erde keine Räume mehr gibt, die nicht direkt oder indirekt durch Stoffströme der Menschen beeinflusst sind, muss von einer anthropogen geformten Natur gesprochen werden (Gebhard 2008, S. 28). Nach Böhme schließt künstliche Natur künstlich geschaffene Landschaften oder Renaturierungsprojekte mit ein, bei denen es sich um einen Ersatz oder eine Wiederherstellung bzw. eine Zurückführung in einen naturnahen Zustand handelt (Böhme 1996, S. 101-102). Passend zu diesen Überlegungen prägt Markl den „*Traditionsnaturbegriff*“ (Markl 1989, S. 76), um den Naturzustand zu beschreiben, den eine extensive, nichtindustrielle, traditionelle Landwirtschaft erhalten hat und „Naturähnlichkeit, nicht wirklich unberührte Natur im Blick hat“ (Markl 1989, S. 75). Es handelt sich um einen Zustand „*recht* großen Artenreichtums, *recht* annehmbarer Biotop- und Landschaftsvielfalt“ (ebd.), also eine Beschreibung begrenzter menschlicher Eingriffe in die Natur. Auch für die Beschreibung des Freilandlabors FLEX bietet sich der Traditionsnaturbegriff an, da es sich nicht um „unberührte“ Natur handelt, sondern um ein Areal, bei dessen Gestaltung unterschiedliche Lebensräume für eine Vielzahl an Tier- und Pflanzenarten geschaffen wurden, auf dem diese sich vom Menschen relativ ungestört ausbreiten können. Das Freilandlabor ist damit als ein Stück naturnah gestalteter künstlicher Natur zu verstehen (Gröger et al. 2014, S. 3).

Biologie

Die Naturwissenschaft, die im allgemeinen Bewusstsein am stärksten mit Natur in Verbindung gebracht wird (Brämer 2010, S. 11), ist die Biologie. Sie befasst sich mit der Erforschung des Lebens (Campbell und Reece 2003, S. 1), genauer gesagt ist sie die Wissenschaft, die sich mit der Erforschung der Entstehung des Lebens, seiner Entwicklung, seinen Erscheinungsformen und seinen Gesetzmäßigkeiten befasst (Ernst 2001, S. 14).

Chemie

Im Gegensatz zur Biologie wird der Begriff Chemie häufig antagonistisch zur Natur gesehen und somit „im allgemeinen Sprachgebrauch manchmal mit »chemischer Industrie« gleichgesetzt und »chemisch« oft auch im Gegensatz zu »natürlich« verwendet“.³⁸ Dies ist ein Problem, auf das in den kommenden Kapiteln näher eingegangen wird. Dabei ist Chemie „die Wissenschaft von der Zusammensetzung, der Entstehung und den Eigenschaften aller natürlich vorkommenden Stoffe und von den Möglichkeiten ihrer künstlichen Veränderung“ (Markl 1992, S. 139). Chemie ist damit die Wissenschaft, „die sich mit der *Charakterisierung, Zusammensetzung und Umwandlung* von Stoffen befasst“ (Mortimer et al. 2014, S. 19). Im RÖMPP (Lexikon der Chemie) wird Chemie nach einer Definition der American Chemical Society von 1963 durch die Beschäftigung mit folgenden Merkmalen definiert:

³⁸ URL: <https://siegen-ub.brockhaus-wissensservice.com/brockhaus/chemie-0> (zuletzt aufgerufen am 17.04.2015).

1. Chemischen Elementen im freien oder gebundenen Zustand;
2. Reaktionen, Umsetzungen, Umwandlungen und Wechselwirkungen der chemischen Elemente und ihren Verbindungen;
3. Bestimmung, Steuerung und Voraussage, Deutung und Auswertung, Anwendung und den Mechanismen der unter 2. aufgeführten Prozesse;
4. Grunderscheinungen und Kräften der Natur hinsichtlich ihrer Anwendung auf Reaktionen, Extraktionen, Kombinationen, Prozesse, Additionen, Synthesen, Zersetzung, Kennzeichnungen und Analysen.³⁹

Wie erwähnt, umfasst die Verwendung des Begriffs *Chemie* im allgemeinen Sprachgebrauch „sowohl Produkte der chemischen Industrie als auch die Lehre von den Stoffen und ihrer Umwandlung sowie eine naturwissenschaftliche Disziplin“ (Kaufmann 2000).⁴⁰ Wichtig wird diese erweiterte Begriffsbedeutung bei der Betrachtung des Akzeptanzproblems der Chemie, da in der alltäglichen Kommunikation häufig nicht zwischen Auswirkungen der technischen Anwendungen und der Wissenschaft unterschieden wird (Hofheinz 2008, S. 9).

4.2.2 Einstellungen gegenüber Chemie, Biologie und Natur

Die Worte „Chemie“ und „Chemikalien“ und die gesamte dazugehörige Fachdisziplin sind in weiten Teilen der Bevölkerung eher negativ belegt (Weitze 2007, S. 140); „Natur“ und „Biologie“ werden im Gegensatz dazu positive Attribute zugeschrieben. Auch wenn diese Zuschreibungen nicht die Hauptursache für die Bevorzugung biologischer und die Ablehnung chemischer Inhalte durch Lehrende und Sachunterrichtsstudierende sind (siehe Kapitel 3.2.1), können sie doch Einfluss auf die Einstellungen gegenüber den entsprechenden Fächern haben. Dies ist auch deswegen von Bedeutung, da affektive Haltungen zu einem Inhalt Lernzuwächse im kognitiven Bereich beeinflussen (Bader 2002, S. 399).

Die positive Einstellung und das Interesse an Biologie und biologischen Themen kann im Seminar genutzt werden, um sie auf chemische Inhalte und das Fach Chemie zu übertragen. Ein solcher „Motivationstransfer“ erfolgt somit von einem beliebten auf ein unbeliebtes Fach und soll eine gesteigerte Leitungsbereitschaft gegenüber dem unbeliebteren Fach bewirken (Vetrovsky und Anton 2008, S. 34).

Meinungen und Ansichten über Chemie unterscheiden sich darin, ob eher ihr Nutzen oder der durch sie verursachte Schaden gesehen wird (Janich 1992, S. 162). Die Diskussion darüber wird oft wenig sachlich geführt, es „stört eben sehr viele Leute nicht, das zu verteufeln, was sie gleichzeitig ständig begehren

³⁹ URL: <https://roempp.thieme.de/roempp4.0/do/data/RD-03-01137> (zuletzt aufgerufen am 18.04.2015).

⁴⁰ „Da Forschungsprozesse in Universitäten und in anderen Forschungseinrichtungen für den Laien wenig transparent bleiben, meint ‚Chemie‘ in großen Kreisen der Bevölkerung nicht nur die Wissenschaft, sondern auch – und oft sogar vornehmlich – die großindustrielle Produktion“ (Kaufmann 2000).

und benutzen“ (Markl 1987, S. 1136). Im Seminar soll daher versucht werden, eine möglichst objektive Sicht auf die Naturwissenschaften zu vermitteln.

Chemisch wird im Alltag und in den Medien häufig mit unnatürlich, unbiologisch und unbekömmlich gleichgesetzt, wohingegen *biologisch* für gesund, schön und gut verwendet wird (Markl 1991, S. 1). Entsprechende Werbung findet sich beispielsweise zu vielen Produkten der Kosmetik- und Lebensmittelindustrie (Gröger et al. 2014, S. 3). Diese Sichtweise gründet sich u. a. auf weit verbreiteten „mageren Chemiekennnissen“ (Markl 1991, S. 1), so dass vor allem „jene viele, die von Chemie zu wenig wissen“ (Markl 1992, S. 139), Chemie als Gegenteil von Natur wahrnehmen und die Adjektive „chemisch“ und „biologisch“ antithetisch verwenden. Ein Ziel des Seminars ist es daher, Studierenden Kenntnisse chemischer Sachverhalte, gerade auch in Bezug auf Naturphänomene, zu vermitteln. Mit dem Wissen um die unmittelbaren Beziehungen zwischen biologischen und chemischen Phänomenen einer naturnahen Umgebung sollen gegensätzliche Einstellungen, die mit den Begriffen „Biologie“, „Chemie“ und „Natur“ verbundene sein können, angenähert werden.

Nicht nur die Studierenden, sondern auch die Kinder, welche im Rahmen des Seminars in das Freilandlabor eingeladen werden, könnten von einer Thematisierung des Naturbezugs chemischer und biologischer Inhalte profitieren.

Vielleicht bietet die frühzeitige Hinführung zu Themen der unbelebten Natur die Möglichkeit, die bisherige – auch emotional – vollzogene Trennung zwischen Biologie einerseits und den so genannten „harten“ Naturwissenschaften andererseits aufzuheben, um so zu einer vorurteilsfreien und ganzheitlichen Sichtweise der Naturwissenschaften zu gelangen, bei der Aussagen wie „chemische Nahrungsmittel“ einmal einer früheren Generation angehören werden, die noch zwischen „guter“ Biologie und „lebensfeindlicher“ Chemie und Physik unterschied (Lück 1999, S. 48).

Abgesehen davon, dass Biologie mit Chemie untrennbar verbunden ist, können auch die Vorzüge und die Bedeutung chemischer Verfahren und Produkte kaum ignoriert werden. Menschen wären seit jeher ohne chemische Prozesse wie die Nutzung des Feuers, den Gebrauch von verschiedenen Werkstoffen zur Herstellung von Werkzeugen oder die Verwendung von chemischen Pflanzeninhaltsstoffen nicht lebensfähig gewesen und hätten keine Kultur ausbilden können (Markl 1991, S. 3). Auch in unserer heutigen technischen Zivilisation prägt die moderne Chemie nahezu jeden Lebensbereich, beispielsweise in Form von pharmazeutischer Chemie, Kunststoff- und Nahrungsmittelchemie und Chemie in der Landwirtschaft oder Technik (Janich 1992, S. 161). Als gefahrvoll und unerwünscht angesehene chemische Technologien und Verfahren tragen dazu bei, die Existenz der Menschheit in der Zukunft zu sichern, sei es im Bereich der Energiegewinnung, der Nahrungsmittelherstellung oder der Medizin (Markl 1991, S. 5–6). Die Bedeutung chemischer Produkte und Verfahren kann im Seminar zumindest in Ansätzen verdeutlicht werden, beispielsweise bei der Thematisierung pflanzliche Heilstoffe (siehe Kapitel 5.3).

Während das Bild der Chemie häufig negativ gefärbt ist (Krischer und Gröger 2013, S. 563), werden Natur und Biologie oft in einem einseitig positiven Licht gesehen, obwohl auch diese nicht nur harmlos sind. Da der Mensch wie alle anderen Lebewesen natürlich-chemisch funktioniert, kann ihm die „ganz

normale Natur“ chemisch gefährlich werden (Markl 1992, S. 149). Die potentesten bekannten Gifte und Karzinogene werden von Tieren und Pflanzen produziert, so dass es ein Trugschluss ist „das Natürliche für chemisch harmloser als das Künstlich-Chemische zu halten“ (Markl 1992, S. 150).

Dennoch herrscht in der deutschen Bevölkerung eine einseitig positive Einstellung gegenüber Natur vor, was sich beispielsweise auch in der Naturbewusstseinsstudie zeigt, einer bundesweiten repräsentativen Umfrage vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Die überwiegende Mehrheit der gut 2000 Befragten verbindet Natur mit Gesundheit, Erholung und Wohlbefinden und gibt an, dass Natur zu einem guten Leben dazugehöre (Küchler-Krischun et al. 2014, S. 38). In diesen Zusammenhang passt auch das romantisch überhöhte Bild von Natur, wie es im Jugendreport Natur (Brämer 2010) beschrieben wird. In dieser Studie mit über 3000 Kindern und Jugendlichen der sechsten und neunten Klasse wurde Natur einerseits verklärt, andererseits erwiesen sich jedoch der Kontakt zur Natur und das Wissen um natürliche Vorgänge als erheblich eingeschränkt. Bei der Frage, in welchen Schulfächern viel über „Natur“ gelernt würde, wurde die Biologie mit 82 % an erster Stelle genannt, für die *Naturwissenschaft* Chemie gaben dagegen 40 % der Befragten an, „fast nichts“ über Natur gelernt zu haben (a.a.O., S. 11). Im zugehörigen Lehrerreport Natur (Kalowsky et al. 2010) wurden zusätzlich Lehrerinnen und Lehrer verschiedener Schulstufen befragt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass die Vorstellung der guten Natur und des bösen Menschen (a.a.O., S. 5) sowie die Einschätzung, dass Schülerinnen und Schüler in Biologie viel über die Natur lernen, in Chemie und Physik jedoch nur begrenzt, auch bei Lehrkräften vorhanden ist (a.a.O., S. 9).⁴¹

Im Seminar soll daher zum einen versucht werden, die Einstellung gegenüber chemischen Inhalten positiv zu beeinflussen, indem diese mit Phänomenen aus und in der Natur verknüpft werden. Zum anderen soll die einseitig verklärte Sicht auf Natur und Biologie relativiert werden, indem beispielsweise die Auswirkung von giftigen Pflanzeninhaltsstoffen behandelt wird. Insgesamt soll somit eine fachwissenschaftlich fundierte, objektivere Sicht auf die Naturwissenschaften unterstützt werden.

4.2.3 Zusammenhänge zwischen Biologie und Chemie

Im Seminar soll u. a. die Tatsache verdeutlicht werden, dass durch die Deutung physikalisch-chemischer Phänomene auch ein Verständnis von Zusammenhängen biologischer Systeme gewonnen werden kann (Lück 1999, S. 48), da sich Phänomene der belebten Natur durch das Wissen um physikalische und

⁴¹ Natur und Biologie bzw. natürlich und biologisch werden häufig gleichgesetzt und mit ähnlich positiven Attributen verbunden. Allerdings erscheint es inzwischen doch manchen fraglich geworden zu sein, das „Biologische“ mit dem „Natürlichen“ gleichzusetzen (Kaufmann 2000, S. 120). So hat die Wissenschaft Biologie über eine lange Zeit hinweg nur wenige Forschungsbeiträge geleistet, welche unmittelbar technisch verwertbar gewesen waren, was sich mittlerweile jedoch geändert hat (Werth 1991, S. 127). Beispielsweise bringen heute Genetik oder Biotechnologie immer neue Verfahren hervor, die für viele Menschen nicht mehr „natürlich“ sondern „künstlich“ sind und auf wenig Akzeptanz stoßen (Kaufmann 2000, S. 120). Trotz dieser Änderung verstehen vermutlich viele unter Biologie in erster Linie traditionelle Teildisziplinen wie Zoologie und Botanik und weniger Biotechnologie oder Genetik, so dass Biologie im Gegensatz zur Chemie immer noch ein deutlich positiveres Image besitzt (siehe Kapitel 6.1.3).

chemische Phänomene und ihre Gesetzmäßigkeiten erklären lassen (Woyke et al. 2009, S. 63). Eine Verdeutlichung dieser Zusammenhänge soll helfen, den von vielen empfundenen Gegensatz zwischen Chemie und Biologie oder Chemie und Natur zu überwinden (Gröger et al. 2014, S. 6). Dies scheint wichtig, da wir „nichts in der sinnlich erfahrbaren Welt wirklich verstehen, wenn wir nicht auch dessen stoffliches Substrat begreifen“, womit die „Natürlichkeit der Chemie“ im Grunde trivial und selbstverständlich ist (Markl 1991, S. 1). Biologie ist somit ohne Chemie nicht denkbar, da alles Leben auf chemischen Grundlagen beruht und alle Lebenserscheinungen eines chemisch definierbaren Trägers bedürfen. Der in der Öffentlichkeit verbreitete Antagonismus zwischen Biologie und Chemie ist daher paradox (Markl 1987, S. 1128). Eine Trennung in belebte und unbelebte Natur ist zudem problematisch, da beim Übergang von Molekülen zur Zelle „die unscharfe Grenze zwischen toter Materie und Leben“ überschritten wird (Campbell und Reece 2003, S. 31).

Hinzu kommt, dass Biologie und Chemie heute als Wissenschaften auch instrumentell-methodisch und konzeptionell eng miteinander verflochten sind, sei es in medizinisch-pharmazeutischen, lebensmittel-agrarchemischen oder biotechnologischen Gebieten oder allgemein bei der Aufklärung von molekularen Lebensvorgängen. „Es lässt sich keine Grenzlinie zwischen rein chemischer und rein biologischer Forschung und Produktion ziehen“ (Markl 1991, S. 7). Viele Fachgebiete sind interdisziplinär zwischen beiden Naturwissenschaften angesiedelt, etwa die bioorganische und die bioanorganische Chemie oder die Biochemie, welche sich mit der Chemie der Lebensvorgänge befasst, um chemische Prozesse des Zellgeschehens wie Energiestoffwechsel und Regulationsmechanismen zu untersuchen.⁴² Da die Übergänge zwischen den verschiedenen Disziplinen fließend sind, ist es schwer, einzelne Fachrichtungen zu unterscheiden (Köhn 2014, S. 142–144). Und auch die Physik ist untrennbar mit den anderen Naturwissenschaften verknüpft, da alle Lebenserscheinungen chemischer Natur sind und alle chemischen Reaktionen wiederum auf der Grundlage physikalischer Naturgesetze beruhen (Markl 1987, S. 1133). Zusammenhänge zwischen biologischen, chemischen und teilweise auch physikalischen Grundlagen von Naturphänomenen sollen daher im Seminar verdeutlicht werden.

4.2.4 Fächerübergreifendes Vorgehen

Da in der Natur keine Einteilung in die einzelnen Fächer herrscht (Campbell und Reece 2003, S. 31), soll auch im Seminar auf eine strikte Unterteilung in die einzelnen Bezugsdisziplinen Chemie, Biologie und Physik verzichtet werden. Schon Wagenschein plädiert dafür, in der Schule zunächst keine Gliederung in einzelne naturwissenschaftliche Fächer vorzunehmen, um einen Bruch zwischen Naturerlebnis und Naturwissenschaften zu vermeiden (Wagenschein 1976a, S. 153). „Anfangs sind Fächer nicht da. Im Kinde nicht, in seiner Natur und im Leben nicht“ (a.a.O., S. 156). Eine Trennung wäre so „als ob die

⁴² Als übergeordnete Disziplin befasst sich beispielsweise auch die chemische Biologie mit der Entwicklung und Anwendung chemischer Techniken und Werkzeuge zur Aufklärung biologischer Fragen, speziell auf molekularer Ebene.

Steine der Physik gehörten und die Pflanzen der Biologie: die verwitterten Steine, die die Pflanze in ihren Stoffwechsel einbezieht, gehören auch zur Biologie“ (a.a.O., S. 29). Der Lehrer soll daher Naturwissenschaften nicht getrennt, sondern aus der Sicht des Kindes im Zusammenhang betrachten.

Das wird ihm in den Naturwissenschaften erschwert, wenn er glaubt, die Fächer Biologie, Physik, Chemie unterschieden sich dadurch voneinander, daß sie aus der Welt der Dinge die Tiere, die Pflanzen, die Steine, die Apparate wie mit einem Besen in verschiedene Ecken kehrten (ebd.).

Im Seminar soll daher ein solches „Schubladendenken“ möglichst vermieden werden.

Auch in der fachdidaktischen Literatur zum Sachunterricht werden physikalische, chemische und technische Inhalte oft zusammenhängend thematisiert, da zwischen den einzelnen Bezugsdisziplinen eine enge Wechselbeziehung vorliegt und naturwissenschaftliche Phänomene häufig im Grenzbereich der Fächer liegen (Blaseio 2004, S. 143). Eine Trennung in die Bezugsfächer könnte im Sachunterricht zudem dazu führen, dass das Reproduzieren von Fakten im Vordergrund stünde und das Hinterfragen und selbstständige Nachdenken vernachlässigt würde (Wodzinski 2011, S. 5). Die Fragwürdigkeit eines solchen Vorgehens zeigt u. a. der geschichtliche Rückblick zur gescheiterten Sachunterrichtsreform in den 70er Jahren (siehe Kapitel 2.2.1). Daher wird im heutigen Sachunterricht eine Vorwegnahme des Fachunterrichts in der weiterführenden Schule vermieden. Ein solcher Unterricht wäre nicht nur für Grundschüler ungeeignet, sondern würde auch die „Furcht des Grundschullehrers“ vor chemischen Fragestellungen noch verstärken (Wöhrmann 1996, S. 21). Der Sachunterricht bietet vielmehr ideale Möglichkeiten, Themengebiete perspektivenübergreifend zu bearbeiten. Dies kann als ein besonderer Vorteil aufgefasst werden, da auf diese Weise Unterrichtsinhalte von ganz verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet werden können (GDSU 2013, S. 11), birgt aber – wie dargestellt – auch die Gefahr, dass chemische und physikalische Inhalte vernachlässigt werden.

Gegenüber einem fächerübergreifenden Unterricht könnten generell Bedenken bezüglich einer Vernachlässigung einzelner Wissenschaftsdisziplinen auftreten. Dem lässt sich entgegen, dass Naturwissenschaften heutzutage „ein großes, nicht offensichtlich zusammenhängendes, ungeordnetes, sich rasch ausdehnendes System von Erkenntnissen über die Natur“ sind (Heitzmann 2007, S. 73), mit einer Entwicklung in Richtung hochgradiger Spezialisierung und Disziplinarität. Dadurch findet eine immer größere Aufsplitterung statt und die „Natur“ in den Naturwissenschaften kann schnell aus den Augen verloren werden. Im schulischen Kontext erscheint es daher aussichtslos und wenig sinnvoll, diese Differenzierung aufzugreifen. Vielmehr wird in der Schule der Versuch einer Integration der einzelnen Teildisziplinen unternommen, wie in besonderem Maße auch im Perspektivrahmen Sachunterricht gefordert (GDSU 2013, S. 15).

Ein weiterer Grund für eine integrative Thematisierung chemischer, physikalischer und biologischer Betrachtungsweisen liegt in der Struktur des Grundschullehramtsstudiums begründet. Auch wenn inzwischen vermehrt naturwissenschaftlich-technische Inhalte verpflichtend sind, bleibt ihr Anteil insgesamt recht klein, da sie nur einen Teil der vielfältigen Bezugsdisziplinen des Sachunterrichts

ausmachen (Steffensky 2012, S. 41). Ein fächerübergreifendes Vorgehen kann daher bei der Thematisierung naturwissenschaftlicher Inhalte im Studium zeitökonomisch sinnvoll sein.

Vieles spricht somit dafür, Naturwissenschaften fächerübergreifend zu behandeln. Um diesen Ansatz im Seminar umzusetzen sollen Naturphänomene gewählt werden, an denen besonders chemische und biologische – und in begrenztem Maße auch physikalische – Inhalte erarbeitet werden, ohne dabei explizit auf die Fachdisziplinen hinzuweisen. Der Zusammenhang zu biologischen und besonders auch chemischen Aspekten soll implizit durch die Auseinandersetzung mit den Lerngegenständen ersichtlich werden.

4.2.5 Chemie in der Natur

Naturwissenschaftler beobachten die Natur, beschreiben sie, bilden Kategorien und stellen Regeln und Gesetze auf. Alle Forschungen und Bemühungen gehen von der Natur aus. Dies könnte dafür sprechen, auch den naturwissenschaftlichen Unterricht nach draußen, in die Natur, zu legen (Gröger et al. 2012, S. 17).

Auch nach Wagenschein liefert die Natur eine unerschöpfliche „Vielzahl an echten, nicht künstlich eingeschränkten oder didaktisch aufbereiteten Phänomenen“ als Ausgangspunkte für das Erforschen der Natur (Gröger et al. 2013, S. 275). Ein Seminar, welches von Naturphänomenen ausgehend Naturwissenschaften fokussiert, sollte daher idealerweise in der Natur stattfinden, um unmittelbare Erfahrungen zu ermöglichen, Lebensweltbezug aufzuzeigen und die „Natürlichkeit“ der Chemie sichtbar werden zu lassen.

Da der Gegenstand die Natur ist, so ist der ideale Unterrichts-Raum nicht, zunächst nicht, die Schulstube, sondern man geht ins „Freie“. Wie weit sind wir meist davon entfernt (Wagenschein 1976a, S. 156).

Ein Naturbezug ist wichtig, da „Erkenntnisse einer objektivistisch-messenden und nach abstrakten Funktionsbeziehungen fragenden Wissenschaft“ wie Chemie es erschweren, diese mit der erlebbaren Wirklichkeit zu verbinden (Brämer 2010, S. 11). Die künstliche Umgebung eines Labors, in dem die eingesetzten Chemikalien nach dem Durchführen von Experimenten entsorgt werden müssen, verhindert beispielsweise das Erkennen eines direkten Naturzusammenhangs. Auch Projekte wie *Chemie im Kontext*, in welchen eine stärkere Ausrichtung an lebensweltbezogenen Fragestellungen im Vordergrund steht, sind auf den üblichen Schulunterricht im Klassen- oder Laborraum ausgerichtet und weisen somit höchstens in Ansätzen einen direkten Naturbezug auf.

Eine Konzeption, Chemie auch draußen zu unterrichten, schuf Peter Borrows mit seinen „chemistry trails“, die sich auf chemische Produkte und Prozesse in der Schulumgebung beziehen.⁴³ Dabei wird die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler in einer städtischen Umgebung beispielsweise auf Stoffe wie Beton, Gips, Sandstein, Marmor, Granit, Blei oder Stahl gelenkt, welche u. a. als Baustoffe oder als Grabsteine verwendet werden (Borrows 2006). Veränderungen dieser Stoffe, erkennbar etwa an

⁴³ Die Beschreibung einiger „trails“ ist abrufbar auf der Webseite der Royal Society of Chemistry unter: http://www.rsc.org/Education/EiC/topics/Chemistry_trails.asp (zuletzt aufgerufen am 18.04.2015).

Korrosionsschäden, bieten einen Ausgangspunkt für die Betrachtung chemischer Reaktionen. Borrows verlagert somit den Chemieunterricht aus dem Klassenraum nach draußen und betrachtet dabei auch durch Menschen geschaffene Materialien. Ziel der „chemistry trails“ ist es, den Blick für chemische Phänomene in der alltäglichen Lebenswelt zu schärfen und die Lebens- und Alltagsnähe von Chemie aufzuzeigen: “They need to be shown that chemistry is not something remote but that it is going on all around us, all the time“ (Borrows 2004, S. 151). Ein solcher Ansatz kann dazu beitragen, Chemie in der Umwelt bewusster wahrzunehmen und die Verbreitung und Bedeutung chemischer Prozesse zu verdeutlichen; ein Zusammenhang zu biologischen Inhalten steht jedoch auch hier nicht im Vordergrund.

Die Idee, ein Seminar zur Thematisierung chemischer Inhalte bewusst in die Natur zu verlagern, kann daher als innovativ angesehen werden.⁴⁴ Mögliche Vorteile eines solchen Vorgehens sind dabei mannigfaltig. Die Einbettung in einen natürlichen Kontext kann beispielsweise dafür sorgen, dass Chemie – besonders auch für die Kinder, welche im Rahmen des Seminars das Freilandlabor besuchen – nicht als Zauberei dargestellt oder in Form von zusammenhanglosen Experimenten behandelt wird, sondern in einem lebenspraktischen Kontext stattfindet (Lück 2002, S. 48). Durch die Thematisierung chemischer Grundlagen biologischer Prozesse in einer naturnahen Umgebung kann zudem besonders eindrücklich verdeutlicht werden, dass Natur und Chemie keine Gegensätze darstellen, sondern untrennbar miteinander verbunden sind. So gibt es nach Markl kein Verständnis der Natur und ihrer Formenvielfalt, „ohne das Verständnis, wie Zellen wachsen und sich vermehren oder wie Pflanzen ihre Substanz aus Nährsalzen, Kohlensäure und Licht aufbauen und dadurch alle Tiere und Menschen mit Nahrung versorgen“ (Markl 1991, S. 3) oder „wie sich der Boden, in dem Pflanzen wurzeln, und die Luft, die allen Lebewesen atmen, bilden und erneuern“ (Markl 1992, S. 144). Man könne beispielsweise „die Duftstoffe von Blütenpflanzen bis in jedes beliebige molekulare Detail hin analysieren“, ohne dabei zu erfassen, weshalb die Pflanze diese Stoffe ausbildet. Eine Betrachtung der biologischen Bedeutung rundet daher die Untersuchung der Phänomene sinnvoll ab (Markl 1987, S. 1135). Im Freilandlabor, welches dafür mit einer Fülle an Lebewesen günstige Voraussetzungen bietet, stehen daher integrative Betrachtungen chemischer und biologischer Hintergründe im Vordergrund (siehe Kapitel 5.3).

Auch der Zusammenhang zwischen chemischen Elementen bzw. Stoffen und Natur ist Studierenden selten bewusst, zumal sie diese bisher eher in einer künstlichen Laborumgebung kennengelernt haben.

So fragt Janich zu Recht:

Aber sind die chemischen Elemente tatsächlich Naturgegenstände? Trifft, um mit der praktischen Seite der Laborchemie zu beginnen, ein Chemiestudent, der zum ersten Mal in ein Labor kommt, auf Natur in Flaschen? In Wahrheit sind die Reagenzien, an denen er Chemie zu lernen beginnt, hoch entwickelte technische Industrieprodukte, die nach Katalogen bestellt werden (Janich 1992, S. 163).

⁴⁴ Inzwischen bietet auch die Universität Koblenz-Landau mit ihrem Konzept „CHEMIE PUR“ Veranstaltungen mit chemischen Experimenten im Freiland für die Oberstufe an, jedoch liegen diesbezüglich bisher keine Untersuchungen vor (Engl und Risch 2014).

Hier tritt scheinbar ein Widerspruch auf, der im Freilandlabor gelöst werden kann, indem dort aufgezeigt wird, dass sämtliche komplexe Materie dieser Welt, eingeschlossen aller Lebewesen, aus natürlichen chemischen Elementen aufgebaut ist (Markl 1992, S. 143) und Menschen auf Stoffe angewiesen sind, welche Mikroorganismen, Pflanzen und Tiere in ihren Zellen, den „chemischen Fabriken der Natur“, erzeugen (Markl 1991, S. 7). Schülerinnen und Schüler sollen „durch Erfahrungen mit Naturstoffen frühzeitig eine tragfähige Basis über Chemie und Natur gewinnen“ (Lutz und Pfeifer 2002, S. 58).

Daher wird im Seminar auch mit Naturprodukten wie beispielsweise Duft-, Farb- und Heilstoffen, welche aus Pflanzen gewonnen werden, gearbeitet, ohne dabei auf hochreine Industrieprodukte zurückzugreifen zu müssen (siehe Kapitel 5.3).

4.3 Hypothesen

Mit der Umsetzung der vorgestellten Ansätze in einem Seminar für Sachunterrichtsstudierende sind verschiedene Erwartungen verbunden. Zum einen sollen die Teilnehmenden die Zusammenhänge zwischen Chemie und Biologie erkennen, zum anderen soll ihre Wahrnehmung auch für chemische Aspekte der natürlichen Umwelt geschärft werden. Erhofft wird sowohl ein gesteigertes Interesse und Zutrauen hinsichtlich chemischer Themen und ihrer Umsetzung im Unterricht als auch eine positivere Einstellung gegenüber Chemie.

Um die Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht zu forcieren, ist es sicherlich förderlich, zunächst den „Blick“ der Studierenden für Naturphänomene zu schärfen (Gröger et al. 2013, S. 277). Da dabei die Wahrnehmung biologischer Aspekte im Alltag und in der natürlichen Umwelt meist offensichtlich ist, gilt es, die Aufmerksamkeit insbesondere auch im Hinblick auf chemische Hintergründe zu verstärken. So erfährt ein an der Lebenswelt ausgerichteter Chemieunterricht nach Lutz und Pfeifer Einschränkungen „vor allem, wenn dem Lehrer selbst die Kenntnisse und der Blick für chemische Bezüge des Alltags fehlen“ (Lutz und Pfeifer 2002, S. 59). Dabei ist eine Förderung der Wahrnehmung nicht nur für die Studierenden relevant, sondern auch für die Kinder, welche das FLEX besuchen, da der Sachunterricht sie bei der Wahrnehmung der Welt unterstützen und das Verstehen von Umweltbeziehungen fördern soll (Prenzel 2003, S. 148-149).

Zum Aspekt der Wahrnehmung chemischer Facetten in der *natürlichen* Umwelt hat Wagenschein ein sehr eindrückliches Bild beschrieben. Demnach eröffnen Fächer „Sichten“ auf die Natur, die ein Ganzes darstellt, „das von sich aus ungefächert ist“ (Wagenschein 1976a, S. 156). Die Natur kann somit mit unterschiedlichen „Scheinwerfern“ aus verschiedenen Positionen, beispielsweise von der Biologie oder der Physik aus, beleuchtet werden. Wagenschein beschreibt den Wechsel zwischen einer biologischen und einer physikalischen Betrachtungsweise, der zustande kommt, indem in anderen Begriffen gedacht wird (a.a.O., S. 24-25). Im Seminar wird angestrebt, neben der biologischen besonders die chemische

Betrachtungsweise und die Verknüpfung zwischen beiden zu fördern. Nach Wagenschein sind die „richtigen“ Lehrer dabei diejenigen, für die alles „was sie wandernd, schwimmend oder fliegend wahrnehmen“ nicht nur Physik, sondern auch Natur ist, denn wer „die Physik nur im Laboratorium oder im Buch, nicht auch im Walde antrifft, der sieht sie nicht so, wie er sie als Lehrer braucht“ (a.a.O., S. 157). Analog zu diesem Gedanken sollen angehende Sachunterrichtslehrende im Seminar vermehrt auf chemische Aspekte in ihrer natürlichen Umwelt aufmerksam gemacht werden, damit sie diese in ihrem zukünftigen Unterricht aufgreifen können.

Dabei ist zu beachten, dass die Sinneseindrücke, welche bei der Betrachtung der Natur bzw. einer naturnahen Umgebung gemacht werden, oft keine unmittelbaren Schlüsse auf dahinterliegende chemische Vorgänge im Bereich des Submikroskopischen zulassen (Obst und Sommer 2002, S. 173). Wenn daher im Rahmen der vorliegenden Arbeit von „Sehen“ oder „Wahrnehmen“ chemischer Aspekte oder einem „Blick“ dafür die Rede ist, umfasst dies nicht nur die unmittelbare sensorische Wahrnehmung, sondern auch eine generelle Aufmerksamkeit und ein Bewusstsein für die weite Verbreitung chemischer Prozesse in der natürlichen Umwelt. Ist die Aufmerksamkeit auf chemische Hintergründe gerichtet, können diese als Ausgangspunkt für Nachforschungen und Untersuchungen dienen.

Aus den beschriebenen Erwartungen ergeben sich folgende Hypothesen:

1. Durch die Behandlung von Naturphänomenen in einer naturnahen Umgebung erkennen Studierende verstärkt eine Verbindung zwischen den Konzepten *Biologie* und *Chemie*.
2. Nach dem Seminar schenken Studierende nicht nur biologischen, sondern auch chemischen Hintergründen ihrer natürlichen Umwelt vermehrt ihre Aufmerksamkeit.
3. Durch die Verbindung biologischer und chemischer Inhalte im Rahmen eines Seminars in naturnaher Umgebung können folgende Variablen positiv beeinflusst werden:
 - a) Unbewusste Einstellungen gegenüber Chemie
 - b) Interesse am Fach Chemie und am Unterrichten chemischer Inhalte
 - c) Selbstbezogene Kognitionen: das Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich chemischer Inhalte und die Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich des Unterrichtens dieser Inhalte

Zusammenfassung Kapitel 4

Um den naturwissenschaftlich-chemischen Unterricht in der Grundschule zu fördern, werden zur Gestaltung eines Seminars für Lehramtsstudierende verschiedene sich ergänzende Konstrukte, Theorien und Lösungsansätze herangezogen. Dazu gehören u. a. eine Orientierung an authentischen und lebensnahen Kontexten, namentlich an Naturphänomenen, zur wissenschaftlichen Erforschung der Natur, sowie eine Betonung des Verstehens inhaltlicher Zusammenhänge, beides Elemente genetischen Lehrens und konstruktivistischer Lehr-Lernarrangements. Zudem soll ein selbstgesteuertes und

selbstständiges Erarbeiten von Inhalten in kooperativen Lernformen nicht nur das Verständnis, sondern auch das Interesse fördern. Ein hoher Praxisbezug mit Gelegenheiten für Erfolgserlebnisse soll helfen, Selbstwirksamkeitserwartung und Fähigkeitsselbstkonzept der Studierenden zu stärken. Auch auf ein angenehmes Arbeitsklima und eine Beschränkung auf eine Auswahl an exemplarischen Themen wird bei der Gestaltung des Seminars geachtet. Aus dieser Vorgehensweise und der Einbettung des Seminars in eine naturnahe Umgebung, in der Zusammenhänge zu biologischen Hintergründen verdeutlicht werden, soll eine positivere Einstellung gegenüber chemischen Inhalten resultieren. Im Seminar stehen dazu naturwissenschaftliche und insbesondere chemische Inhalte im Fokus, wobei die einzelnen Bezugsdisziplinen nicht getrennt, sondern integrativ behandelt werden.

5. Planung und Durchführung des Seminars

Um die oben aufgeführten Konzepte und Ideen umzusetzen, wurde ein Seminar für Grundschullehrerstudierende in einer naturnahen Umgebung entwickelt und erprobt. Im Folgenden werden die wesentlichen Rahmenbedingungen und Entscheidungen zur konkreten Planung und Durchführung erläutert. Dabei wird zunächst der Ort des Seminars, das Freilandlabor FLEX, vorgestellt, gefolgt von einer Übersicht über den Ablauf der Veranstaltung zusammen mit einer Darstellung der Umsetzung der oben aufgeführten Konzepte. Abschließend werden einige der behandelten Themen mit der jeweiligen Verbindung chemischer und biologischer Inhalte beschrieben.

Freilandlabor FLEX:

Das Seminar wurde im FLEX, dem Freilandlabor mit Experimentierfeld der Chemiedidaktik der Universität Siegen, durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine Lernumgebung, bei der die Verbindung zwischen Naturphänomenen und chemischen Deutungen im Vordergrund steht, wodurch es sich von anderen Freilandlaboren abhebt, welche überwiegend in der Biologie und der Umweltbildung etabliert sind. Von klassischen Schülerlaboren, deren Angebote meist chemischer Art sind⁴⁵, unterscheidet es sich gerade dadurch, dass dort Lernen nicht in einer künstlichen Laborumgebung, sondern in einer naturnahen Umgebung stattfindet (Janssen et al. 2014b, S. 38).

Somit folgt es Martin Wagenscheins Vision einer Naturbetrachtung *in* der Natur:

Müßte nicht eine beginnende Naturbetrachtung wenn nicht in der Natur, so doch an ihrem Rande stattfinden? Nur soviel: Waldwiese mit Bäumen, Felsen, Hügeln, Wasser (stehendes und strömendes) ein Schuppen mit allerlei „Zeug“ (Material), auch Werkzeugen, schließlich ein Raum, in dem das, was draußen ausgeführt, ausprobiert wird, vorher geplant und nachher besprochen, aufgeschrieben, gelernt wird. – Eine Vision, ich weiß. – (Wagenschein et al. 1981, S. 170).

Das FLEX entstand ab dem Jahr 2008 auf einem etwa 6700 m² großen Wiesengrundstück in ländlicher Umgebung in der Nähe eines Waldes, etwa 20 km von der Universität entfernt (Gröger 2010, S. 2). Mit Hilfe von Studierenden konnten dort ein Teich, Beete für Duft-, Heil-, Gewürz und Färbepflanzen, Gemüse- und Getreidebeete, ein „grünes Klassenzimmer“ und Tipis aus Weiden sowie eine phänologische Hecke angelegt werden. Ein Schuppen wurde mit einer Vielzahl an Experimentiermaterialien und Geräten ausgestattet, von einfachen Küchenutensilien bis hin zu Mikroskopen und mobilen Spektrometern. Solarmodule und ein Windrad sorgen für eine autarke Energieversorgung (Gröger et al. 2009, S. 474). Inzwischen befinden sich auch mehrere Schafe und zwei Bienenstöcke im FLEX und ergänzen das Angebot an „lebendiger“ Natur. Durch eine Überdachung des grünen Klassenzimmers und ein großes regensicheres Zelt können Veranstaltungen wetterunabhängig durchgeführt werden.

⁴⁵ Der Bundesverband der Schülerlabore stellt auf seiner Homepage übersichtlich Daten aller registrierten außerschulischen Lernorte zur Verfügung (<http://www.lernort-labor.de/data.php?tl=12>, zuletzt aufgerufen am 19.04.2015).

Im FLEX werden neben Seminaren für die Lehramtsausbildung und Fortbildungen für Lehrkräfte vornehmlich Veranstaltungen für Kindergartengruppen und Schulklassen von der Grundschule bis zur Oberstufe angeboten.

5.1 Gestaltung des Seminars

Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte und evaluierte Seminar fand im Sommersemester 2012 und im Sommersemester 2013 im FLEX statt. Bereits 2011 wurde ein Probedurchgang mit neun Studierenden durchgeführt, um mit den gewonnenen Erfahrungen die Seminargestaltung in den kommenden Jahren zu optimieren. Dabei konnten u. a. Erkenntnisse zur Art und zum Niveau des zu vermittelnden Fachwissens gewonnen werden, um die Studierenden nicht zu über- oder zu unterfordern. Auch stellten sich bestimmte organisatorische und strukturelle Elemente als besonders gewinnbringend heraus, darunter beispielsweise das selbstständige Vorbereiten und Erarbeiten von Themen in Kleingruppen, die Ausrichtung der Inhalte an der Relevanz und Umsetzbarkeit im Sachunterricht, die zeitliche Gestaltung mit wenigen, exemplarischen Inhalten und die praktische Erprobung mit Grundschulklassen.

Das Seminar wurde als Wahlpflichtveranstaltung für Studierende des Grundschullehramtes mit dem Lernbereich Naturwissenschaften und den Leitfächern Biologie, Chemie oder Physik angeboten; durch diese Wahlmöglichkeit kann von einem gewissen Interesse der Studierenden an den Inhalten der Veranstaltung ausgegangen werden. Der Besuch des Seminars erfolgte semesterbegleitend jeweils einen Vormittag in der Woche.

Im Sommersemester 2012 nahmen insgesamt 14 Studierende am Seminar teil. Sie wurden in zwei Gruppen auf zwei verschiedene Vormittage mit sechs und acht Teilnehmenden verteilt, um eine bessere Betreuung und ein intensiveres Zusammenarbeiten untereinander zu gewährleisten. Im Sommersemester 2013 nahmen, aufgrund des Auslaufens des alten Staatsexamens-Studienganges, nur fünf Studierende am Seminar teil.

Von den insgesamt 19 Teilnehmenden befanden sich zwei im dritten Semester, neun im vierten und acht im sechsten Semester; drei hatten als Leitfach Chemie gewählt und die übrigen das Fach Biologie. Es nahmen insgesamt drei männliche Studierende teil.⁴⁶

Die Betreuung wurde von zwei Doktorandinnen der Chemiedidaktik übernommen, welche als Diplom-Biologinnen über biologisches Hintergrundwissen verfügen. Meine Kollegin besitzt das erste Staatsexamen für das Fach Chemie an Gymnasien und ich verfüge über Erfahrungen als Grundschullehrerin, so dass wir die Studierenden mit chemischem Fachwissen und didaktischen Erfahrungen bezüglich der Umsetzung mit Grundschulkindern unterstützen konnten.

⁴⁶ Im Vergleich zu den im Schuljahr 2012/13 tätigen 9 % männlichen Grundschullehrern in NRW (siehe Kapitel 3.2.2) ist dies mit knapp 16 % bereits ein relativ hoher Anteil.

Das Seminar begann jeweils mit einem Einführungstermin, welcher dem Kennenlernen des FLEX und seiner Ausstattung sowie dem Sammeln von Vorstellungen, Wünschen und Ideen diente. Diese wurden bei der Gestaltung des Seminars soweit wie möglich berücksichtigt.

In der ersten Hälfte des Seminars konnten die Studierenden eigenen Ideen und Fragestellungen zu verschiedenen Themen nachgehen, dabei Erfahrungen mit unterschiedlichen Phänomenen sammeln und verschiedene Vorgehensweisen und Experimente erproben. Zu den Themenbereichen, welche von allen Seminargruppen angesprochen und behandelt wurden, gehörten das Untersuchen und Herstellen von Essbarem aus der Natur, das Experimentieren mit Pflanzeninhaltsstoffen, die Beschäftigung mit Schafwolle, das Thema Bienen und Honig und das Untersuchen des Bodens. Einzelne Studierendengruppen interessierten sich zudem für die Themen Wetter, Wasser, Feuer, Tiere im Teich, Landwirtschaft und Milch.⁴⁷

Nach einer gemeinsamen Auswahl der Themen erfolgte eine Verteilung auf die zur Verfügung stehenden Termine. Vor der praktischen Umsetzung wurden die Themen zunächst ohne Vorbereitung der Studierenden angesprochen, um ihr Vorwissen zu aktivieren und eigene Ideen anzuregen. Zur Vertiefung der Inhalte erfolgte dann eine fachliche Nachbereitung, welche auch für die praktische Erprobung mit den Kindern sowie die Erstellung von Material für die Grundschullehrenden wichtig war (siehe unten). Dazu erhielten die Studierenden Hilfen in Form von fachlichen Zusammenfassungen, welche grundlegende Hintergrundinformationen enthielten und als Ergänzung zur eigenständigen Erarbeitung der Themen dienten. Sie wurden von der Seminarleitung in Zusammenarbeit mit Studierenden zunächst für das Seminar 2011 erstellt und im Laufe der Zeit ergänzt und weiterentwickelt.

Nach einer ersten gemeinsamen Einführung konnten die Studierenden in Kleingruppen von zwei bis vier Personen unterschiedliche Aspekte der Themengebiete und Phänomene weitestgehend selbstständig erarbeitet, wobei die Seminarleitung Vorschläge zu Vorgehensweisen machte und Unterstützung beim Untersuchen und Experimentieren anbot. Den Studierenden standen zur Erprobung alle Gerätschaften und Rohstoffe des FLEX zur Verfügung; zusätzliche Materialien wurden auf Wunsch beschafft. Während der Erarbeitung erfolgte eine nähere Betrachtung biologischer und chemischer Hintergründe, und in begrenztem Umfang auch physikalischer, ohne dabei eine explizite Trennung und Nennung dieser Fachwissenschaften vorzunehmen. Dies erwies sich einerseits als nicht nötig und hätte eventuell die Ergebnisse der verschiedenen Testverfahren beeinträchtigen können, andererseits war eine genaue Zuordnung meist auch gar nicht möglich, da es sich durchgehend um fachübergreifende Inhalte handelte (siehe Kapitel 4.2.4).

⁴⁷ Einige Kleingruppen nutzen das FLEX zudem für Experimente, welche im Labor nur schwer umsetzbar gewesen wären. So wurden u. a. der Bau eines kleinen Kohlemeilers und die Gewinnung von Pech aus Birkenrinde ausprobiert.

Nach der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen erfolgte in der zweiten Hälfte des Seminars die Entwicklung und Erprobung didaktischer Konzepte und Aufgaben für Grundschul Kinder.⁴⁸ Dazu wurden zunächst einige Grundzüge von Unterrichtsplanung in Form von einfachen Verlaufsplänen, der Formulierung von Lernzielen und der Materialvorbereitung diskutiert, um den Studierenden Hilfsmittel für eine gelungene selbstständige Planung anzubieten. Im Anschluss folgte eine praktische Erprobung der entwickelten Unterrichtssequenzen mit Grundschulklassen, welche dazu ins FLEX eingeladen wurden.

Nach jeder Durchführung wurde eine Rückmeldung durch Seminarleitung und Studierende gegeben, welche ihre Kommilitonen, teilweise mit Hilfe von Beobachtungsbögen und/oder Videoaufzeichnungen, beobachten konnten. Dabei wurde darauf geachtet, positive Ansätze zu betonen und konkrete Verbesserungsvorschläge vorzubringen.

Das Seminar endete jeweils mit einer Nachbesprechung, bei der verschiedene Aspekte gemeinsam reflektiert werden konnten. Unter anderem wurde dabei über die Erfüllung der Vorstellungen und Erwartungen, über die Zufriedenheit mit dem Aufbau des Seminars, über die Beurteilung der einzelnen Themen und ihre Umsetzung, über den Nutzen des Seminars im Hinblick auf die zukünftige Lehrtätigkeit der Studierenden und über Optimierungsmöglichkeiten diskutiert.

5.2 Durchführung des Seminars

Lehrkräfte sollten zur Realisierung von qualitativ hochwertigem Sachunterricht über vielfältige Kompetenzen verfügen, zu denen vor allem Folgendes gezählt wird:

Fachbezogenes und inhaltspezifisches Sachwissen zu naturwissenschaftlichen Unterrichtsinhalten, fachdidaktisches Wissen und fachdidaktische Handlungskompetenzen sowie Interesse und Zuversicht, entsprechende Inhalte im Unterricht kompetent umsetzen zu können (Heran-Dörr 2007, S. 160).

Um diese Kompetenzen zu fördern, wurden bei der Seminargestaltung die aufgeführten Theorien und Konstrukte (siehe Kapitel 4) berücksichtigt. Im Folgenden wird erläutert, auf welche Weise die entsprechende Umsetzung erfolgte.

5.2.1 Prinzipien Wagenscheins

Im Seminar waren – den Empfehlungen Martin Wagenscheins folgend – Naturphänomene mit unmittelbarem Bezug zur Lebenswelt Ausgangspunkt für die naturwissenschaftlichen Betrachtungen (Woyke et al. 2009, S. 65). Dies wurde dadurch erleichtert, dass im FLEX nicht nur über, sondern direkt in der Natur gelernt werden kann und Phänomene somit unmittelbar untersucht werden können. Dabei

⁴⁸ Dieses Vorgehen entspricht weitgehend einem von Murmann vorgestellten Seminar, in dem Studierende sich mit der anspruchsvollen Thematik „Raum, Zeit, Einstein“ zunächst theoretisch und im Anschluss in der Schulpraxis auseinandersetzten (Murmann 2005).

wurden die Naturphänomene nicht von vorneherein unter einer bestimmten fachlichen Sichtweise betrachtet, da dies den Blick für perspektivübergreifende Aspekte verstellen würde (a.a.O., S. 60). Vielmehr wurde ein dem Sachunterricht entsprechendes, fächerübergreifendes Vorgehen gewählt, bei dem die Phänomene aus unterschiedlichen Blickwinkeln heraus untersucht wurden.

Eine große Stofffülle, wie sie im Chemieunterricht der weiterführenden Schulen häufig erlebt wird, kann zu oberflächlichem Lernen führen und lässt wenig Zeit für Erklärungen, zum Anwenden und zum Nachfragen (Merzyn 2008, S. 135). Daher konnten die Studierenden im Seminar größtenteils selbst bestimmen, wie lange sie sich mit einem Themengebiet beschäftigen wollten. Da das Verstehen von Phänomenen Zeit braucht, um sie wirklich zu durchdringen und sich mit ihnen auseinanderzusetzen, wurden im Seminar einige ausgewählte Inhaltsbereiche (siehe Kapitel 5.3) nach dem Prinzip Wagenscheins exemplarisch behandelt. So lernten die Studierenden mögliche Herangehensweisen und Umsetzungsmöglichkeiten kennen, die auch auf andere Themengebiete übertragbar sind.

Brülls legt in ihrer Untersuchung die Schwierigkeiten dar, welche Sachunterrichtsstudierende wegen mangelndem Fachwissen und mangelndem Verständnis der Konzepte bei der Planung von Unterrichtseinheiten nach den Prinzipien Wagenscheins zeigten (Brülls 2004, S. 177-178). Bei der Gestaltung des Seminars im FLEX können die Studierenden daher zuerst selber „genetisch“ Lernen und so nötiges Wissen erwerben. Außerdem wird die Konzeption Wagenscheins nicht ausschließlich, sondern neben anderen als Anregung zur Gestaltung der Lehr-Lernsituationen verwendet, so dass Schwierigkeiten bei Planung und Ausführung von Unterrichtseinheiten leichter vermieden werden können. Ein solches vertieftes und gründliches Vorgehen war im Rahmen der Seminargestaltung für die Studierenden möglich, nicht aber für die Umsetzung mit den Kindern, die nur einen Vormittag das FLEX besuchten; hier waren die Lehrerinnen und Lehrer gefragt, die Themen in ihrem Unterricht aufzugreifen und zu vertiefen. Da die Wirkung eines einmaligen Besuchs eines außerschulischen Lernortes stark von der Einbindung in den Unterricht abhängt (Steffensky 2012, S. 40), erarbeiteten die Studierenden im Rahmen des Seminars Materialien für Grundschullehrende für die Vor- und/oder Nachbereitung des Besuchs im FLEX. Die Studierenden konnten so nachvollziehen, wie sie eine entsprechende Vor- und Nachbereitung in ihrem zukünftigen naturwissenschaftlichen Unterricht einbeziehen können.

5.2.2 Moderat-konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernumgebung

Das Seminar entsprach einer am konstruktivistischen Paradigma orientierten Lehr-Lernumgebung, da Lernprozesse in einen sinnvollen und authentischen Kontext eingebettet wurden, Lernende eigene Erfahrungen sammeln und somit aktiv lernen konnten, Möglichkeiten selbstbestimmten Lernens bestanden und ein Arbeiten in Lerngruppen möglich war. Dabei gab die Seminarleitung ggf. Hilfen in Form von Impulsen, Alltagsbeispielen und fachlichen Erklärungen bezüglich des Verstehens von Phänomenen (Kleickmann et al. 2004, S. 29), so dass es sich um ein moderat oder gemäßigt

konstruktivistisches Lernarrangement mit instruktiven Anteilen handelte (Möller 2001b, S. 119). Durch das selbstgesteuerte und eigenständige Lernen in anwendungsbezogenen, lebens- und naturnahen Kontexten sollten kognitive Verarbeitungsprozesse vertieft und emotionale Zugänge zu den Lerngegenständen positiv beeinflusst werden.

Wie von Kleickmann (2004) für Lehrerfortbildungen vorgestellt, wurden im Seminar Lernmethoden eingesetzt, die auch im Unterricht mit Kindern verwendet werden können. Wie ihre zukünftigen Schülerinnen und Schüler sollten die Studierenden eigene Ideen entwickeln, Vermutungen aufstellen und überprüfen sowie mögliche Erklärungen und Alltagsbezüge erkunden und verstehen. Dies konnte ihnen helfen, die Sichtweisen und Lernprozesse der Kinder besser zu reflektieren und so zunächst selbst das zu erleben, was sie später den Kindern an Erleben „sinnvoll ermöglichen sollen“ (Woyke et al. 2009, S. 73).

5.2.3 Fachwissen und fachdidaktisches Wissen

Sowohl fachliches als auch fachdidaktisches Wissen waren wichtige Bestandteile des Seminars. Dabei wurde darauf geachtet, dass das benötigte Fachwissen in „Zusammenhänge der Lehrens und Lernens eingebettet“ wurde (Möller 2004, S. 81). Da Sachwissen über die zu lehrenden Inhalte eine Voraussetzung für ihren künftigen erfolgreichen Unterricht ist, wurden den Studierenden im FLEX in exemplarischer Weise Zugänge zu den Bezugswissenschaften des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts geboten. So konnten sie im Freilandlabor grundlegende Kenntnisse über biologische, chemische und, in eingeschränktem Maße, auch über physikalische Inhalte erwerben. Dabei halfen ihnen das selbstständige Erarbeiten der Themen sowie Anregungen und fachliche Hilfestellungen seitens der Seminarleitung. Um neben einer hohen Motivation auch ein tieferes Verstehen naturwissenschaftlicher Inhalte zu fördern, waren auch Phasen der Instruktion und Information Bestandteile der Umsetzungspraxis (Möller 2002, S. 418). Da das biologische Fachwissen der meisten Teilnehmenden ausgeprägter als das chemische war, wurde besonders auf eine Unterstützung und fachliche Stärkung im chemischen Bereich geachtet. Um die Studierenden dabei nicht explizit auf die chemischen Zusammenhänge hinzuweisen und dadurch die Ergebnisse der eingesetzten Untersuchungsmethoden möglicherweise zu beeinflussen, wurde bei der Behandlung der Themen allgemeiner nach den Ursachen oder Bedingungen der beobachteten Phänomene gefragt. Ganz selbstverständlich wurden dabei neben biologischen und teilweise physikalischen auch chemische Hintergründe angesprochen, beispielsweise bei der Untersuchung des unterschiedlichen Färbeverhaltens von Wolle und Baumwolle, der Backfähigkeit verschiedener Getreidesorten oder der Entstehung von Honig (siehe Kapitel 5.3).

Neben dieser praktischen Arbeit im FLEX, bei der vorhandenes Wissen aktiviert und durch die Seminarleitung erweitert wurde, erfolgte eine eigenständige fachliche und fachdidaktische Aufarbeitung

für die jeweilige Unterrichtserprobung. Das selbstständige Erarbeiten chemischer Hintergründe war somit in einen sinnvollen Kontext eingebettet und sein Nutzen konnte bei der unmittelbaren Durchführung der Unterrichtssequenzen erfahren werden.

Im Seminar wurde zudem versucht, die Aufmerksamkeit der Studierenden auch auf die fachdidaktische Aufgabe der Darbietung von Sachverhalten zu lenken. Bei der Durchführung der Unterrichtseinheiten rieten wir den Studierenden dazu, auf einen möglichst hohen Anteil von Selbsttätigkeit der Kinder zu achten, ihnen möglichst viele praktische Erfahrungen zu ermöglichen und so weit wie möglich auf ihre spontan auftretende Fragen und Anregungen einzugehen. Damit aus dieser herausfordernden Aufgabe keine Überforderung der Studierenden resultierte, wurden bereits im Vorfeld mögliche Schwierigkeiten und Kinderfragen erörtert, da gerade auch spontan auftretende Fragen der Kinder schwierig zu beantworten sein können (Schreier 2011, S. 26), besonders, wenn das benötigte Fachwissen oder die Fähigkeit, dieses verständlich zu vermitteln, fehlt.

Bei der Zeiteinteilung wurden die Studierenden dazu aufgefordert, ein Hauptlernziel zu formulieren und zu verfolgen und dabei ausreichend Zeit für Verstehensprozesse, Nachfragen und Ideen der Kinder einzuplanen. Weiterhin wurden mit den Studierenden Anregungen für kindgerechte Erklärungen diskutiert, welche der Vorstellungswelt und Sprache der Kinder angemessen sind. Das bedeutet, Inhalte fachlich korrekt und beispielsweise ohne Anthropomorphismen darzustellen, aber gleichzeitig darauf zu achten, neue Fachbegriffe auf ein Minimum zu reduzieren und gründlich zu erläutern (Woyke et al. 2009, S. 67).

5.2.4 Theorie-Praxis-Relation der universitären Ausbildung

Das Seminar sollte dazu beitragen, der oft empfundenen Kluft zwischen Theorie und Praxis in der Lehrerausbildung entgegenzuwirken. Fachwissen wurde daher im Seminar im Zuge der aktiven Auseinandersetzung mit verschiedenen Themengebieten erworben oder vertieft und theoretische Überlegungen zur Umsetzung wurden in der Schulpraxis mit Schülergruppen erprobt. Somit konnten einige Maßnahmen zur Verknüpfung von Theorie und Praxis, wie das Sammeln von Erfahrungen im Umgang mit Kindern und das Evaluieren und Reflektieren von Lehr-Lernverfahren, umgesetzt werden (Möller 1996, S. 115). Die Methodenkompetenz der Studierenden wurde gefördert, indem sie in der Praxis erfahren konnten, wie Themen sowohl fachlich als auch didaktisch erarbeitet und für die Umsetzung mit Kindern aufbereitet werden können (a.a.O., S. 118).

Das FLEX-Seminar war für Studierende mit begrenzten Erfahrungen im Umgang mit Kindern konzipiert. Daher wurden noch keine praktischen Handlungskompetenzen im Sinne der zweiten Phase der Ausbildung vermittelt, sondern - in Situationen mit reduzierter Komplexität - ein Einblick in die Planung und Gestaltung von Unterricht gewährt. Die Studierenden konnten bei der Betreuung kleinerer Kindergruppen (je nach Klassenstärke etwa zwischen vier und sieben Lernenden) erste Erfahrungen in

der Umsetzung naturwissenschaftlicher Themen in einer naturnahen Umgebung sammeln, wobei sie von der Seminarleitung und Mitstudierenden unterstützt wurden. Im Vordergrund stand somit ein behutsames Hinführen zur Umsetzung eigener Unterrichtsideen.⁴⁹ Die authentischen Erfahrungen im Umgang mit Kindern wurden auch von den Studierenden als wichtiges Element des Seminars wahrgenommen, da sie nur so feststellen konnten, inwieweit die eigene Planung und Durchführung erfolgreich war und welche Optimierungsmöglichkeiten sich anboten.

Es wurde aufgezeigt, wie mit wenig Aufwand ein inhaltlich und methodisch anspruchsvoller Unterricht in naturnaher Umgebung gestaltet werden kann, mit dem affektive und kognitive Zugänge nicht nur zu biologischen, sondern auch zu chemischen Themenfeldern bereits in der Grundschule gefördert werden können. Dazu gehörte auch, Phänomene der belebten und unbelebten Natur in einfachen Versuchen so aufzubereiten, dass diese Kinder beim Verstehen naturwissenschaftlicher Inhalte unterstützen. Dabei sollte kein Widerspruch zwischen belebter und unbelebter Natur konstruiert, sondern vielmehr Verbindungen zwischen beiden aufgezeigt werden (Woyke et al. 2009, S. 61). Ausgehend von Pflanzen und Tieren wurden dazu biologische und chemische Hintergründe erläutert, beispielsweise zu verschiedenen Pflanzeninhaltsstoffen oder der Zusammensetzung von Honig (siehe Kapitel 5.3).

5.2.5 Selbstwirksamkeitserwartung und Fähigkeitsselbstkonzept

Das Orientieren an Phänomenen, die Berücksichtigung von Vorwissen und Interessen sowie die Möglichkeit, eigene Kompetenzen auszubauen und zu erfahren sollten dazu beitragen, das Fähigkeitsselbstkonzept der angehenden Lehrkräfte hinsichtlich des Erarbeitens naturwissenschaftlicher und insbesondere chemischer Inhalte zu stärken und auch die Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich des Unterrichtens dieser Inhalte positiv zu beeinflussen (Möller 2004, S. 81). Bei der Seminargestaltung wurde daher von Seiten der Seminarleitung darauf geachtet, dass die Studierenden möglichst Erfolgserlebnisse, sowohl in Bezug auf das „Durchdringen“ und Begreifen von Phänomenen als auch bei der Erprobung ihrer Unterrichtssequenzen mit Kindern, erfahren konnten. Zu einem Erfolgserlebnis konnte dabei beispielsweise eine positive Reaktion der Kinder in den durchgeführten Lehr-Lernsituationen gehören (Schwarzer und Warner 2011, S. 504) und sich u. a. in engagierter Mitarbeit, dem Stellen von Fragen oder der Freude an neuen Erkenntnissen zeigen.

Die Umsetzung mit Schulklassen setzte von Seiten der Studierenden eine gründliche Vorbereitung voraus. Im Umgang mit Kindern konnten unerwartete Schwierigkeiten auftreten, welche ggf. mit Unterstützung überwunden werden mussten. Kleinere Misserfolgserlebnisse waren durch die Komplexität der authentischen Vermittlungssituation dabei nicht ganz auszuschließen. Gerade das

⁴⁹ Dieses Vorgehen entsprach einer Förderung der zweiten Kompetenzstufe des von Schreier entwickelten fünfstufigen Kompetenzmodells für Sachunterrichtslehrkräfte, zu deren Erreichen die Fähigkeit gehört, „das Interesse einzelner Kinder oder kleiner Gruppen von Kindern an einem Vorgang oder Phänomen aufgreifen“ zu können und sich „gemeinsam mit den Kindern auf das Studium des betreffenden Sachverhalts“ einzulassen (Schreier 2011, S. 34).

Überwinden von Schwierigkeiten kann jedoch dazu beitragen, das Selbstwirksamkeitskonzept positiv zu beeinflussen und die Gewissheit stärken, auch schwierige Situationen mit Erfolg bewältigen zu können. Um Kompetenzerfahrungen zu sammeln, mussten die Studierenden daher die gestellten Aufgaben weitgehend selbstständig lösen, da nur so die erfolgreiche Bewältigung als Bestätigung des eigenen Könnens erfahrbar werden konnte (Krapp 1998, S. 194). Erfolgserlebnisse helfen auch, das Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich chemischer Inhalte positiv zu verstärken. Studierende konnten im Seminar erleben, dass das Begreifen sachunterrichtsrelevanter chemiebezogener Sachverhalte bei einer gründlichen Auseinandersetzung mit der Thematik auch mit relativ geringem chemischem Vorwissen möglich ist und „Chemie“ nicht abstrakt und schwierig sein muss, sondern anwendungsbezogen und lebenspraktisch sein kann. Beispielsweise beinhaltet eine Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Pflanzeninhaltsstoffen auch den jeweiligen Nutzen für Menschen als Nähr-, Heil-, Duft- oder Farbstoffe.

5.2.6 Interesse und Motivation

Das Interessenkonzept ist sowohl bedeutend für die Kinder, welche das FLEX besuchen und dort für naturwissenschaftliche Phänomene begeistert werden sollen, als auch für die Studierenden, die im Seminar Interesse an naturwissenschaftlichen und insbesondere chemischen Inhalten sowie an deren Vermittlung entwickeln sollen.

Nach Krapp führen Handlungen aus Interesse, also „Personen-Gegenstands-Auseinandersetzungen“, zum Erwerb neuer Erfahrungen und Kompetenzen, bei denen das Wissen über Inhaltsgebiete ergänzt, verfeinert und neu eingeordnet wird (Krapp 1998, S. 186). Das bedeutet, dass Studierende, die sich aus Interesse mit chemischen Inhalten auseinandersetzen, sich diesen „Gegenstand“ erschließen und Sach- sowie Sinnzusammenhänge erarbeiten können. Um Interesse und Motivation zu fördern, wurde daher im Seminar darauf geachtet, insgesamt eine „positive Bilanzierung der Erfahrungen im Hinblick auf die grundlegenden psychologischen Bedürfnisse“, namentlich nach Kompetenzerleben, Autonomie und sozialer Eingebundenheit, zu ermöglichen (a.a.O., S. 198).

Dazu wurden den Studierenden Spielräume und Wahlmöglichkeiten bei der Bearbeitung verschiedener Themen eingeräumt und auf ein positives Arbeitsklima durch Kooperation und gegenseitige Unterstützung geachtet. Ein Gefühl sozialer Eingebundenheit war auch deswegen wichtig, da es die Grundlage „für die Bereitschaft, sich einem neuen, bislang wenig vertrauten und insofern eher aversiv besetzten Tätigkeits- oder Wissensgebiet zuzuwenden“ bildet (a.a.O., S. 195). Wenn Studierende chemischen Inhalten also zunächst eher distanziert gegenüberstanden, sollten eine unterstützende Arbeitsatmosphäre und positive emotionale Erfahrungen dazu beitragen, diese Distanz abzubauen. Die Erarbeitung der Themen erfolgte in Kleingruppen, in denen sich die Teilnehmenden gegenseitig helfen konnten und die Seminarleitung bei auftretenden Schwierigkeiten und Unsicherheiten Hinweise und Unterstützung anbot. Durch einen offenen und durch Respekt geprägten Umgang erwies sich

beispielsweise ein Belehren oder Überprüfen von Lernleistungen als überflüssig, da die Studierenden Interesse und Motivation an den Themengebieten entwickelten und sich von sich aus mit ihnen auseinandersetzten.

Lerngegenstände, die als bedeutsam eingeschätzt werden, erfahren eine Wertschätzung und können so Interesse erzeugen. Die naturnahe Lernumgebung FLEX bietet die Möglichkeit, den Lerngegenstand „Chemie“ in einem bislang ungewohnten Kontext zu erleben. Dadurch konnten Studierende nicht nur die Bedeutsamkeit chemischer Prozesse für Abläufe in der Natur erfahren, sondern auch deren Zusammenhänge mit alltagsrelevanten Vorgängen, wie beispielsweise bei der Lebensmittelherstellung. Zudem wurden Themen behandelt, welche für den Sachunterricht und damit für die zukünftige Berufstätigkeit der Teilnehmenden bedeutsam sind.

5.3 Auswahl und Darstellung der Themen für die Umsetzung im Seminar

Im Folgenden werden Themen vorgestellt, welche im FLEX-Seminar erarbeitet und mit Grundschulklassen erprobt wurden. Dabei erfolgt eine Beschränkung auf diejenigen Themengebiete, welche von allen teilnehmenden Gruppen gewählt wurden und sich auch bei der Umsetzung mit Kindern besonders bewährt haben.

Allen Themen ist dabei gemeinsam, dass sie auf naturnahen Phänomenen gründen, unmittelbar erfahren werden können und sowohl biologische als auch chemische Komponenten beinhalten. Zusätzlich kann meist eine Verbindung naturnaher Wandlungsphänomene mit alten Handwerkstechniken hergestellt werden, die durch industrielle Verfahren verdrängt wurden und dadurch vielen (sowohl Kindern als auch Studierenden) fremd geworden sind (Woyke et al. 2009, S. 75). Dazu zählen beispielsweise die Verfahren des Mähens, Dreschens und Mahlens von Getreide, des Färbens und Filzens von Wolle oder des Herstellens von Butter. Hier zeigen sich somit Anknüpfungspunkte zur historischen, technischen oder auch sozialwissenschaftlichen Perspektive des Sachunterrichts.

5.3.1 Wolle und Färben

Als Ausgangspunkt für die Behandlung des Themas Wolle dienen die im FLEX lebenden Coburger Fuchsschafe, eine robuste Landschafrasse, die an die klimatischen Bedingungen der Mittelgebirge angepasst ist. Die Tiere sind sehr zutraulich und ermöglichen Kindern und Studierenden eine unmittelbare Kontaktaufnahme. Die Schafe können als Ansatz für viele verschiedene Betrachtungen biologischer und chemischer Perspektiven dienen, von denen hier nur einige erläutert werden.

Biologisch betrachtet sind Schafe Wiederkäuer, die mit Hilfe von speziellen Mikroorganismen und vier Mägen Cellulose aufspalten können. Von der chemischen Seite aus kann bei diesem Vorgang

beispielsweise der Aufbau von Cellulose und der Abbau durch β -Glucosidasen thematisiert werden (Horton et al. 2008, S. 325). Zu beobachten ist auch das Säugen der Jungtiere im Frühjahr und Sommer, welches als Grundlage für biologische Überlegungen zu Säugetieren, aber auch zur chemischen Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten genommen werden kann.

Die Wolle der Schafe hinterlässt beim Streicheln einen Fettfilm auf der Haut. Es handelt sich um Wollwachs, auch Lanolin genannt, welches von den Talgdrüsen abgesondert wird und als biologische Funktion die Wolle wasserabweisend macht, so dass die Haut auch bei nasser Witterung trocken bleibt. Chemisch betrachtet handelt es sich um eine Mischung aus Estern von Fettsäuren und höheren Alkoholen. Wird Wolle nach dem Scheren nur mit Wasser und nicht mit Seife gewaschen, bleibt die wasserabweisende Eigenschaft erhalten und kann bei der Kleidungsproduktion genutzt werden. Um die Wolle färben zu können oder um die Hände von dem Wollfett zu reinigen, muss dagegen Seife verwendet werden, so dass man die chemische Thematisierung von Tensiden anschließen kann.

Lanolin besitzt zudem wundheilende Eigenschaften und wird in Verbindung mit ungereinigter „Heilwolle“ beispielsweise direkt auf Wunden oder schmerzende Ohren aufgelegt oder in isolierter Form bei der Herstellung von Salben verwendet. Im FLEX wird zu diesem Zweck jedoch Bienenwachs benutzt, da dieses weniger verschmutzt und einfacher zu gewinnen ist.

Die Wolle der Schafe wird im FLEX in erster Linie zum Färben und Filzen verwendet. Technisch gesehen ist Schafwolle wärmeisolierend, schwer entflammbar, kann Schadstoffe absorbieren und wird beispielsweise zu Textilien, Teppichen und Dämmmaterialien verarbeitet. Chemisch besteht Wolle aus Keratin, einem speziellen Skleroprotein, und lässt sich, wie andere tierische Fasern, aufgrund des amphoteren Charakters der Aminosäuren leicht mit sauren und basischen Farbstoffen anfärben. Im Gegensatz dazu nehmen pflanzliche Fasern, wie sie in Baumwolle, Hanf und Leinen bzw. Flachs (der auch im FLEX angebaut wird) vorkommen, saure oder basische Farbstoffe nicht gut an. Zum Färben werden pflanzliche Farbstoffe aus dem FLEX verwendet, was wieder einen direkten Bezug zur Biologie ermöglicht. Geeignet sind sowohl die angebauten Färbepflanzen wie beispielsweise Krapp, Färberkamille, Färberwau, Färberginster oder Stockrosen, als auch eine Vielzahl an wildwachsenden Pflanzen wie Wiesenlabkraut, Birkenblätter, Rainfarn, Frauenmantel oder Schafgarbe. Neben den biologischen Eigenschaften der Färbepflanzen und den chemischen Prozessen beim Färbevorgang können Farben und Farbstoffe natürlich auch aus einer physikalischen Perspektive heraus betrachtet werden.

Bei der Verarbeitung der Wolle spielen zudem auch technische Aspekte eine Rolle; Wollfasern werden durch Verdrehen versponnen oder können gefilzt werden. Beim Nassfilzen stellen sich die Schuppen der Fasern durch heißes Wasser und Seife auf und verhaken sich durch stetes Reiben und Walken immer mehr, so dass ein zusammenhängendes Filzstück entsteht. Beim Trockenfilzen erfolgt das Verhaken der Fasern durch Filznadeln, welche Widerhaken besitzen und beim Durchstechen des Filzstückes

wiederholt Fasern in den Filz drücken. Diese traditionellen Handwerkstechniken können im FLEX nachvollzogen werden, so dass auch die historische Perspektive Berücksichtigung findet.

5.3.2 Bienen, Honig und Wachs

Auch die Honigbienen im FLEX bieten vielfältige Anknüpfungspunkte für biologische und chemische Betrachtungen. Als staatenbildende Insekten verfügen sie über eine hochkomplexe Sozialstruktur, so dass biologische Beobachtungen beispielsweise zu Kommunikation, Arbeitsteilung oder Orientierungsvermögen gemacht werden können.

Chemische Aspekte der Thematik umfassen die Entstehung und Zusammensetzung von Bienenwachs und Honig. Zur Honigproduktion sammeln Bienen Blütennektar und Honigtau (das Ausscheidungsprodukt von Pflanzenläusen), welche einen hohen Saccharose-Anteil enthalten (Baltes und Matissek 2011, S. 452). Diese Säfte speichern sie zunächst in ihren Honigblasen, wo sie mit verschiedenen Enzymen vermischt werden, und lagern sie später in Wabenzellen, wo eine Trocknung und Reifung stattfindet. Die Saccharose wird dabei durch das Enzym Invertase invertiert, es entstehen Glucose und Fructose. Der fertige Honig besteht zu 70-80 % aus Invertzucker, bis zu 5 % aus Saccharose und Oligosacchariden, sowie aus Frucht- und Aminosäuren, Mineral- und Aromastoffen und verschiedenen Enzymen (a.a.O., S. 453). Honig kann im FLEX probiert und chemisch untersucht werden; zu bestimmten Terminen kann auch die Honigernte miterlebt werden.

Bienenwachs wird von den Bienen in Form kleiner Plättchen ausgeschwitzt und zum Wabenbau verwendet. Es handelt sich um ein Gemisch aus Fettsäure- und Hydroxyfettsäureestern (70-80 %), freien Fettsäuren (10-15 %), Kohlenwasserstoffen (10-20 %) und Alkoholen (1 %) (Brüschweiler et al. 1989, S. 73). Er wird nicht nur traditionell zur Herstellung von Kerzen, sondern beispielsweise auch in der Kosmetikindustrie und Pharmazie verwendet. Kerzenwachs dient im FLEX neben Pflanzenöl als Grundsubstanz zur Herstellung von Pflanzensalben.

5.3.3 Vom Korn zum Brot

Ausgangspunkt für den Themenkomplex „Vom Korn zum Brot“ ist das im FLEX angebaute Getreide. Verbreitete Sorten wie Weizen, Roggen, Gerste, Hafer und Triticale können vor Ort untersucht und verglichen werden. Biologisch gesehen handelt es sich bei Getreide um Zuchtformen von Süßgräsern, was bereits im jungen Wuchsstadium gut erkennbar ist. Die verschiedenen Getreidesorten stellen spezifische Ansprüche an Boden und Klima und werden zu unterschiedlichen Produkten verarbeitet.

Im FLEX kann der Weg vom Getreidekorn zum fertigen Brot nachvollzogen werden, indem – je nach Jahreszeit – das Getreide gesät, in verschiedenen Wuchsstadien betrachtet, geerntet, gedroschen und – jahreszeitenunabhängig – mit diversen Mühlen zu Mehl vermahlen wird. Aus dem Mehl wird dann durch Zusatz von Wasser, Salz und einem Backtriebmittel Teig hergestellt und zu Brötchen, Laugenbrezeln,

Pizza oder Stockbrot weiterverarbeitet. Zum Backen steht im FLEX ein traditioneller Lehmbackofen, ein „Backes“ zur Verfügung; Stockbrot kann auch über der offenen Feuerstelle gebacken werden. Hier bietet sich eine Verknüpfungsmöglichkeit zum Thema Feuer und Erzeugung von Feuer an, welches neben chemischen und physikalischen Betrachtungen zusätzliche Verknüpfungspunkte zur technischen und historischen Perspektive bietet.

Auch der Themenkomplex „Vom Korn zum Brot“ zeigt Ansatzmöglichkeiten für die Verbindung biologischer und chemische Betrachtungen. Als Backtriebmittel können Hefe oder Sauerteig, also Pilze oder eine Lebensgemeinschaft zwischen Hefen und Milchsäurebakterien, verwendet werden. Pilze und Bakterien kommen überall vor und sind beispielsweise für das Verderben von Lebensmitteln mitverantwortlich. Bei der Umwandlung von Zuckern produzieren diese Mikroorganismen Kohlendioxid, welches für das Aufgehen des Teiges verantwortlich ist (Lewis 2012, S. 34). Auch bei der Verwendung von „künstlich“ hergestellten Mitteln wie Backpulver, Hirschhornsalz oder Pottasche wird Kohlendioxid gebildet (Horton et al. 2008, S. 462–463).

Beim Backvorgang spielt der Glutengehalt eine entscheidende Rolle, da ein Teig ohne diese Klebeeipweiße nicht aufgehen kann. Diese Eiweiße sorgen dafür, dass das Kohlendioxid nicht entweicht. Der Versuch mit glutenfreiem Mehl, beispielsweise mit Reis oder Mais zu backen, resultiert in flachen, harten Produkten. Beim Backen werden verschiedene chemische Reaktionen ausgelöst, durch welche das Brot sein Aroma und seine Konsistenz erhält. Dazu gehört u. a. das Entstehen von Gärgasen, Verkleistern von Mehlstärke, Denaturieren von Eiweißen, das Verbinden von Zuckern und Aminosäuren (Maillard-Reaktionen) sowie das Karamellisieren von Zucker.

5.3.4 Duft- und Heilpflanzen

Pflanzen stellen einen der vielfältigsten Themenkomplexe des FLEX dar. Neben den bereits erwähnten Farbe- und Getreidepflanzen können auch anhand von Kräutern der Kräuterschnecke und Wildkräutern der Wiese vielfältige Verbindungen zwischen biologischen und chemischen Inhalten verdeutlicht werden.

Eine besondere Bedeutung kommt dabei den sekundären Pflanzenstoffen zu, wobei unter diese Sammelbezeichnung Stoffe fallen, welche nicht in jedem Zellplasma vorkommen, sondern bestimmten Arten, Gattungen oder Familien eigen sind (Nultsch 1996, S. 316). Den Pflanzen dienen sie beispielsweise als Entgiftungsformen schädlicher Stoffwechselprodukte, als Reservestoffe, zur Abwehr vor Schädlingen, zum Anlocken von Bestäubern, als Schutz vor UV-Strahlung oder zur Festigung des Gewebes. Chemisch gesehen lassen sie sich einer Vielzahl von Verbindungen zuordnen, von denen hier einige vorgestellt werden.

Alkaloide, alkalische Stickstoffverbindungen mit basischem Charakter, sind Substanzen, die bereits in geringen Mengen erhebliche biologische Wirkungen verursachen können. Sie finden sich in 10-15 % aller

Pflanzen, beispielsweise in den Nachtschattengewächsen (wie den im FLEX angebauten Kartoffeln), in Besenginster, Huflattich oder Fliegenpilzen. Neben dem Hinweis auf die Giftigkeit dieser Substanzen und ihre Auswirkungen auf den menschlichen Organismus kann in diesem Zusammenhang auch die Verwendung von Alkaloiden thematisiert werden. Der Mensch nutzt beispielsweise Morphin, das Alkaloid aus den unreifen Kapseln des Schlafmohns, Chinin, welches sich in der Rinde des Chinabaumes findet, Nicotin, das Alkaloid des Tabaks oder auch Coffein, welches in Teeblättern und Kaffeebohnen vorkommt.

Eine andere große Gruppe sekundärer Pflanzenstoffe stellen die Glykoside dar, Verbindungen von Zuckern und anderen Molekülen, den sogenannten Aglykonen (a.a.O., S. 317). Das Vorhandensein von Senfölglykosiden ist am scharfen Geschmack der entsprechenden Pflanzen erkennbar, von denen im FLEX beispielsweise Wiesenschaumkraut, Ackersenf, Lauch oder Kapuzinerkresse zu finden sind. Ein anderes Glykosid sind die Saponine, welche die Oberflächenspannung herabsetzen können und in wässriger Lösung beim Schütteln Schaum ergeben. Saponine sind beispielsweise in Schlüsselblumen, Vogelmilch oder Efeu vorhanden; größere Mengen von bis zu 5 % des Trockengewichtes finden sich im Seifenkraut (*Saponaria officinalis*), mit dem Waschversuche im FLEX unternommen werden können. Auch Anthocyane gehören zu den Glykosiden und besitzen phenolische Hydroxy-Gruppen und ein zur Salzbildung neigendes Sauerstoffatom, so dass sie sowohl mit Säuren als auch Basen Salze bilden können. Mit Säuren sehen diese rot aus, mit Basen blau, so dass Anthocyane als Säure-Basen-Indikatoren benutzt werden können (a.a.O., S.317). Im FLEX werden, je nach Jahreszeit, beispielsweise der Saft roter und blauer Früchte wie Heidelbeeren, Brombeeren oder Johannisbeeren oder ein Sud des selbst angebauten Rotkohls als pH-Indikatoren oder für Färbeversuche verwendet.

Carotine und Xanthophylle, die zwei Gruppen der Carotinoide, welche zu den Terpenen gehören (a.a.O., S. 89), können extrahiert und zur Herstellung von Fingerfarben oder zum Färben verwendet werden. Sie kommen in Blättern, Blüten und Früchten vor, im FLEX beispielsweise in den angebauten Karotten oder in Blütenblättern von Löwenzahn oder Hahnenfuß. Sie lassen sich leicht mit Öl extrahieren und so von den wasserlöslichen Anthocyanen unterscheiden.

Ätherische Öle, Gemische aus sekundären Pflanzenstoffen (a.a.O., S. 143), werden von den Öldrüsen vieler Pflanzen gebildet und zeichnen sich durch oft intensiven Geruch aus. Im Gegensatz zu fetten Ölen gehören sie zu den flüchtigen Kohlenwasserstoffverbindungen und verdampfen rückstandsfrei, was mit der Fettfleckprobe getestet werden kann. Zur Gewinnung ätherischer Öle eignet sich eine Wasserdampfdestillation; im FLEX wird dazu ein Alembic (oder Alambic) verwendet und beispielsweise mit den Blüten des angebauten Lavendels bestückt. Das so gewonnene Öl kann bei der Herstellung von Salben oder Seifen weiterverwendet werden.

Zusammenfassung Kapitel 5

Um die als Hypothesen formulierten Ziele zu erreichen wurde im FLEX, in einer naturnahen Lehr-Lernumgebung, ein Seminar unter Berücksichtigung der dargestellten Theorien und Lösungsansätze mit Studierenden des Sachunterrichts durchgeführt. Zur optimalen Verknüpfung von Theorie und Praxis wurden Fachwissen und fachdidaktische Aspekte einzelner Themenbereiche, im Anschluss an eine größtenteils selbstständige Erarbeitung durch die Studierenden, mit Kindern erprobt. Um eine gründliche und vertiefte Erarbeitung zu gewährleisten, erfolgte eine Beschränkung auf einige exemplarische Naturphänomene als Ausgangspunkte. Interesse und Motivation wurden u. a. durch Selbstständigkeit, Mitbestimmung und kooperatives Arbeiten gefördert, eine positive Beeinflussung von Selbstwirksamkeit und Fähigkeitsselbstkonzept zudem durch das Ermöglichen von Erfolgserlebnissen, insbesondere bei der praktischen Erprobung mit Kindern, unterstützt. Bei der Auswahl der behandelten Themen wurde darauf geachtet, dass sie unmittelbar erfahren werden konnten, für Studierende und Kinder relevant waren und Anknüpfungspunkte sowohl für biologische als auch für chemische Betrachtungsweisen boten.

6. Evaluation des Seminars

Zur Überprüfung der aufgestellten Hypothesen wurden verschiedene Untersuchungen durchgeführt. Im folgenden Kapitel werden die theoretischen Hintergründe, die Durchführung und die Ergebnisse dieser Methoden erläutert. Durch eine Kombination der Vorgehensweisen sollen die Aussagekraft der einzelnen Ergebnisse erhöht und mögliche Validitätsmängel im Sinne einer „Übereinstimmungsvalidität“ ausgeglichen werden (Tiemann 1999, S. 39).

6.1 Theoretische Hintergründe, Durchführung und Auswertungsmethodik

Eine Übersicht über die zu den aufgestellten Hypothesen (siehe Kapitel 4.3) gehörigen untersuchten Zielbereiche und die jeweils verwendeten Methoden zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5: Übersicht über die untersuchten Zielbereiche und die jeweils verwendeten Methoden

Kapitel	Untersuchter Zielbereich	Methoden	Überprüfung/Ergänzung
6.1.1	Struktur und Verknüpfung chemischer und biologischer Inhalte	Own Word Mapping	Kommunikative Validierung
6.1.2	Wahrnehmung/Aufmerksamkeit bzgl. naturwissenschaftlicher – insbesondere chemischer – Hintergründe in der Umwelt	Bildbezogener Assoziationstest	Kommunikative Validierung
6.1.3	Unbewusste Einstellung gegenüber den Konzepten <i>Biologie</i> und <i>Chemie</i>	Semantisches Differential	Ergänzende Befragung
6.1.4	Motivationale und selbstbezogene Variablen bezüglich chemischer Inhalte und deren Vermittlung im Sachunterricht	Fragebogen	Ergänzende Befragung

Zur Überprüfung der ersten Hypothese, dass durch die Behandlung von Naturphänomenen in einer naturnahen Umgebung Studierende verstärkt eine Verbindung zwischen den Konzepten *Biologie* und *Chemie* erkennen, wird die Methode des Own Word Mappings eingesetzt. Diese Methode ermöglicht es, Strukturen und Verknüpfungen zwischen biologischen und chemischen Inhalten aufzuzeigen. Sie wird in Kapitel 6.1.1 vorgestellt.

In Kapitel 6.1.2 wird der selbstentwickelte bildbezogene Assoziationstest erläutert, mit dessen Hilfe die zweite Hypothese, dass nach dem Seminar Studierende nicht nur biologischen, sondern auch chemischen Hintergründen ihrer natürlichen Umwelt vermehrt ihre Aufmerksamkeit schenken, untersucht wird. Eine Absicherung dieses Verfahrens erfolgt, wie beim Own Word Mapping, durch kommunikative Validierung.

Es folgt eine Beschreibung des Semantischen Differentials, welches einen Einblick in die unbewussten Einstellungen der Studierenden bezüglich der Konzepte *Biologie* und *Chemie* liefern und somit den ersten Part der dritten Hypothese untersuchen soll. Die gewonnenen Ergebnisse werden durch eine anschließende mündliche Befragung ergänzt.

Abschließend erfolgt in Kapitel 6.1.4 die Vorstellung eines Fragebogens, mit dessen Hilfe das Interesse sowie die Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich des Unterrichts chemischer Inhalte im Sachunterricht und das Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich dieser Inhalte beleuchtet werden können. Eine mündliche Befragung nach dem Seminar ergänzt und erweitert die so gewonnenen Antworten.

6.1.1 Own Word Mapping

Um herauszufinden, ob durch die Behandlung von Naturphänomenen in einer naturnahen Umgebung Studierenden verstärkt bewusst wird, dass Biologie und Chemie miteinander verbunden sind, wird das von Tiemann (1999) entwickelte Own Word Mapping, eine besondere Form des Concept Mappings, verwendet. Es soll einen Einblick in die von Studierenden hergestellten Verknüpfungen zu den Konzepten *Chemie* und *Biologie* und zwischen den beiden Konzepten gewähren.

Diese Methode wurde gewählt, da Concept Maps sich u. a. dazu eignen, Verbindungen zwischen Inhalten aufzuzeigen, die von Lernenden normalerweise separat und nicht verbunden gelernt und betrachtet werden (White und Gunstone 1992, S. 32). Mit dem Verfahren kann zudem das Verstehen ganzer Wissenszweige (Lehrfächer) untersucht werden (a.a.O., S. 37), in diesem Fall der beiden Fächer Biologie und Chemie.

Auch der Einfluss einer Lerneinheit, in der vorliegenden Arbeit in Form des Seminars im FLEX, kann auf das Erreichen der Instruktionsziele hin erhoben werden (instruktionale Sensitivität), indem Struktur und Organisation der Maps vor und nach der Instruktion verglichen werden (Ruiz-Primo und Shavelson 1996, S. 593; Fischler 2000, S. 17). Im Folgenden werden zunächst die Entstehung und Funktion von Concept Maps im Allgemeinen erläutert, um danach die Besonderheiten von Own Word Maps vorzustellen und das in der vorliegenden Arbeit verwendete Vorgehen zu beschreiben.

Concept Maps

Concept Maps sind graphische Werkzeuge zur Repräsentation und Organisation von Wissen⁵⁰. Sie bestehen aus der Darstellung von Konzepten und ihren Verbindungen. Die Konzepte werden dabei durch Begriffe (meist in Form einzelner Worte) gekennzeichnet, deren Bedeutungen von den Lernenden im Laufe der kommunikativen Auseinandersetzung mit ihrer Umwelt erworben wurden. Konzepte beinhalten dabei neben anschaulichen Prototypen auch Auflistungen typischer Unterkategorien oder Verweise zu übergeordneten Konzepten (Hoffmann und Engelkamp 2013, S. 89).

⁵⁰ Als Wissen wird im Folgenden die im Gedächtnis gespeicherte organisierte Information bezeichnet (Spering und Schmidt 2009, S. 74).

Die Wortbedeutung wird durch seine Position in einem hierarchisch organisierten Netzwerk bestimmt und ist mit Oberbegriffen, charakteristischen Merkmalen und Beispielen (Unterbegriffen) verknüpft. Worte werden dabei umso besser verstanden, je mehr Assoziationen und Vorstellungen mit ihnen verbunden sind (Herkner 1986, S. 134).

In Concept Maps werden Verknüpfungen mit Hilfe beschrifteter Linien dargestellt, um die Beziehung zwischen den Konzepten zu beschreiben. Diese Verknüpfung zweier Konzepte wird auch als Proposition oder Bedeutungseinheit (unit of meaning) bezeichnet (Novak und Cañas 2006, S. 1).

Das Verfahren des Concept Mappings wurde von Joseph Novak 1972 entwickelt und basiert auf der Assimilationstheorie des bedeutungsvollen bzw. sinnvollen Lernens (meaningful learning) von Ausubel (Novak 2010, S. 21). Diese Theorie unterscheidet zwischen reinem Auswendiglernen, bei dem keine Bemühungen unternommen werden, Beziehungen zu bereits vorhandenen Ideen herzustellen, und dem „meaningful learning“, welches die Bedeutung der Integration von neuen Konzepten und Lehrsätzen in bereits vorhandenes Wissen betont (Ausubel 1978, S. 27). Kognitive Strukturen werden dabei als hierarchisch geordnet angesehen, so dass beim Lernen neue Konzepte unter bereits vorhandene untergeordnet werden (Novak 1990, S. 938).

Ausgehend von diesen Vorstellungen entwickelte Novak das Concept Mapping, um herauszufinden, welche neuen Konzepte und Propositionen Schüler beim Lernen von Naturwissenschaften erwerben und wie diese in vorhandene kognitive Strukturen eingebunden werden (Novak 2010, S. 23). Mit Hilfe von herkömmlichen Tests konnten Änderungen in der Wissensstruktur nur unzureichend erhoben werden und Interviews erzeugten eine unübersichtliche und schwer auszuwertende Fülle an Daten (Novak 1990, S. 937). Das neue Verfahren erleichtert es Lernenden zu zeigen, welche Beziehungen sie zwischen Konzepten oder Ideen sehen und wie sie die Struktur eines Themas auffassen. Im Gegensatz zu Aufsätzen oder Abhandlungen fokussieren Concept Maps dabei Struktur und Verknüpfungen, sind schneller und einfacher zu erlernen, zu erstellen und auszuwerten und setzen geringere verbale Fähigkeiten der Lernenden voraus (White und Gunstone 1992, S. 15).

Basierend auf der Assimilationstheorie von Ausubel zeigen auch die Maps bei Novak eine Hierarchie auf, bei der die übergeordneten und allgemeineren Konzepte oben stehen, unter welche die spezifischeren Konzepte untergeordnet werden. Während Ausubel und Novak davon ausgingen, dass neue Begriffe oder Lehrsätze unter bereits vorhandenen subsumiert werden und somit hierarchisch strukturierte Concept Maps entstehen, spielen diese heutzutage neben anderen nicht-hierarchisch vernetzten Maps jedoch keine dominierende Rolle mehr (Fischler 2000, S. 7).

Mit Hilfe von Querverbindungen (crosslinks) werden Konzepte aus unterschiedlichen Teilbereichen verknüpft. Wenn im Laufe des Lernprozesses neue Verknüpfungen erkannt werden, deutet dies auf eine Erweiterung von Begriffsinhalten hin (Ruiz-Primo und Shavelson 1996, S. 571). Je mehr neue

Verbindungen Lernende zwischen verschiedenen Konzepten erkennen, desto größer wird der Begriffsinhalt (meaning) der Konzepte (Shavelson et al. 1994, S. 16).⁵¹

Bei der Verwendung von Concept Maps wird kognitionspsychologisch davon ausgegangen, dass mit ihnen Wissensstrukturen von zeitlicher und situationsübergreifender Konstanz abgebildet werden können (Fischler 2000, S. 3). Dieselben Strukturen können jedoch unterschiedlich dargestellt werden, so dass es notwendig ist, zur Interpretation der Ergebnisse auch andere Verfahren hinzuzuziehen. Dies ist insbesondere wichtig, da die Suche nach der tatsächlichen Form der Speicherung von Wissen im Gehirn ein „hoffnungsloses Unterfangen“ (a.a.O., S. 8) darstellt. Concept Maps liefern daher auch keine exakten mentalen Repräsentationen kognitiver Prozesse, sondern dienen dazu – als eine Methode unter anderen – diesen näher zu kommen (ebd.). Da sich die Lernenden ihrer kognitiven Strukturen nicht bewusst sind, können Einblicke in diese Strukturen nur durch indirekte Methoden wie Assoziationstests oder Concept Maps gewonnen werden (Ruiz-Primo und Shavelson 1996, S. 596).

Wenn Concept Maps in den Naturwissenschaften oder auch in anderen Bereichen, wie beispielsweise Literaturwissenschaften oder Geschichte (White und Gunstone 1992, S. 30), als Diagnoseinstrumente genutzt werden, um Wissensstrukturen von Lernenden in einem begrenzten Inhaltsbereich zu erfassen, müssen diese aus einer Aufgabenstellung, einem bestimmten Antwortformat und einem Bewertungssystem bestehen (Ruiz-Primo und Shavelson 1996, S. 573). Da es für alle drei Komponenten keine verbindlich festgelegten Formen gibt, werden in der Forschung eine Vielzahl unterschiedlicher Techniken des Concept Mappings verwendet (a.a.O., S. 585-586). So zählen Shavelson, Lang und Lewin (1994) in ihrer Untersuchung alleine 128 verschiedene Methoden, Concept Maps zu erstellen (a.a.O., S. 10). Dabei können beispielsweise Begriffe und Beziehungen zwischen den Begriffen sowie deren Platzierung vorgegeben oder frei wählbar sein (Fischler 2000, S. 9). Eine Vorgabe von Begriffen oder auch Positionierungen scheint dann gerechtfertigt, wenn ein eng umgrenzter Inhaltsbereich überprüft werden soll, in dem die vorgegebenen Begriffe eine zentrale Rolle spielen, oder wenn es darum geht, eine Vielzahl von Concept Maps miteinander zu vergleichen (a.a.O., S. 11). Aufgabenstellungen, die zwingend eine hierarchische Struktur vorschreiben, sind dagegen nicht angemessen; sollte es sich bei dem darzustellenden Gebiet um ein hierarchisch geordnetes handeln, würde dies in einem Concept Map automatisch hierarchisch dargestellt (Ruiz-Primo und Shavelson 1996, S. 595).

Eine Möglichkeit der Auswertung von Concept Maps besteht darin, diese mit „Experten-Maps“ zu vergleichen, die von Fachkundigen des entsprechenden Themengebiets erstellt werden, wobei sich auch Experten-Maps unterscheiden und so eine Auswertung erschweren. Dieses Verfahren bietet sich bei einem eng umgrenzten Wissensgebiet an, in dem richtige von falschen Zuordnungen unterschieden werden können. Eine weitere – beim Own Word Mapping verwendete – Möglichkeit besteht darin,

⁵¹ Concept Maps eignen sich nach Novak nicht nur als Diagnoseinstrument, sondern auch als Instruktionsinstrument und Lernmethode für „meaningful learning“, die es Schülerinnen und Schülern und Studierenden erleichtern, das Lernen zu lernen (Novak 1990, S. 941). Sie können während des Lernprozesses bei der Aktivierung, Bildung und Umstrukturierung kognitiver Strukturen helfen (Tiemann 1999, S. 36).

einzelne Bestandteile der Concept Maps wie die Anzahl und Güte der Begriffe und Verknüpfungen, die Weglängen oder den Grad der Vernetzung zu bewerten; häufig findet sich auch eine Kombination beider Vorgehensweisen (Fischler 2000, S. 12). Nicht-hierarchische Concept Maps sind dabei oft aufschlussreicher, aber auch schwieriger zu bewerten als hierarchisch geordnete, da sie eine größere Vielfalt an Designs zulassen.

Die Bewertung der Qualität von Concept Maps ist schwierig. Nach White und Gunstone zeichnen sich gute Maps allgemein durch Detailreichtum und eine Vielzahl an unterschiedlichen Verknüpfungen und Querverbindungen aus (White und Gunstone 1992, S. 19). Insgesamt sind stärkere Verknüpfungen ein Indikator für eine ganzheitlichere Struktur und damit für eine höhere Qualität der Maps (a.a.O., S. 19).

Es muss beachtet werden, dass auch Concept Maps nicht alle Ideen und Verknüpfungen von Lernenden wiedergeben (a.a.O., S. 26). Durch unterschiedliche Aufgabenstellungen können jedoch Daten erhoben werden, die in ihrer Gesamtheit eine Interpretation der Ergebnisse erleichtern (Fischler 2000, S. 10). Eine Kombination verschiedener Methoden, wie sie auch in der vorliegenden Arbeit angewendet wird, trägt dazu bei, unterschiedliche Aspekte des Wissens von Lernenden zu erfassen und damit mögliche Schwachpunkte einzelner Methoden auszugleichen (a.a.O., S. 16).

Die Gütekriterien empirischer Forschung lassen sich, zumindest ansatzweise, auch auf Concept Maps übertragen. Validität kann durch Vergleiche mit Experten-Maps, aber auch durch die Überprüfung der Übereinstimmung mit andern verwendeten Methoden erhoben werden (Ruiz-Primo und Shavelson 1996, S. 592). Eine solche konkurrente Validität (concurrent validity) ist gegeben, wenn ein enger Zusammenhang zwischen den Bewertungen von Concept Maps und den durch andere Verfahren gewonnenen Daten hergestellt werden kann (Fischler 2000, S. 17). Objektivität kann für die Durchführung durch einheitliche Instruktionen erreicht werden, für die Auswertung und Interpretation durch die Festlegung von bestimmten Kriterien (Tiemann 1999, S. 38). Wenn die Reliabilität von Concept Maps (überhaupt) erhoben wird, dann meist durch den Grad der Übereinstimmung zwischen verschiedenen Beurteilern, dem sogenannten „interrater agreement“ (Ruiz-Primo und Shavelson 1996, S. 585). Bei quantitativen Auswertungen von Begriffen und Verknüpfungen liegt der Reliabilitätskoeffizient dabei erwartungsgemäß meist höher als bei qualitativen Fragestellungen (Tiemann 1999, S. 38–39).

Own Word Maps

In diesem Abschnitt wird die Methode des Own Word Mappings beschrieben, die eine besondere Form des Concept Mappings darstellt. Tiemann untersucht mit dem von ihm entwickelten Verfahren das Wissen und das Verständnis von Lernenden (der Sekundarstufe I, der Oberstufe und im Studium) bezüglich Redox-Reaktionen im Rahmen des Chemieunterrichts bzw. des Chemiestudiums (Tiemann 1999, S. 87).

Wie im vorigen Abschnitt erläutert, werden Concept Maps zur Untersuchung kognitiver Systeme von Lernenden eingesetzt, da sie diese angemessen beschreiben sollen. Allerdings können diese Maps keine dynamischen Prozesse darstellen und bei einer Vorgabe von Begriffen die individuellen Wissensorganisationen nur eingeschränkt abbilden (Tiemann 1999, S. 171). Um diese Nachteile zu vermeiden, verwendet Tiemann zwei Bilder, die durch frei wählbare Begriffe verbunden werden sollen. Der Entstehungsprozess der Maps kann dabei durch eine chronologische Nummerierung der Verbindungen nachvollzogen werden, so dass sich bei der Betrachtung der zeitlichen Abfolge der Begriffe feststellen lässt, ob beispielsweise fachwissenschaftlich ausgerichtete Begriffe erst nach einer gewissen Zeit verwendet werden.

Die Vorteile einer Verwendung von Bildern leitet Tiemann zunächst aus einem freien Assoziationstest ab, bei dem er untersucht, welche Vorstellungen Lernende mit unterschiedlichen Konzepten aus dem Bereich der Redox-Reaktionen verbinden. Assoziationen⁵² zu einem bestimmten Konzept können erhoben werden, indem man die Versuchspersonen zu dem entsprechenden Wort frei ihre zugehörigen Gedanken äußern lässt (Hoffmann und Engelkamp 2013, S. 95). Bei Tiemann schreiben die Teilnehmenden dazu alle spontan auftretenden Gedanken nacheinander zu acht Bildern und acht dazugehörigen Begriffen⁵³ als Ein-Wort-Antworten untereinander. Er hält sich bei dem Verfahren an die Empfehlung von White und Gunstone, welche für die Erhebung freier Assoziationen einen Zeitraum von einer Minute als praktikabel ansehen (White und Gunstone 1992, S. 144). Danach wird die durchschnittliche Anzahl an Assoziationen pro Stimulus und Teilnehmer erhoben und versucht, die Antworten bestimmten Kategorien⁵⁴ zuzuordnen. Da diese Beurteilung subjektiv ist, wird durch einen zweiten Signierer eine Signierungsobjektivität hergestellt (Tiemann 1999, S. 72). Diese Voruntersuchung findet in einem Praktikumsaal der Universität statt, so dass „eine leichte Beeinflussung des Verhaltens der Teilnehmer“ in der Hinsicht erwartet wird, dass diese thematisch auf den Bereich „Chemie“ eingestimmt werden (a.a.O., S. 57).

In Tiemanns Untersuchung werden pro Stimulus etwa zwischen vier und sieben Begriffe aufgeschrieben, wobei die Bilder im Mittel mehr Assoziationen erzeugen als die Begriffe (a.a.O., S. 63). Zur Auswertung werden die am häufigsten genannten Assoziationen betrachtet, wobei die meisten nur einmal genannt werden und insgesamt eine starke Streuung der Antworten beobachtet werden kann. Auffällig ist zudem, dass die Begriffe, welche durch die Bilder repräsentiert werden sollen, selber meist nicht zu den am häufigsten genannten Antworten zählen (a.a.O., S. 67). Tiemann zieht aus den Ergebnissen der Voruntersuchung den Schluss, dass Bilder den Inhalt von Begriffen zwar nicht eindeutig wiedergeben, es

⁵² Eine Assoziation ist eine Verbindung zwischen zwei Elementen, wobei bei der Darbietung des ersten Elements das zweite bewusst wird (Herkner 1986, S. 96).

⁵³ Dabei werden folgende Begriffe und die zugehörigen Bilder verwendet: *Salz, Neutralisation, Verbrennung, Redox-Reaktion, Säure, Ionengitter, Kerze und Batterie*.

⁵⁴ In den Sozialwissenschaften wird unter einer Kategorie das Ergebnis einer Klassifizierung von Einheiten verstanden, wobei die klassifizierten Einheiten beispielsweise Gegenstände, Ideen oder Argumente umfassen können (Kuckartz 2012, S. 41).

den Lernenden jedoch ermöglichen, Vorstellungen einzubringen, die nicht dem wissenschaftlichen Konsens entsprechen, aber für die Lernenden gleichwohl von Bedeutung sind (a.a.O., S. 175).

Dies lässt sich darauf zurückführen, dass Konzepte sowohl durch Wörter als auch durch konkrete Erscheinungen wie Objekte oder deren Bilder aktiviert werden können, wobei sich die beiden Zugänge unterscheiden (Hoffmann und Engelkamp 2013, S. 95). Wörter als Reize bringen gewisse Einschränkungen mit, Bilder von Objekten hingegen teilen mit den realen Entsprechungen genug Eigenschaften, um stellvertretend für diese zu stehen (a.a.O., S. 164). Sie haben aufgrund der Vielfalt sensorischer Wirkungen einen direkten, vieldeutigen Zugang zu konzeptuellen Repräsentationen: „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“ (a.a.O., S. 103). Die Verwendung von Bildern gegenüber Begriffen bietet also insofern Vorteile, als diese grundsätzlich leichter verschiedenen Konzepten zugeordnet werden können (a.a.O., S. 95) und so einen größeren Spielraum für individuelle Vorstellungen bieten. Durch das Own Word Mapping erhalten Lernende somit vielfältige Möglichkeiten, ihre Vorstellungen auszudrücken und dabei den Prozess des Wissenserwerbs sowie die „Hybridisierung verschiedener Wissensbereiche“ erkennen zu lassen (Tiemann 1999, S. 156).

Freie Testformen kanalisieren die Antworten nicht und sprechen dadurch „tiefer liegende Denkstrukturen, Elemente sowie vorausgehende Emotionen“ an (Langlet und Schaefer 2008, S. 41). Beim Own Word Mapping sind die Begriffe, mit denen die beiden Bilder verbunden werden sollen, daher frei wählbar und können beliebig miteinander kombiniert werden. Dies ist wichtig, da Aufgabenstellungen, die ein starres Antwortformat und die zu verwendenden Begriffe vorgeben, die Lernenden zu sehr einschränken, um deren Ideen, Vorstellungen und Wissensstruktur angemessen repräsentieren zu können (Ruiz-Primo und Shavelson 1996, S. 595). Nur bei freier Begriffswahl kann sichergestellt werden, dass zum einen keine Begriffe oder Formulierungen übernommen werden, welche die Lernenden ansonsten nicht verwenden würden, und zum anderen auch Begriffe benutzt werden können, welche von den Aufgabenstellenden nicht erwartet wurden (Fischler 2000, S. 9). Außerdem erfordert die Verwendung von eigenen Begriffen ein intensiveres Nachdenken und regt so zusätzlich kognitive Prozesse an.

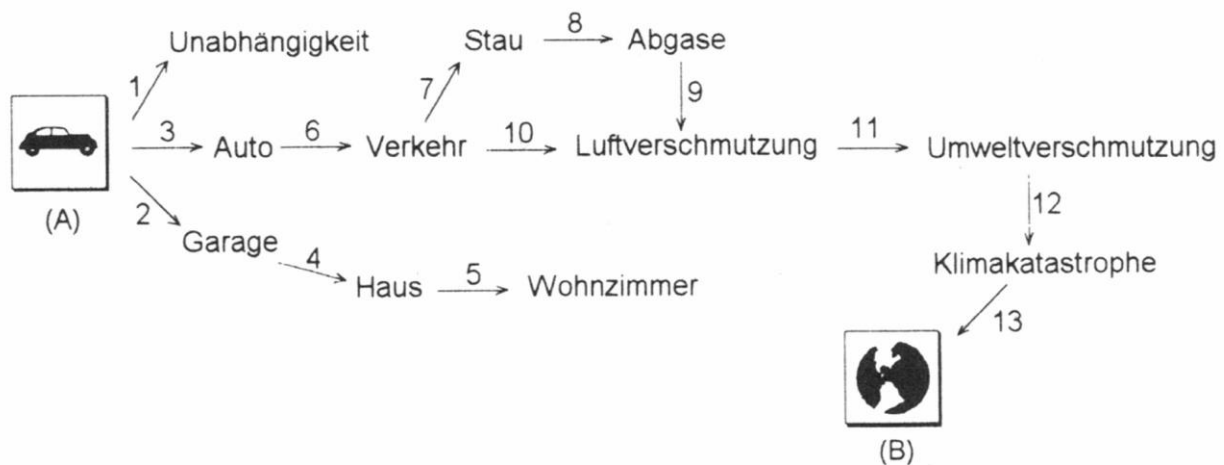
Die Verbindungen in den Own Word Maps erfolgen durch chronologisch nummerierte Pfeile, um die Reihenfolge der verwendeten Begriffe nachvollziehen zu können.⁵⁵ Anhand der Verbindungspfeile kann u. a. festgestellt werden, inwieweit die von Dörner für das Problemlösen beschriebenen Strategien „Breite zuerst!“ oder „Tiefe zuerst!“ angewendet werden (Dörner 1995, S. 303). Die Realisierung „Breite zuerst!“ bedeutet, dass möglichst viele Operationen ausprobiert werden, die auf eine Konstellation anwendbar sind. Auf Own Word Maps übertragen äußert sich dies darin, dass zunächst viele Begriffe zum ersten Bild gefunden werden und im Verlauf der Konstruktion der Maps viele verschiedene Verknüpfungen und Verzweigungen zwischen Begriffen erstellt werden. Bei der Strategie „Tiefe zuerst!“

⁵⁵ In einem sogenannten „Verknüpfungstest“ formulieren die Lernenden bei Tiemann zudem zu jedem der durch Pfeile verbundenen Begriffspaare Sätze, welche die jeweiligen Verknüpfungen erläutern, da dieses Vorgehen als übersichtlicher und ausführlicher als eine bloße Beschriftung der Pfeile angesehen wird.

wird von einer Konstellation aus mit einem Schritt zu einer nächsten Konstellation gegangen und von dort wiederum mit dem nächsten Schritt zur nächstfolgenden. Bei Own Word Maps sieht dies so aus, dass jeweils ein bestimmter Gedankengang verfolgt wird, so dass die Begriffe direkt aneinander anschließen und unverzweigte Wege entstehen. Lineare Begriffsketten können darauf hindeuten, dass die Lernenden im Bestreben, möglichst rasch eine Verknüpfung zwischen beiden Bildern herzustellen, weniger Aufmerksamkeit auf mögliche weitere Zusammenhänge legen. Dies tritt nach Tiemann sowohl bei Lernenden mit geringem als auch mit ausgeprägtem Vorwissen auf (Tiemann 1999, S. 161). Zwischen beiden Strategien werden meist verschiedene Mischformen verwendet.

Die Aufgabenstellung für das „Own Word Map“ wird bei Tiemann schriftlich und mit Hilfe eines Beispiels erläutert. Dieses zeigt das Bild eines Autos und einer Weltkugel, zwischen denen sich ein Begriffsnetz befindet, welches sowohl zwei „Sackgassen“ als auch eine „Schleife“ beinhaltet (siehe Abbildung 3).

Beispiel:



zusammen, die phänologische Betrachtungen, Bezeichnungen für Substanzen und Gegenstände sowie Prozesse umfassen, welche zwar einen Bezug zur Thematik aufweisen, jedoch keine fachwissenschaftlichen Begriffe darstellen. Der „unspezifische Wissensbereich“ umfasst Begriffe, die fachwissenschaftlich nicht mit dem Themenbereich der Redox-Reaktionen in Zusammenhang stehen, jedoch beispielsweise gesellschafts- oder umweltpolitische Aspekte umfassen können (a.a.O., S. 92). Tiemann ermittelt die Gesamtanzahlen der verwendeten Begriffe, ordnet sie anschließend jeweils einer der drei Kategorien zu und vergleicht die Verwendungshäufigkeiten der drei Teilnehmergruppen. Neben der Begriffsanzahl wird von Tiemann auch die Anzahl der Verknüpfungen erhoben, wobei er zwischen Verknüpfungen innerhalb von Wissensbereichen, sogenannten intraarealen Verknüpfungen, und Verbindungen zwischen verschiedenen Wissensbereichen, den interarealen Verknüpfungen, unterscheidet (a.a.O., S. 93).⁵⁶

Den Own Word Maps entnimmt Tiemann Aussagen, welche die jeweiligen Vorstellungen der Lernenden beschreiben und somit auf deren kognitiven Zustand verweisen sollen (a.a.O., S. 139). Er betrachtet die Zusammenhänge, welche die einzelnen Gruppen zu den jeweiligen Abbildungen in ihren Maps hergestellt haben, fasst diese zu Vorstellungen zusammen und versucht, Ursachen für die jeweiligen Aussagen zu finden. Dabei sind die Lernenden mit der Thematik der Redox-Reaktion durch den vorangegangenen Unterricht vertraut, das Herstellen eines Zusammenhanges zwischen den Bildern stellt für sie jedoch eine ungewohnte Situation dar (a.a.O., S. 156). Tiemann analysiert die Maps danach, ob bestimmte Zusammenhänge konstruiert werden oder den Lernenden bewusst sind, und ob diese dem wissenschaftlichen Konsens entsprechen. Daraus schließt er dann, ob ein differenziertes Verständnis von Redox-Reaktionen vorliegt oder nicht. Dabei zeigen, wie zu erwarten, die Studierenden das umfassendste Verständnis.

Tiemann führt keinen Vergleich von Maps vor und nach bestimmten Unterrichtseinheiten durch, unterscheidet dafür aber die drei unterschiedlichen Untersuchungsgruppen, die eine jeweils andere Lernbiografie mitbringen.

Vortest

In Anlehnung an Tiemann wurden für das im Rahmen dieser Arbeit verwendete Own Word Mapping zwei Bilder ausgewählt, um Verbindungen zwischen den Konzepten *Biologie* und *Chemie* zu untersuchen.

Die Suche nach einfachen und dennoch eindeutigen Bildern⁵⁷ oder „Symbolträgern“ (a.a.O., S. 71) erwies sich für das Konzept *Biologie* als schwieriger als für das Konzept *Chemie*. Dies mag damit

⁵⁶ Für die intraarealen Verknüpfungen berechnet Tiemann zudem die Dichte an Verknüpfungen, die für ein Netzwerk mit n Begriffen die maximale Anzahl von Verknüpfungen mit $(n(n-1)/2)$ erreicht (a.a.O., S. 94). Da jedoch nicht jeder Begriff sinnvoll mit jedem anderen Begriff verbunden werden kann, gibt der Wert lediglich eine grobe Orientierung an, ohne qualitative Aussagen über das Netz zu erlauben.

⁵⁷ Bei den Bildern sollte es sich, wie oben beschrieben, um die Bilder konkreter Objekte handeln, was die Verwendung von Modellen oder Strukturformeln ausschloss.

zusammenhängen, dass die Biologie als Wissenschaft des Lebendigen auch Elemente und Verfahren der Chemie und der Physik umfasst und somit nur schwer mit einem einzigen Bild zu repräsentieren ist.

In einer Voruntersuchung mit Mitgliedern der Arbeitsgruppe lösten Bilder von Tieren sehr artspezifische und meist emotional geprägte Reaktionen aus, so dass auf ein Bild der Pflanzenwelt zurückgegriffen wurde. Dabei zeigte das Bild einer Blume gegenüber der eines Baumes den Vorteil, dass Blumen durch die mit ihnen verknüpften Merkmale wie Duft oder Farbe leichter mit dem Konzept *Chemie* in Verbindung gebracht werden konnten. Daher wurde schließlich die stilisierte Zeichnung einer Blume als Symbol für das Konzept *Biologie* gewählt (siehe Abbildung 4). Für *Chemie* erwies sich die Zeichnung eines Erlenmeyerkolbens als geeignet, da dieses Gerät allen befragten Studierenden aus Chemiepraktika bekannt war.⁵⁸ Blume und Erlenmeyerkolben wurden somit als geeignete Prototypen angesehen, die jeweils ein typisches Beispiel für die beiden Konzepte darstellen (Spering und Schmidt 2009, S. 77).

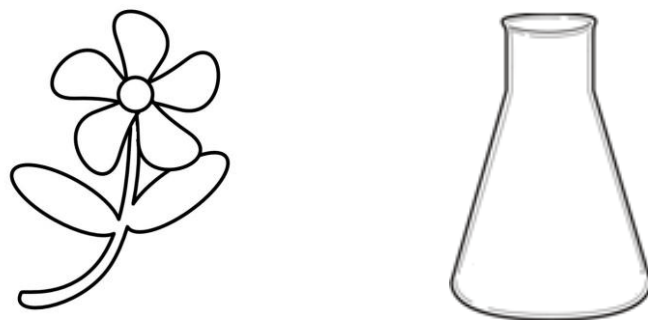


Abbildung 4: Für das Own Word Mapping verwendete Zeichnungen (Blume verändert nach: <http://www.schulbilder.org/malvorlage-blume-i9978.html>, zuletzt aufgerufen am 24.04.2015)

Analog zum Vorgehen bei Tiemann wurde in einem Vortest mit 14 Lehramtsstudierenden erhoben, welche Assoziationen die beiden Bilder in jeweils einer Minute hervorrufen. Im Durchschnitt wurden acht Antworten zu dem Bild der Blume und sechs zu dem Bild des Erlenmeyerkolbens gegeben. Im Vergleich zu den von Tiemann erhobenen vier bis sieben Assoziationen pro Bild ist dies eine höhere Anzahl. Insgesamt wurden für die Blume 57 verschiedene Begriffe gefunden, davon traten 41 nur einmal auf; für den Erlenmeyerkolben wurden 42 verschiedene Antworten gefunden, von denen 26 nur einmalig vorkamen (siehe Anhang).

Das Blumenbild rief neben Assoziationen zu Jahreszeiten, botanischen Pflanzenbestandteilen, Duft und Farben auch eindeutig positiv geprägte Verknüpfungen wie „gute Laune“, „schön“, „Liebe“ und „Freude machen“ hervor. Es wurde von den Studierenden nur zweimal mit dem Begriff „Natur“, aber nicht mit dem Begriff „Biologie“ assoziiert. Dies ist nicht weiter bedenklich, da viele der Antworten dem Bereich der Biologie zugeordnet werden können und auch die von Tiemann eingesetzten Bilder meist nicht mit den Begriffen bezeichnet wurden, welche diese repräsentieren sollen (Tiemann 1999, S. 67). Es handelt

⁵⁸ Im Gegensatz zur Blume handelt es sich nicht um ein Naturprodukt, da sich eine Darstellung chemischer Inhalte mit Bezug zur Natur als nicht eindeutig oder nur auf molekularer Ebene möglich erwies.

sich also durchaus um ein prototypisches Bild, da es viele biologiebezogene Assoziationen hervorrufen kann (Herkner 1986, S. 135).

Das Bild des Erlenmeyerkolbens schien für die Studierenden dagegen eindeutig einen Bezug zur Chemie zu haben, da der Begriff „Chemie“ mit insgesamt zwölf Nennungen von fast allen Befragten verwendet wurde. Neben Assoziationen, die u. a. mit Chemieunterricht oder Laborausstattung in Verbindung stehen, wurde das Bild auch mit eher negativ geprägten Begriffen wie „giftig“ oder „Gefahr“ verbunden. Dies stimmt mit den Ergebnissen überein, welche von Scharf und Werth (1989), Kaufmann (2000) sowie der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik zu Einstellungen gegenüber Natur und Chemie mit Hilfe des Semantischen Differentials gefunden wurden (siehe Kapitel 6.1.3).

Durchführung und Auswertung

Die Durchführung des Own Word Mappings findet in einem Praktikumsraum der Chemiedidaktik der Universität Siegen statt, so dass – wie bei Tiemann – eine gewisse Beeinflussung der Assoziationen zu erwarten ist (Tiemann 1999, S. 57). Die Instruktion erfolgt durch eine PowerPoint-Präsentation, in der das von Tiemann verwendete Beispielbild (Abbildung 3) sowie die wichtigsten Anweisungen integriert sind. Durch dieses Vorgehen wird eine Objektivität der Aufgabenstellung sichergestellt. Auf eine ausführliche schriftliche Erläuterung wird verzichtet, da sich eine knappe Formulierung mit der Möglichkeit des Nachfragens seitens der Lernenden als praktikabler erwies.

Für die Erstellung der Maps wird keine Zeiteinschränkung vorgegeben, um Zeitdruck zu vermeiden und möglichst umfangreiche Ergebnisse zu erhalten. Damit die einzelnen Schritte bei der Erstellung der Maps nachvollzogen werden können, wird von Tiemann die chronologische Nummerierung der Pfeile übernommen. Wie bei anderen Mapping-Verfahren üblich, sollen diese mit geeigneten Verben oder anderen Erläuterungen beschriftet werden, so dass auf die Formulierung von ganzen Sätzen verzichtet werden kann. Dieses Vorgehen erwies sich als ausreichend aussagekräftig und ermöglicht eine rasche Erstellung und Auswertung der Maps. Durch die freie Wahl der Beschriftungen wird weiterhin der geforderte „Einblick in die mit den Begriffen verbundenen Vorstellungen“ ermöglicht (a.a.O., S. 78).

In der vorliegenden Untersuchung werden nicht Wissen oder Verständnis bezüglich eines eng umgrenzten Gebietes ermittelt, sondern die Verknüpfungen mit den Konzepten *Biologie* und *Chemie* und Zusammenhänge zwischen den Konzepten. Bei der Analyse der Begriffsnetze stehen daher Art und Anzahl der Begriffe beider Bereiche im Vordergrund. Da die Studierenden bereits biologisches und chemisches Wissen durch Schulunterricht und Veranstaltungen an der Universität erworben haben, besteht für sie die größte Herausforderung des Own Word Mappings darin, Zusammenhänge zwischen beiden Konzepten herzustellen. Solche Zusammenhänge sind meist nicht direkt offensichtlich, sondern müssen zunächst erkannt bzw. bewusst gemacht werden. Nach White und Gunstone hängt dies mit der Anzahl und Art der Verbindungen zusammen, die jemand zwischen verschiedenen Konzepten oder Wissens-elementen wahrnimmt (White und Gunstone 1992, S. 142).

Die Aufgabe fordert Verknüpfungen beider Konzepte ein, welche durch das Erstellen kompletter Wege von einem zum anderen Bild erfüllt wird. Neben den vollständigen Wegen werden auch die unvollständigen Wege erfasst, da sie darauf hindeuten, dass eine entsprechende Verbindung nicht, oder zumindest nicht vollständig, hergestellt werden konnte. Weiterhin wird ermittelt, wie viele Verzweigungen in den Own Word Maps vorkommen, da stärkere Verknüpfungen auf eine ganzheitlichere Struktur und damit auf eine höhere Qualität der Maps hinweisen (White und Gunstone 1992, S. 19).

Die einzelnen Verknüpfungen zwischen zwei verwendeten Begriffen sind schwieriger auszuwerten, da eine eindeutige Zuordnung der Worte zu einem der beiden Konzepte oft problematisch ist. Bei einer Begriffskette wie: „Pflanzen -> Fotosynthese -> Chlorophyll -> Pflanzenfarbstoff -> Extraktion“ (S11) könnte beispielsweise jede Verknüpfung als eine Verbindung zwischen biologischen oder aber biologischen und chemischen Begriffen interpretiert werden. Da in der vorliegenden Untersuchung Verknüpfungen zwischen *Biologie* und *Chemie* von vorneherein durch die Verwendung der beiden Bilder forciert werden, ist eine Unterscheidung zwischen inter- und intraarealen Verknüpfungen nicht zwingenderforderlich. Auf eine qualitative Auswertung der einzelnen Verknüpfungen wird somit verzichtet und nur die Anzahl der Schritte insgesamt ermittelt. Da die Aussagekraft der Verknüpfungsdichte bei Tiemann sehr eingeschränkt ist, wird auf ihre Berechnung verzichtet und stattdessen lediglich die Gesamtanzahl an Verknüpfungen untersucht.

In der vorliegenden Untersuchung können Studierende – wie bei Tiemann – Begriffe benutzen, die eher Alltagsvorstellungen entsprechen⁵⁹, oder wissenschaftlichere Begriffe, welche den Naturwissenschaften zugerechnet werden können (im Vortest wurden vor allem biologische Fachbegriffe wie z. B. „Photosynthese“ verwendet). Allerdings hat diese Arbeit nicht zum Gegenstand aufzuzeigen, inwieweit bestimmte wissenschaftliche Konzepte verinnerlicht wurden, sondern soll in erster Linie Verknüpfungen der beiden Konzepte *Biologie* und *Chemie* aufzeigen, wobei sowohl Verknüpfungen der wissenschaftlichen Vorstellungen als auch der Alltagsvorstellungen für die Untersuchung interessant und für die individuelle Wahrnehmung relevant sind.

Neben dem Betrachten von verschiedenen quantitativen Merkmalen der Own Word Maps, wie der Anzahl der Wege, der Verzweigungen und der Verknüpfungen, werden die verwendeten Begriffe in Anlehnung an Tiemann verschiedenen Kategorien zugeordnet. Diese Zuordnung verlangt eine subjektive Auslegung der Begriffe, ein methodisch eher qualitativ einzuordnendes Vorgehen. Die Begriffe in den einzelnen Kategorien werden dann in einem zweiten Schritt quantitativ ausgewertet, womit neben qualitativen Merkmalen auch quantitative Aspekte Beachtung finden. Dies ist ein Verfahren, welches allgemein bei der Auswertung qualitativer Daten zur Unterstützung von Argumentationen herangezogen werden kann, wenn zählbare Elemente vorliegen (Kuckartz 2012, S. 25).

⁵⁹ Im Assoziationstest wurde das Bild der Blume beispielsweise mit „Muttertag“ oder „Blumenstrauß“ verbunden, das Bild des Erlenmeyerkolbens beispielsweise mit „Vase“.

Generell werden im Rahmen dieser Arbeit qualitative Daten auch quantitativ analysiert, indem beim Own Word Mapping und beim bildbezogenen Assoziationstest die Häufigkeit von zuvor kategorisierten Worten und Wortkombinationen ausgewertet wird. Auch die Ergebnisse des Semantischen Differentials und die Antworten auf die geschlossenen Fragen des Fragebogens werden zunächst quantitativ und im Anschluss durch ergänzende Befragungen auch qualitativ ausgewertet. Auch wenn insbesondere die statistischen Auswertungen bei der kleinen Teilnehmerzahl nur begrenzte Aussagekraft besitzen, werden die errechneten Zahlen herangezogen, da sie die Qualität qualitativer Forschung verbessern können, indem sie die Glaubwürdigkeit von Aussagen erhöhen und Generalisierungen stützen (Seale 2007, S. 139).

Im Vordergrund der Untersuchung stehen die Konzepte *Chemie* und *Biologie*, so dass jeweils eine Kategorie „Biologie“ und „Chemie“ gebildet wird. Da jedoch auch physikalische Aspekte im Seminar eine Rolle spielen und auch im schulischen Kontext normalerweise drei Naturwissenschaften behandelt werden, wird als dritte Naturwissenschaft die Kategorie „Physik“ ergänzt. In einer Voruntersuchung mit einigen Mitgliedern der Arbeitsgruppe und Lehramtsstudierenden wurden auch Begriffe verwendet, die der sozialwissenschaftlichen, der geographischen, der historischen oder der technischen Perspektive des Sachunterrichts zugeordnet werden konnten. Diese werden zu einer Kategorie „sonstige Perspektiven des Sachunterrichts“, oder kurz „sonst. SU“, zusammengefasst. Zusätzlich tauchten häufig Begriffe auf, die sich auf die Gefährdung und den Schutz der Umwelt bezogen und nicht ohne weiteres unter die Kategorie „Biologie“ oder „sonst. SU“ eingeordnet werden konnten. Daher wird eine weitere Kategorie, kurz „Umwelt“ genannt, gebildet. Begriffe, die sich keiner der beschriebenen Kategorien zuordnen lassen, werden unter der Kategorie „Sonstiges“ zusammengefasst, so dass insgesamt sechs verschiedene Kategorien Verwendung finden.

Die Begriffe können jeweils einer oder mehreren Kategorien zugeordnet werden.⁶⁰ Gehören Assoziationen gleichzeitig mehreren Kategorien an, werden sie durch diese Mehrfachzuordnung differenzierter in ihrer „Aspekthaftigkeit“ erfasst (Schaefer und Manitz-Schaefer 2002, S. 17). Mehrfach auftretende Begriffe in den Maps werden nur einmalig gezählt.

Beim Betrachten der Maps nach dem Seminar wird zusätzlich unterschieden, ob Begriffe bereits beim ersten Durchgang verwendet wurden oder neu hinzugekommen sind. Dies scheint interessant, da neue Begriffe auf eine stärkere Änderung zwischen den Zeiträumen hindeuten könnten als eine bloße Wiedergabe erinnelter Begriffe.

Um die Gültigkeit der Zuordnungen abzusichern, wird eine kommunikative Validierung mit den einzelnen Studierenden durchgeführt. Eine Übereinstimmung zwischen Befragten und Interpret wird dabei als Hinweis auf die Gültigkeit der Interpretation angesehen (Altrichter und Posch 2007, S. 206). Auch wenn die Rückkopplung der Interpretation an die Befragten als Wahrheits- und Gütekriterium zum Teil kritisch gesehen wird, können aus dem Dialog wichtige Argumente, insbesondere zur Absicherung

⁶⁰ Zuordnungen zu einer Kategorie wurde der Wert 1 gegeben, bei Zuordnungen zu zwei Kategorien anteilig jeweils der Wert 0,5 usw.

der Rekonstruktion subjektiver Bedeutung, gewonnen werden (Lamnek 2005, S. 147). Ein solches Vorgehen ist für die Überprüfung der Kategorieneinteilungen sinnvoll, da bereits Tiemann feststellte, dass sich einige Begriffe weniger eindeutig zuordnen lassen als andere und somit eine „semantische Unschärfe“ vorliegt (Tiemann 1999, S. 74). Viele Begriffe können je nach Betrachtungsweise einer oder mehreren Kategorien zugeordnet werden, wie beispielsweise „Aggregatzustände“ sowohl der Chemie als auch der Physik (Altenburger und Staraschek 2011, S. 233); auch „Photosynthese“ könnte zum Beispiel als überwiegend biologisch oder als ein Prozess der Biophysik oder der Biochemie wahrgenommen werden (Markl 1987, S. 1134).

Studierende könnten somit Begriffe anderen Kategorien zuweisen als die Seminarleitung, so dass eine Überprüfung durch die Studierenden notwendig erscheint. Da eine Zuordnung aller Begriffe (insbesondere zusammen mit den Begriffen des im folgenden Kapitel vorgestellten bildbezogenen Assoziationstest) sehr umfangreich ist und viel Zeit in Anspruch nimmt, wird die Zuordnung nicht alleine von den Studierenden durchgeführt. Zunächst werden die Begriffe durch die Seminarleitung gesichtet und den Kategorien zugeordnet, die naheliegend erscheinen. Durch die vorläufige Zuordnung soll einer Ermüdung der Studierenden und einer daraus möglicherweise resultierenden geringeren Aussagekraft vorgebeugt werden (Bader 2002, S. 400). Studierende sollen sich bei der anschließenden Überprüfung der Zuordnungen durch diese „Vorsortierung“ auch besser auf weniger eindeutige Begriffe, welche durch die Seminarleitung markiert werden, konzentrieren können. Die Studierenden werden gebeten, die Kategoriensortierungen zu überprüfen und dabei ihre persönlichen Vorstellungen einer passenden Einteilung zugrunde zu legen. Bei Abweichungen von der Zuordnung durch die Seminarleitung werden im Dialog gemeinsam Begriffszuordnungen gefunden, welche von beiden Seiten akzeptiert werden können.

Zur Auswertung werden alle Begriffe in der von den Studierenden verwendeten Reihenfolge in Excel-Tabellen übertragen; ein Beispiel für die Zuordnung verschiedener Begriffe zu Kategorien zeigt Tabelle 6.

Tabelle 6: Beispiel für die Zuordnung verwendeter Begriffe der Own Word Maps in die Kategorien

	Biologie	Chemie	Physik	sonst. SU	Umwelt	Sonstiges
Tiere	1					
Ölkatastrophe					1	
Urlaub						1
Wasser	0,5	0,5				
Beruf Seemann				1		
Hebelwirkung			1			
Gesamt	1,5	0,5	1	1	1	1

Anschließend wird die Anzahl der Begriffe in den einzelnen Kategorien vor und nach dem Seminar ermittelt und verglichen. Neben dem Vergleich der absoluten Anzahlen wird auch der Anteil der kategorienbezogenen Aussagen in Relation zu der Gesamtzahl der genannten Begriffe berechnet. Dazu wird die Gesamtzahl der verwendeten Begriffe vor und nach dem Seminar auf jeweils 100 % gesetzt, um auf diese Weise mögliche unerwünschte Einflussfaktoren wie die Gewöhnung an das Testinstrument oder an die Durchführenden zu bereinigen. Die so gewonnenen Ergebnisse zeigen, welcher Anteil der jeweils genannten Begriffe den entsprechenden Kategorien zugehört. Da trotz dieser Maßnahmen die gewonnenen Daten interpretiert werden müssen, bleiben Aussagen zu den Ergebnissen immer subjektiv geprägt (White und Gunstone 1992, S. 154).

Als „Kontrollgruppe“ zu den Seminarteilnehmenden dienen Studierende mit gleichem Studienschwerpunkt und vergleichbarer Semesterzahl, die in einem gleichen zeitlichen Abstand ihre Own Word Maps erstellen. Es handelt sich um 19 Grundschullehramtsstudierende, welche den Lernbereich Naturwissenschaften belegt haben und sich im dritten bis sechsten Semester befinden. Allerdings nehmen sie an einer vom FLEX-Seminar unabhängigen Veranstaltung der Chemiedidaktik an der Universität teil und arbeiten nicht an gleichen Themen. Eine vergleichbare Durchführung ist in der Universität nicht umsetzbar, da sich die Themen des Freilandlabors nicht innerhalb von Laborräumen durchführen lassen. Dort ist beispielsweise das eigenständige Entdecken von Wildpflanzen, das Ausgraben von Lehm, das Errichten einer Feuerstelle oder das Backen von Brot nicht möglich. Die Laborumgebung bietet keine vergleichbaren Umsetzungsmöglichkeiten und Anregungen, so dass der Versuch des Imitierens dieser unmittelbaren Erfahrungen scheitern müsste. Die „Kontrollgruppe“ dient daher lediglich dazu, die Aussagekraft des Testinstrumentes dahingehend zu überprüfen, ob Unterschiede zwischen Seminarteilnehmenden und Nicht-Teilnehmenden erkennbar sind.

6.1.2 Bildbezogener Assoziationstest

Die Studierenden lernen das FLEX als eine naturnahe Umgebung kennen, in der bei der Betrachtung von Naturphänomenen biologische und chemische Inhalte zusammenspielen. Mit den oben beschriebenen Own Word Maps soll untersucht werden, welche Assoziationen Studierende mit den Konzepten *Chemie* und *Biologie* verbinden und welche Verknüpfungen sie zwischen den beiden Konzepten vor und nach dem Seminar im FLEX herstellen. Nach Durchführung des Seminars interessiert zudem die Frage, ob ihre Wahrnehmung biologischer und insbesondere chemischer Aspekte der Umwelt verändert werden konnte. Sollte die Wahrnehmung der Studierenden für chemische Hintergründe in ihrer Umgebung verstärkt werden, könnte dies dazu beitragen, dass sie entsprechenden Inhalten generell mehr Aufmerksamkeit schenken und diese auch in ihrem zukünftigen Unterricht vermehrt aufgreifen. Der selbstentwickelte bildbezogene Assoziationstest soll daher Hinweise liefern, ob und inwieweit sich die

Wahrnehmung der Studierenden bezüglich naturwissenschaftlicher und insbesondere chemischer Bezüge in ihrer Umwelt durch das Seminar verändert. Da eine direkte Konfrontation der Teilnehmenden mit unterschiedlichen Umgebungen und die Erfassung ihrer entsprechenden Wahrnehmungen nur schwer durchzuführen wäre, werden ihnen Fotografien naturnaher Umgebungen gezeigt und versucht, aus den gewonnenen Assoziationen Rückschlüsse auf ihre Wahrnehmung zu ziehen. Bei beiden Methoden, dem Own Word Mapping und dem bildbezogenen Assoziationstest, stehen somit Assoziationen zu den Konzepten *Chemie* und *Biologie* im Vordergrund. Eine Kombination beider Vorgehensweisen erhöht die Aussagefähigkeit und die gewonnenen Daten können im Sinne einer „Übereinstimmungsvalidität“ (Tiemann 1999, S. 39) miteinander verglichen werden. Es wird erwartet, dass durch den Vergleich beider Methoden etwaige Validitätsmängel ausgeglichen werden. Im Folgenden werden die theoretischen Hintergründe des bildbezogenen Assoziationstests sowie seine Entwicklung und Verwendung erläutert.

Um Aussagen zur Wahrnehmung der Studierenden zu erhalten, bietet es sich nicht an, diese direkt zu befragen, da die Fragestellung die Aufmerksamkeit erst wecken und damit das Antwortverhalten beeinflussen könnte (siehe Kapitel 6.1.3). Um unmittelbare Daten zu gewinnen, müssten die Studierenden im Seminar in möglichst unterschiedlichen naturnahen Umgebungen einzeln beobachtet werden. Dies wäre jedoch mit einem hohen personellen Aufwand verbunden und stark von den eher zufälligen Äußerungen der Teilnehmenden abhängig, so dass diese Vorgehensweise nicht praktikabel gewesen wäre. Als Alternative wurde daher, wie oben beschrieben, der bildbezogene Assoziationstest entwickelt, bei dem den Studierenden Bilder unterschiedlicher Umgebungen gezeigt werden, um über die zugehörigen Assoziationen indirekt eine Vorstellung von ihren Wahrnehmungen zu gewinnen.

Unter Wahrnehmung wird dabei eine Zuordnung von dem, was gesehen wird, zu Kategorien bereits vertrauter Erscheinungen verstanden (Hoffmann und Engelkamp 2013, S. 75). Wahrnehmungen aktivieren somit die ihnen zugeordneten Konzepte (a.a.O., S. 102). Dieses konzeptuelle Wissen der Welt entsteht auch durch „Abstraktion über Handlungserfahrungen in der aktiven Auseinandersetzung mit der gegenständlichen (und sozialen) Welt“ (a.a.O., S. 94). Assoziationen sind an der Bildung von Konzepten maßgeblich beteiligt. Wird erfahren, dass ein Objekt zu einem bestimmten Konzept gehört, werden Assoziationen zwischen wahrgenommenen Merkmalen dieses Objektes und der entsprechenden Zuordnungsreaktion verstärkt (a.a.O., S.76). Eine Assoziation zwischen Konzepten kann sich darin zeigen, dass die Aktivierung eines Konzeptes die Aktivierung eines anderen erleichtert. Die Assoziationen oder Verbindungen zwischen den Konzepten und die Konzepte selber bilden dabei das semantische Gedächtnis, also die Struktur unseres Wissens (a.a.O., S. 94). Für das Seminar bedeutet dies, dass die dort aktiv erfahrenen Zusammenhänge zwischen einer naturnahen Umgebung und chemischen Inhalten die Wahrnehmung der Studierenden bezüglich chemischer Aspekte fördern können. Gerade durch das aktive Handeln im FLEX kann konzeptuelles Wissen entstehen bzw. verändert

werden, so dass die Möglichkeit besteht, insbesondere das konzeptuelle Wissen über *Chemie* zu verändern. Da Konzeptbildung auf „Bildung, Überprüfung und Änderung von Hypothesen über klassifizierungsrelevante Merkmale und deren Verknüpfungen“ beruht (a.a.O., S. 78), könnten so neue oder veränderte Vorstellungen zu den Konzepten *Biologie* und *Chemie* und deren Verknüpfungen entstehen.

Bei jeder Wahrnehmung werden Reize mit Merkmalslisten im Gedächtnis verglichen, zudem finden Denkprozesse statt, so dass eine scharfe Trennung von Wahrnehmung, Gedächtnis und Denken nicht möglich ist und daher alternativ von Informationsverarbeitung gesprochen werden kann (Herkner 1986, S. 61). Was wahrgenommen wird, hängt neben individuellen Erfahrungen und Erwartungen auch von Kontextinformationen und der momentanen Motivations- und Emotionslage ab (Sokolowski 2013, S. 85–86). Es werden nur solche Informationen aus der Umwelt aufgenommen, die als bedeutsam eingestuft werden, so dass eine selektive Wahrnehmung resultiert (Werth 1991, S. 27). Das Achten auf eine angenehme Atmosphäre während des Seminars und die Relevanz der behandelten Aspekte für die Studierenden erhalten vor diesem Hintergrund der Wahrnehmungstheorie besondere Bedeutsamkeit.

Neurophysiologisch betrachtet werden beim visuellen Erkennen von Objekten (oder ihren Abbildungen) Informationen vom Auge aufgenommen und in einer Vielzahl von Schritten über den Sehnerv entlang der Sehbahn in den primären visuellen Kortex geleitet. Von dort gelangen die Informationen dann in den sensorischen Assoziationskortex und werden zu einem Wahrnehmungserlebnis zusammengefügt, wobei diese Verknüpfungen auf Lernprozessen beruhen (Hoffmann und Engelkamp 2013, S. 195–197). Im Seminar sollen daher Lernprozesse initiiert werden, welche das Erkennen chemischer Hintergründe fördern.

Um Objekte schnell und akkurat erkennen zu können, müssen diese identifiziert und kategorisiert werden (Spering und Schmidt 2009, S. 30). Wie beschrieben, werden von einem Objekt eintreffende Erregungen von sensorischen Nervenbahnen zu verschiedenen, räumlich getrennten Sinnesfeldern des Gehirns geleitet und dort gespeichert. Der assoziative Zusammenhang bleibt dabei erhalten, die kategoriale Strukturierung wird dagegen sekundär vom Gehirn vollzogen. Dabei spielen frühere Erfahrungen und früher gebildete oder auch neu geschaffene Kategorien eine Rolle (Schaefer und Manitz-Schaefer 2002, S. 95). Im Zusammenhang dieser Arbeit sind dabei besonders die Kategorien oder Zuordnungen interessant, welche durch das Seminar im FLEX neu geschaffen werden können. So könnten Wahrnehmungen, welche zuvor vor allem der Kategorie *Biologie* zugeordnet wurden, nach dem Seminar auch unter die Kategorie *Chemie* fallen.

Im geistigen Leben lassen sich das logisch-analytische und das assoziative, sporadische Denken nicht trennen. Auch deshalb ist es sinnvoll, eine Testmethode zu verwenden, die – wie das Concept-Mapping – sowohl assoziative als auch logisch-systematische Verknüpfungen zulässt. Auch beim bildbezogenen Assoziationstest können Studierende Aspekte in den Bildern sowohl „subjektiv“ mit spontanen, assoziativen Begriffen als auch „objektiv“ mit logischen, wissenschaftlichen Begriffen belegen.

Die Fotografien für den Test wurden so ausgesucht, dass sie möglichst vielfältige naturnahe Umgebungen abbilden und dabei unterschiedliche Ansatzpunkte für biologische und chemische Betrachtungsweisen bieten. Die Bilder sollten dabei nicht unmittelbar mit dem Seminar im FLEX in Verbindung stehen, um direkte Übertragungen vom Seminar zu vermeiden und so auch den Vergleich mit der Kontrollgruppe aussagefähiger zu gestalten. Zunächst wurden sechs Fotografien ausgewählt, darunter das Bild eines Haubergs, eines Kohlenmeilers, eines Steinbruchs, eines Fischkutters, eines Kreidefelsens und eines Lagerfeuers. Aus diesen wurden in einem zweiten Schritt die drei Bilder ausgewählt, die in einem Vortest mit zehn Studierenden die meisten Assoziationen aus dem naturwissenschaftlichen Bereich hervorrufen konnten.⁶¹

Die drei ausgewählten Bilder zeichnen sich dadurch aus, dass jeweils ein Hauptmotiv in eine natürliche Landschaft eingebettet ist. Das erste Bild zeigt einen Fischkutter auf der Nordsee, das zweite baumbewachsene Kreidefelsen auf Rügen und das dritte Bild einen Kessel über einem Lagerfeuer vor dem Hintergrund eines Sees (siehe Abbildung 5, Abbildung 6 und Abbildung 7).

Während das erste und das dritte Bild Objekte beinhalten, die von Menschen geschaffen sind, zeigt das zweite Bild eine scheinbar unberührte Naturlandschaft. Dadurch, dass die Bilder mit einer Reihe verschiedener naturwissenschaftlicher Phänomene verknüpft werden können, von denen einige weniger offensichtlich sind als andere, waren die Aussagen der Studierenden im Vortest sehr vielfältig.



Abbildung 5: Fotografie eines Fischkutters auf der Nordsee (erworben vom Fotografen Artur Schindler)

⁶¹ So wurde die Fotografie eines Hauberges verworfen, da es als regionale Besonderheit von den wenigsten Studierenden erkannt wurde und somit nicht die erwarteten Assoziationen (insbesondere im naturwissenschaftlichen Bereich) hervorrufen konnte. Auch die Fotografie des Kohlenmeilers wurde nicht gewählt, da sie Assoziationen hervorrief, die recht einseitig nur wenigen Kategorien (insbesondere der chemischen) zugeordnet werden konnten.



Abbildung 6: Fotografie eines Kreidefelsens auf Rügen (mit freundlicher Genehmigung des Fotografen Hellfried Reuschel; veröffentlicht unter: <http://kurzlink.de/uMqXRIAw4>, zuletzt aufgerufen am 19.04.2015)



Abbildung 7: Fotografie eines Lagerfeuers am See (erworben von: <http://www.dreamstime.com/stock-images-bonfire-1-image1270374>, zuletzt aufgerufen am 19.04.2015)

Bei der Durchführung des bildbezogenen Assoziationstests werden den Probanden die drei gewählten Bilder einzeln nacheinander gezeigt. Um freie Assoziationen zu gewinnen, erfolgt zunächst eine Aufforderung, alles zu nennen, was ihnen spontan zu dem entsprechenden Bild einfällt. Danach werden sie gebeten, die Fotografie im Hinblick auf Naturwissenschaften zu betrachten und alle Gedanken in diesem Zusammenhang zu äußern. Auf diese Weise soll der Fokus direkt auf mögliche naturwissenschaftliche Aspekte gelenkt werden. Da nun nicht mehr freie Assoziationen, sondern die Struktur eines bestimmten Wissensbereiches interessiert, werden somit Assoziationen nach vorgegebenen Kriterien verlangt (Hoffmann und Engelkamp 2013, S. 95). In einem letzten Schritt sollen alle Aspekte genannt werden, die in Zusammenhang mit Schule und Unterricht – unabhängig von einer bestimmten Klassenstufe oder Schulform – gesehen werden. Dieser letzte Schritt erwies sich im Vortest als gewinnbringend, da den Teilnehmenden vor dem schulischen Hintergrund oftmals weitere, auch naturwissenschaftliche, Aspekte einfielen.

Bei der Bearbeitung der Aufgabe gibt es keine zeitliche Beschränkung, es wird die Methode: „until they run dry of responses“ (White und Gunstone 1992, S. 143) verwendet, um den Probanden zu ermöglichen, in ihrem eigenen Tempo und ohne Druck zu antworten. Dies ist wichtig, da bei Bildbetrachtungen zunächst meist nur reizbezogene Attribute wie Helligkeit und Kontrast wahrgenommen werden. Erst mit zunehmender Betrachtungszeit gewinnen intentional bedingte Aufmerksamkeitszuwendungen an Bedeutung, welche durch die Aktivierung von Wissensbeständen, Einstellungen und Erwartungen gekennzeichnet sind (Höger 2011, S. 254–255).

Der bildbezogene Assoziationstest wird mit den Studierenden sowie mit der „Kontrollgruppe“ vor und nach dem Seminar durchgeführt. Dazu werden die Studierenden einzeln in einen Büroraum der Chemiedidaktik gebeten, um möglichst ungestört arbeiten zu können. Die Anleitung und Aufzeichnung erfolgt durch die Seminarleitung, welche den Teilnehmenden des FLEX-Seminars vertraut und auch den meisten Studierenden der Kontrollgruppe durch Seminarveranstaltungen bekannt ist. Dennoch sind Unterschiede in der Vertrautheit zur Seminarleitung zwischen beiden Gruppen zu erwarten und könnten die Ergebnisse beeinflussen, weshalb bei der Auswertung, analog zur Auswertung beim Own Word Mapping, neben dem Vergleich der absoluten Anzahlen auch der Anteil der fachbezogenen Aussagen in Relation zu der Gesamtzahl der genannten Begriffe ermittelt wird. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass zusätzlich die jeweiligen Anteile der Zuordnungen zu den Kategorien und nicht nur die bloße Anzahl an genannten Begriffen betrachtet werden.

Versuchsleiterartefakte, auch unter der Bezeichnung „Rosenthal-Effekte“ bekannt, sind auch beim bildbezogenen Assoziationstest denkbar und bezeichnen mögliche Eigenarten und Verhaltensweisen des Versuchsleiters, welche die Untersuchung und damit die Untersuchungsergebnisse beeinflussen könnten (Bortz und Döring 2006, S. 83). Dabei besteht die größte Gefahr in Kenntnis der Untersuchungshypothese, welche unbewusst zu einer unterschiedlichen Behandlung von Treatment- und Kontrollgruppe führen kann (a.a.O., S. 84). Aus zeitlich-ökonomischen Gründen kann der

bildbezogene Assoziationstest nicht durch einen externen Versuchsleiter ohne Kenntnis der Untersuchungshypothese durchgeführt werden. Es wird jedoch darauf geachtet, die Instruktionen konstant zu halten, die Abfolge der Teilaufgaben beizubehalten und verbale sowie nonverbale Äußerungen zu vermeiden. Dennoch ist eine gewisse unbewusste Beeinflussung der Versuchsteilnehmenden nicht auszuschließen, so dass letztlich immer eine gewisse Ungenauigkeit der Untersuchungsergebnisse erhalten bleibt (a.a.O., S. 83).

Die Aussagen werden mit Hilfe eines Diktiergerätes aufgenommen und im Anschluss verschriftlicht. Da der semantische Inhalt der Antworten im Fokus steht, werden para- und nonverbale Ereignisse nicht notiert (Dresing und Pehl 2013, S. 18). Im Vortest antworteten die Untersuchungsteilnehmenden überwiegend in einzelnen Worten oder kurzen Wortgruppen. Nach der Aufforderung, freie Assoziationen zum ersten Bild zu nennen, wurde beispielsweise „Wasser, ehm, die Fische im Wasser, die Räuber-Beute-Beziehungen, auch die Menschen auf dem Schiff...“ genannt. Somit können bei der Verschriftlichung der Aufzeichnungen die Assoziationen leicht zu einzelnen Begriffen⁶² oder kurzen Aussagen verkürzt werden, ohne dass eine vollständige Transkription notwendig ist.⁶³ Die Antworten werden in der genannten Reihenfolge in Excel-Tabellen übertragen, was einen Vergleich mit den Ergebnissen des Own Word Mappings erleichtert. Sollten bezüglich der verschriftlichten Antworten Fragen oder Unklarheiten auftreten, beispielsweise auch bei der Überprüfung durch die Studierenden (siehe unten), kann jederzeit auf die Audioaufnahmen zurückgegriffen werden.

Um eine bessere Vergleichbarkeit mit der Methode des Own Word Mappings herzustellen, werden zur Auswertung die gleichen sechs Kategorien verwendet und die Anzahlen der jeweils zugeordneten Begriffe ermittelt. Doppelt genannte Begriffe werden zwar aufgezeichnet, jedoch nur einfach gezählt. Zudem werden die Aussagen nach dem Seminar, wie beim Own Word Mapping, in solche Begriffe unterteilt, welche bereits beim ersten Durchgang verwendet wurden und in solche, die neu hinzugekommen sind. Dabei ist eine eindeutige Unterscheidung teilweise schwierig, da verschiedene Begriffe gleiche Bedeutungen tragen können.⁶⁴ Während sich etwa die Begriffe „Schiff“ und „Boot“ auf den Fischkutter des ersten Bildes beziehen und daher als doppelte bzw. bereits verwendete Begriffe eingestuft werden können, könnten sich „Möwe“ und „Vogel“ auf denselben Sachverhalt beziehen oder aber eine jeweils unter- oder übergeordnete Ebene beschreiben. Auch für eine solche Klärung ist daher eine kommunikative Validierung der Begriffszuordnungen mit den Studierenden wichtig.

Wie beim Own Word Mapping werden die Studierenden daher nach der zweiten Durchführung des bildbezogenen Assoziationstests gebeten, die von der Seminarleitung vorläufig vorgenommenen

⁶² Zur leichteren Lesbarkeit und Vergleichbarkeit mit dem Own Word Mapping soll auch im Zusammenhang mit dem bildbezogenen Assoziationstest von „Begriffen“ die Rede sein, auch wenn es sich streng genommen teilweise um Begriffskombinationen handelt.

⁶³ Dieses Verfahren ist mit dem ersten Schritt der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring, dem Paraphrasieren, vergleichbar (Mayring 2010, S. 69–70).

⁶⁴ Für eine detailliertere Ausführung sei auf sprachwissenschaftliche Werke (z. B. Zimmermann 2014) verwiesen, in denen die Problematik der semantischen Bedeutung von Worten bzw. Lexemen behandelt wird.

Zuordnungen zu überprüfen. Dies ist auch deshalb notwendig, da Objekte mit ganz unterschiedlichen Vorstellungen assoziiert sein können und die Zuordnung zu einem Konzept nicht alleine von seinen Merkmalen abhängt, sondern auch von den Vorstellungen, die das Objekt bei den Studierenden aktuell hervorruft (Hoffmann und Engelkamp 2013, S. 77). Durch die kommunikative Validierung kann sichergestellt werden, dass eine Übereinstimmung bzw. Einigung zwischen Forschern und Beforschten diskursiv erzielt wird (Mayring 2010, S. 120), in diesem Falle also zwischen Studierenden und Seminarleitung.

Bei einem mündlich durchgeführten Test muss beim Vergleichen von Testpersonen generell darauf geachtet werden, dass die Persönlichkeit das Antwortverhalten beeinflusst. Während einige Probanden spontan und ohne langes Nachdenken viele Antworten geben, sind andere eher zögerlich und überdenken zunächst, was sie sagen. Bei der Durchführung wird daher darauf geachtet, besonders zu betonen, dass alle Aussagen „richtig“ sind und daher keine Scheu bestehen muss, etwas Falsches oder Einfältiges zu sagen. Zudem wird nach jeder Beendigung des Redeflusses eine Pause eingelegt, in der den Studierenden weitere Aussagen einfallen können.

Grundsätzlich deuten viele Assoziationen zu einem Konzept auf eine gute Verknüpfung und somit auf ein vertieftes Verständnis hin. Werden nur Begriffe aus einem begrenzten Teilgebiet genannt, könnte dies ein Hinweis dafür sein, dass nur ein begrenztes Verständnis des jeweiligen Konzeptes vorliegt (White & Gunstone 1992, S. 148, S. 151). Auch deshalb ist es wichtig, prozentuale Anzahlen der Assoziationen in jeder Kategorie zu ermitteln.

Erprobung der Methode

Da es sich bei dem bildbezogenen Assoziationstest um eine selbstentwickelte Methode handelt, musste ihre Aussagekraft überprüft werden. Um Hinweise bezüglich der Wahrnehmung biologischer und insbesondere chemischer Aspekte in der Umwelt zu gewinnen, bot sich ein Vergleich zwischen „Chemie-Experten“ und „Chemie-Laien an“, da entsprechende Unterschiede zwischen beiden Gruppen erwartet werden können. Im Rahmen einer Staatsarbeit wurde der bildbezogene Assoziationstest daher zur Erprobung mit zehn Experten und zehn Laien durchgeführt.

Alle Experten verfügten über ein chemiebezogenes Studium, sechs arbeiteten im universitären Bereich und vier als Gymnasiallehrende mit dem Unterrichtsfach Chemie. Die Laien ohne besondere chemische Ausbildung setzten sich aus zwei Schülerinnen, vier Studierenden, drei Personen mit beruflicher Ausbildung und einer Rentnerin zusammen.

Die Durchführung und Auswertung entsprach dem oben beschriebenen Vorgehen, lediglich die Kategorie „sonstige SU-Bereiche“ wurde nicht verwendet, da die Teilnehmenden mit den Inhalten des Sachunterrichts nicht vertraut waren. Entsprechende Begriffe wurden daher der Kategorie „Sonstiges“ zugeordnet. Eine kommunikative Validierung zusammen mit den Probanden fand nicht statt, da sich ein erneutes Nachfragen organisatorisch sehr schwierig gestaltet hätte. Stattdessen wurde die Zuordnung

der Begriffe von einer zweiten Person überprüft und bei Abweichungen eine Einigung ausdiskutiert, um ein „interrater agreement“ zu erzielen (Ruiz-Primo und Shavelson 1996, S. 585).

Beim Vergleich der Assoziationen wurden Unterschiede zwischen den drei Bildern festgestellt. Das Bild des Fischkutters rief sowohl bei Experten als auch bei Laien die meisten Assoziationen zur Umweltproblematik hervor. Zu dem Bild des Kreidefelsens wurden von den Experten besonders viele chemiebezogene Assoziationen genannt, von den Laien dagegen überdurchschnittlich viele biologische Begriffe. Die Laien konzentrierten sich mehr auf den Wald und seine Flora und Fauna, während bei den Experten besonders die chemische Zusammensetzung des Kreidefelsens und chemische Kreisläufe und Reaktionen Beachtung fanden. Die Fotografie des Feuers rief besonders bei den Experten viele Assoziationen zur Kategorie „Sonstiges“ hervor; das Bild wurde häufig mit Lagerfeuerromantik und Urlaub in Verbindung gebracht. Somit erzeugen die drei Bilder unterschiedliche Assoziationen, welche sich gut ergänzten.

Die zehn Experten nannten insgesamt 522 Begriffe bzw. Schlüsselworte, die Laien insgesamt 630. Abbildung 8 zeigt den prozentualen Anteil der fachbezogenen Aussagen in Relation zu der Gesamtzahl der genannten Begriffe im Vergleich zwischen Experten und Laien. Auffallend ist, dass der Anteil der chemiebezogenen Assoziationen bei den Experten bei 24 % liegt. Damit stammt nahezu jede vierte Assoziation aus dieser Kategorie, bei den Laien mit 11 % nur etwa jede zehnte Assoziation. Dieser Unterschied lässt sich wahrscheinlich auf die chemische Ausbildung der Experten zurückführen und deutet darauf hin, dass der bildbezogene Assoziationstest Unterschiede zwischen den zwei Gruppen aufzeigen kann.

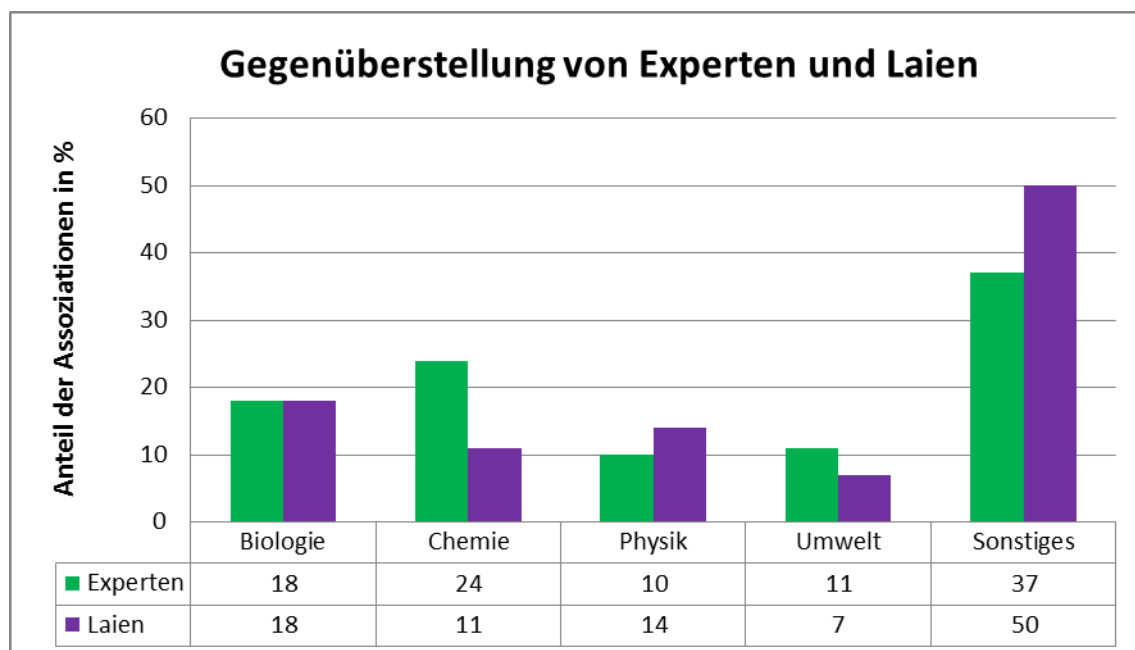


Abbildung 8: Gegenüberstellungen der prozentualen Zahlenwerte der Assoziationstests von Experten und Laien

Ergänzend zum bildbezogenen Assoziationstest wurden die Experten im Anschluss befragt, ob sie annehmen, die Umwelt aufgrund ihrer chemischen Ausbildung anders zu sehen. Zum Vergleich erfolgte eine Befragung der Laien zu ihrer Wahrnehmung von Chemie in der Umwelt. Die Antworten wurden mithilfe der von Dresing und Pehl aufgestellten Transkriptionsregeln für ein einfaches Transkriptionssystem verschriftlicht (Dresing und Pehl 2013, S. 21–23).

Von den Experten gehen acht von einer vermehrt chemischen Wahrnehmung aus und zwei sehen die Umwelt nach eigenen Angaben zumindest in bestimmten Bereichen differenzierter als Personen, die keine chemische Ausbildung durchlaufen haben. Probanden, welche annehmen, chemische Zusammenhänge zu verstehen, zeigen auch einen hohen Anteil an chemiebezogenen Assoziationen. Die befragten Laien nehmen dagegen nach eigenen Angaben wenig Chemie in der Umwelt wahr und wenn, dann meist negativ behaftet, beispielsweise als Verschmutzung oder Verunreinigung der Umwelt oder Nahrung. Laien, die nach eigenen Aussagen über keine ausgeprägte chemische Bildung verfügen, nennen auch nur wenige chemiebezogene Assoziationen.

Dies deutet auf einen förderlichen Einfluss chemischen Wissens auf die Wahrnehmung chemischer Aspekte in der Umwelt hin. Zudem stützen die Aussagen die These, dass der bildbezogene Assoziationstest die Unterschiede in der Wahrnehmung zwischen Experten und Laien richtig erfasst und sich als Diagnoseinstrument für die Wahrnehmung von Chemie in der Umwelt eignet. Durch den Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des Tests und den Aussagen der Probanden kann von einer (konkurrenten) Validität des bildbezogenen Assoziationstest ausgegangen werden (Fischler 2000, S. 17).

6.1.3 Semantisches Differential

Die eingangs beschriebene ablehnende Haltung vieler – auch angehender – Lehrkräfte gegenüber chemischen Inhalten lässt sich nur erklären und erheben, indem neben kognitiven auch affektive Aspekte betrachtet werden. Mit dem Seminar im FLEX wird das Ziel verfolgt, eine Verknüpfung zwischen chemischen und biologischen Inhalten aufzuzeigen und dadurch u. a. die unbewussten Einstellungen gegenüber Chemie positiv zu beeinflussen. Da es sich dabei in erster Linie um die Erfassung einer affektiven Komponente handelt, ist eine Überprüfung durch direkte Fragestellungen kaum möglich. Eine direkte Befragung würde dazu führen, dass bestimmte Antworten provoziert würden, die das Ergebnis verfälschen könnten (Kaufmann 2000, S. 119). Insbesondere der Einfluss rationaler, kognitiver Überlegungen könnte die Beurteilung affektiver Einstellungen beeinflussen. Somit bietet sich ein Verfahren an, welches auf indirektem Weg Einblicke in das mögliche Erreichen des Zieles gewährt.

Ein bewährtes indirektes Testverfahren, mit dem unbewusste Einstellungen untersucht werden können, ist das Semantische Differential (Osgood et al. 1971), auch Polaritätsprofil genannt (Hofstätter 1990).⁶⁵

Mit Hilfe des Semantischen Differentials werden beispielsweise Sinneseindrücke, Begriffe oder Namen

⁶⁵ Unter dem Begriff „Eindrucksdifferential“ findet sich bei Bergler eine ausführliche Betrachtung der formalen und inhaltlichen Aspekte der Technik (Bergler 1975).

beurteilt (Hofstätter 1990, S. 19).⁶⁶ Diese Konzepte können hinsichtlich ihrer konnotativen Bedeutung bei unterschiedlichen Personen differieren und geben damit dem „Differential“ seinen Namen (Dawes 1977, S. 201).

Im folgenden Kapitel werden zugehörige Begriffe geklärt, die Durchführung der Methode erläutert und begründet, weshalb das gewählte Verfahren für die vorliegende Arbeit als sinnvoll eingeschätzt wird. Besondere Beachtung findet die Untersuchung von Werth (Werth 1991), in der eine Entwicklung von Skalen zur Erfassung von Einstellungen gegenüber *Chemie* und *Biologie* beschrieben wird. Sie dient als Vorlage für eine Wiederholung der Untersuchung durch Spitzer und Gröger (Spitzer und Gröger 2013) und für die eigene Untersuchung.

Um die Entstehung von Einstellungen gegenüber Chemie nachzuvollziehen, ist ein Blick in Theorien der kognitiven Entwicklung und auf den Begriff der Adaptation hilfreich. Scharf und Werth sehen naturwissenschaftliche Erkenntnis dann tiefgreifend adaptiert, wenn sie „nicht nur kognitiv erweiternd, sondern auch emotional steuernd wirkt“ (Scharf und Werth 1989, S. 57). Dabei wird unter Adaptation nach Piaget das Wechselspiel zwischen *Assimilation*, der Eingliederung eines Objektes oder Ereignisses der Umwelt in ein bereits vorhandenes Denk- und Handlungsmuster, und der *Akkommodation*, der Erweiterung oder Neuerschaffung eines Schemas⁶⁷, wenn die Einordnung in ein bereits vorhandenes Denk- und Handlungsmuster nicht gelingt, verstanden (Berk 2011, S. 201). Werden negative oder positive Aspekte mit chemischen Inhalten in Verbindung gebracht, wurden diese im Laufe der Entwicklung adaptiert und prägen das Bild, welches sich Personen von ihrer Umwelt machen. So ist es vorstellbar, dass ein überwiegend negatives Bild des Konzeptes *Chemie* durch Erfahrungen in der schulischen oder universitären Ausbildung, durch Berichterstattungen in den Medien oder auch durch die von Mitmenschen geäußerten Vorstellungen beeinflusst wurde. Um eine Veränderung dieses Bildes zu bewirken, müsste eine Konfrontation mit Objekten oder Ereignissen stattfinden, welche nicht in das vorhandene Denk- und Handlungsmuster integriert werden können und so zu einer Akkommodation führen. Das Semantische Differential soll dabei einen ersten Hinweis darauf liefern, ob das Seminar im FLEX möglicherweise zu einer entsprechenden Veränderung des Konzeptes *Chemie* beitragen kann. Unter Konzepten soll dabei im Folgenden die Zusammenfassung einander ähnlicher Objekte nach gemeinsamen Merkmalen verstanden werden, die entstehen, indem diese gemeinsame Merkmale abstrahiert und als Einheit im Gedächtnis gespeichert werden (Hoffmann und Engelkamp 2013, S. 76). Der Erwerb von Vorstellungen, beispielsweise über das Konzept *Chemie*, ist eng mit Einstellungen verknüpft. Für den Begriff „Einstellung“ existiert eine Vielzahl an Definitionen; nach Osgood besteht in den Sozialwissenschaften dahingehend Übereinstimmung, dass Einstellungen erlernt und implizit sind, für bewertende Reaktionen prädisponieren (beispielweise für positive oder negative Reaktionen

⁶⁶ Da sich das Semantische Differential gut zur Erhebung von Einstellungen eignet, wurde es beispielsweise in der Naturbewusstseinsstudie 2011 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit verwendet, um Einstellungen gegenüber der Natur zu messen (Kleinhüchelkotten und Neitzke 2012, S. 46–47).

⁶⁷ Ein Schema ist dabei ein meist hierarchisch geordnetes Wissen als Teil eines semantischen Netzwerks (Herkner 1986, S. 131).

gegenüber dem Einstellungsgegenstand) und als bipolares Kontinuum mit einem neutralen Referenzpunkt beschrieben werden können (Osgood et al. 1971, S. 189). Einstellungen lassen sich in eine kognitive, eine affektive und eine konative Komponente unterteilen, wobei mit dem Semantischen Differential die affektive Komponente untersucht wird. Sie umfasst die Emotionen, die vom Einstellungsobjekt ausgelöst werden und beinhaltet Vorstellungen, Erinnerungen und Überzeugungen.⁶⁸ Werth beruft sich in seiner Arbeit auf den Einstellungsbegriff von Allport, der eine Einstellung wie folgt definiert:

An attitude is a mental and neural state of readiness, organized through experience, exerting a directive or dynamic influence upon the individual's response to all objects and situations with which it is related (Allport 1967, S. 8).

Einstellungen basieren demnach auf Erfahrungen und helfen dabei, komplexe Informationen aus der Umwelt zu strukturieren und zu vereinfachen (Scharf und Werth 1989, S. 59). Reaktionen auf Objekte und Situationen sind daher von den individuellen Einstellungen abhängig, welche durch Erfahrungen hervorgerufen bzw. verändert und somit gelernt werden (Werth 1991, S. 25–26). Einstellungen bestehen aus dem Wissen und den Meinungen über ein Einstellungsobjekt und sind relativ stabil. Sie können sich jedoch ändern, wenn neue Informationen über das Einstellungsobjekt bekannt werden, entweder durch persönliche Erfahrungen oder durch Kommunikation in Form von Mitteilungen (Berk 2011, S. 368). Analog zur oben erwähnten Akkommodation ist hier ein Ansatz zu sehen, die Einstellungen von Studierenden zu beeinflussen, indem sie im FLEX chemische Inhalte in neuen, mit der Biologie verknüpften Zusammenhängen erfahren können.

Da Einstellungen sehr komplex sind, reicht es nicht aus, sie mit Hilfe einer eindimensionalen Einstellungsskala zu erheben, zumal eine solche nur für jeweils ein einziges Einstellungsobjekt aussagefähig ist und somit keinen Vergleich zwischen den Konzepten *Biologie* und *Chemie* erlauben würde. Anders als andere Skalen zur Messung von Einstellungen bietet das Semantische Differential den Vorteil, für jedes Einstellungsobjekt verwendet werden zu können (Werth 1991, S. 66).⁶⁹ Das Semantische Differential nach Osgood beruht auf dem Modell eines multidimensionalen semantischen Raumes. Jeder Punkt in diesem Raum entspricht einer semantischen Bedeutung, wobei der Nullpunkt die semantische Bedeutungslosigkeit (meaninglessness) beschreibt (Kaufmann 2000, S. 40). Die Achsen dieses Raumes werden durch Paare gegensätzlicher Adjektive aufgespannt, die auch Polaritäten genannt werden.

Da Adjektive Worte sind, denen eine Bedeutung zugesprochen wird, spielt die Wortbedeutung eine entscheidende Rolle. Wortbedeutungen werden in eine *denotative*, eine sachliche oder „logische“ (eine Bedeutung, die beispielsweise als Definition in einem Lexikon zu finden ist) und in eine *konnotative*

⁶⁸ Die kognitive Komponente setzt sich aus der psychischen Repräsentation des Einstellungsobjektes und den Eigenschaften zusammen, die ihm zugeschrieben werden; die konative Komponente beinhaltet Verhaltensdispositionen, die durch die anderen beiden Komponenten ausgelöst werden (Werth 1991, S. 26).

⁶⁹ Zudem gilt die Reliabilität der Methode als zufriedenstellend und die Validität der Technik kann als gesichert gelten (Bergler 1975, S. 84-85 und S. 100).

Bedeutung unterteilt, welche sich mit der Gefühlskomponente der Wörter beschäftigt (Herkner 1986, S. 135). Die konnotative Bedeutung ist wichtig, wenn es um die Beurteilung von Sachverhalten geht, so zum Beispiel dabei, ob die Worte (bzw. die durch die Worte repräsentierten Konzepte) *Chemie* und *Biologie* positiv oder negativ beurteilt werden. Das beschriebene Verfahren ist daher eine Möglichkeit, die konnotative Wortbedeutung der Konzepte *Chemie* und *Biologie* zu erfassen. Dabei werden uneigentliche Gegenstandsmerkmale gewählt, die nicht den Gegenstand selbst beschreiben, sondern nur in metaphorischer Weise dem Gegenstand zugeordnet werden können (Hofstätter 1959, S. 23). So handelt es sich bei Adjektivpaaren wie „gut-böse“ oder „krank-gesund“ um Merkmale, die normalerweise nicht mit den Konzepten *Chemie* und *Biologie* in Verbindung gebracht werden, aber gerade dadurch einen Einblick in unbewusste Einstellungen erlauben. Untersuchungen zeigen, dass metaphorische Skalen hauptsächlich das affektive Bedeutungssystem erfassen (Werth 1991, S. 66). Es handelt sich also nicht um logische, sondern um intuitive, gefühlsgeleitete Beurteilungen (Herkner 1986, S. 136), was dem beschriebenen Vorhaben entspricht, indirekte Methoden zu verwenden. Bei der Auswahl der Skalen muss jedoch darauf geachtet werden, dass diese für den betreffenden Gegenstand nicht als völlig ungeeignet, irrelevant oder bedeutungslos eingestuft werden (Werth 1991, S. 67).

Osgood und seine Mitarbeiter führten Untersuchungen mit verschiedenen Wörtern in mehr als 20 Ländern durch und erkannten dabei Zusammenhänge zwischen verschiedenen Polaritäten. Insgesamt konnten drei Gruppen unterschieden werden, deren Gegensatzpaare untereinander Zusammenhänge aufweisen und unabhängig von den anderen beiden Gruppen sind, also unabhängige Faktoren darstellen. Die erste Gruppe stellt die bewertende Dimension dar (evaluation), zu der Wortpaare wie „schön-hässlich“ oder „gut-schlecht“ gehören. Die zweite Gruppe wird Machtdimension (potency) genannt, zu der Polaritäten wie „stark-schwach“ oder „hart-weich“ zählen. Die dritte Gruppe besteht aus Polaritäten, die der Aktivierungsdimension (activity) zugerechnet werden können und Begriffspaare wie „aktiv-passiv“ oder „schnell-langsam“ umfassen (Herkner 1986, S. 136–137). Diese drei Gruppen oder Dimensionen stellen die Achsen im semantischen Raum dar, mit deren Hilfe die konnotative Bedeutung verschiedener Wörter präzise beschrieben wird und zudem die Ähnlichkeit von Wörtern anhand ihrer Distanz ermittelt werden kann. Die Richtung der Einstellung wird durch die Wahl der entgegengesetzten Begriffe angezeigt und die Intensität durch die Abweichung vom neutralen Referenzpunkt (Osgood et al. 1971, S. 192). Um naturwissenschaftliche Einstellungen zu untersuchen, spielt der Bewertungsfaktor die größte Rolle, da die zu bewertenden Objekte keine Personen sind, so dass Eigenschaften der Aktivitäts- oder Machtdimension eine untergeordnete Rolle spielen (Werth 1991, S. 65). Werth verwendete daher überwiegend Adjektivpaare aus der bewertenden Dimension. Er untersuchte neben dem Konzept *Natur* auch die Konzepte *Chemie*, *Mensch* und *Biologie* mit ursprünglich zwanzig verschiedenen Skalen, die er aus den Adjektiven wählte, mit denen seine Probanden in einem Vortest die Konzepte beschrieben (Werth 1991, S. 132). Von diesen erwiesen sich nach einer Faktorenanalyse zehn als geeignet, die entsprechenden Einstellungen zu messen. Diese

zeigten für alle untersuchten Konzepte eine ausreichend hohe Ladung (Korrelation mit dem jeweiligen Faktor). Insgesamt wurden, ähnlich wie bei Osgood, drei Hauptfaktoren identifiziert:

Faktor I, der Faktor mit den höchsten Faktorladungen, wird von Werth als „Bewertungsfaktor“ interpretiert und entspricht weitestgehend der bewertenden Dimension bei Osgood (Werth 1991, S. 152). Faktor II wird als „Nützlichkeitsfaktor“ interpretiert, wobei die zugehörige Skala „gut-böse“ auch auf den Faktor I lädt (a.a.O., S. 154). Faktor III ist der „am wenigsten sichere“, da er für die untersuchten Faktoren unterschiedliche und teilweise niedrige Ladungen aufweist. Dieser „Reinheitsfaktor“ wird zwar erhoben, da er für die Interpretation interessante Einblicke liefert, jedoch für den Vergleich der verschiedenen Konzepte nicht weiter herangezogen (a.a.O., S. 175).

Werth befragte in einer Voruntersuchung 71 Teilnehmende eines Grundkurses Chemie einer elften Jahrgangsstufe u. a. nach der Verbindung der Begriffe „natürlich“ und „chemisch“ (a.a.O., S. 70). Die in den Interviews gegebenen Antworten deuteten auf eine Ambivalenz hin, da die Lernenden zwischen affektiven und kognitiven Aspekten differenzierten, indem sie „natürlich“ und „chemisch“ einerseits als Gegensätze ansahen, andererseits aber wussten, dass natürliche und chemische Vorgänge häufig identisch sind (ebd.). Die kognitiven Einstellungen widersprachen somit den affektiven Einstellungen und unterstützen damit die Begründung, neben einer direkten Befragung, welche sich auf kognitive Komponente bezieht, zusätzlich das Semantische Differential einzusetzen, um auch die affektive Komponente untersuchen zu können.

In seiner Hauptuntersuchung befragte Werth Studierende des Diplomstudienganges Chemie, Studierende des Diplomstudienganges Elektrotechnik mit Chemie im Nebenfach und Auszubildende der Chemischen Industrie. Er kam zu dem Ergebnis, dass bei allen Gruppen die Konzepte *Chemie* und *Mensch* im semantischen Raum recht nah beieinander lagen, mehr oder weniger neutral bewertet wurden und sich signifikant vom Konzept *Natur* unterschieden, welches deutlich positiver eingeschätzt wurde (a.a.O., S. 125). Das Konzept *Biologie* konnte signifikant von den Konzepten *Natur*, *Mensch* und *Chemie* unterschieden werden und wurde ausnahmslos über alle Skalen hinweg positiv eingestuft, jedoch etwas weniger positiv als das Konzept *Natur* (a.a.O., S. 127).

Löwe kritisiert an der Untersuchung, dass die Stichprobe bei Werth (1991) aus Probanden bestehe, die sich „der Chemie verschrieben haben“ (Löwe 1992, S. 170), so dass keine verallgemeinernden Aussagen möglich seien. Kaufmann untersuchte daraufhin mit Hilfe der von Werth entwickelten Skalen die Einstellungen von Studierenden der Wirtschaftswissenschaften und des Lehramtes, die im Studium nicht mit Chemie in Berührung kamen. Er erhielt dabei ähnliche Ergebnissen wie Werth, wobei die Distanz zwischen den Konzepten *Chemie* und *Natur* noch größer war. Dieses Ergebnis deutet zum einen darauf hin, dass unterschiedliche Beurteilungen von *Chemie* und *Natur* unabhängig von der Probandengruppe als ausgeprägt wahrgenommen werden, zum anderen zeigt es, dass das von Werth nach Osgood entwickelte Semantische Differential als reliabel eingestuft werden kann und sich damit für die Untersuchung unbewusster Einstellungen zu den Konzepten *Biologie* und *Chemie* eignet.

Um ein aktuelleres Bild der Einstellungen gegenüber den beiden Konzepten zu gewinnen, führte die Arbeitsgruppe der Chemiedidaktik 2011 erneut eine Untersuchung zu den Konzepten *Biologie*, *Chemie*, *Natur* und *Mensch* mit Hilfe des Semantischen Differentials und der von Werth verwendeten Skalen durch (Spitzer und Gröger 2013). Insgesamt wurden 84 Studierende befragt, davon 55 Maschinenbaustudierende, 22 Lehramtsstudierende (der Biologie oder Chemie) und sieben Chemiestudierende. Dabei wurden die Konzepte *Chemie* und *Mensch* leicht positiv eingeschätzt, das Konzept *Natur* deutlich positiv und das Konzept *Biologie* im positiven Bereich zwischen *Chemie* und *Natur* (siehe Abbildung 9).

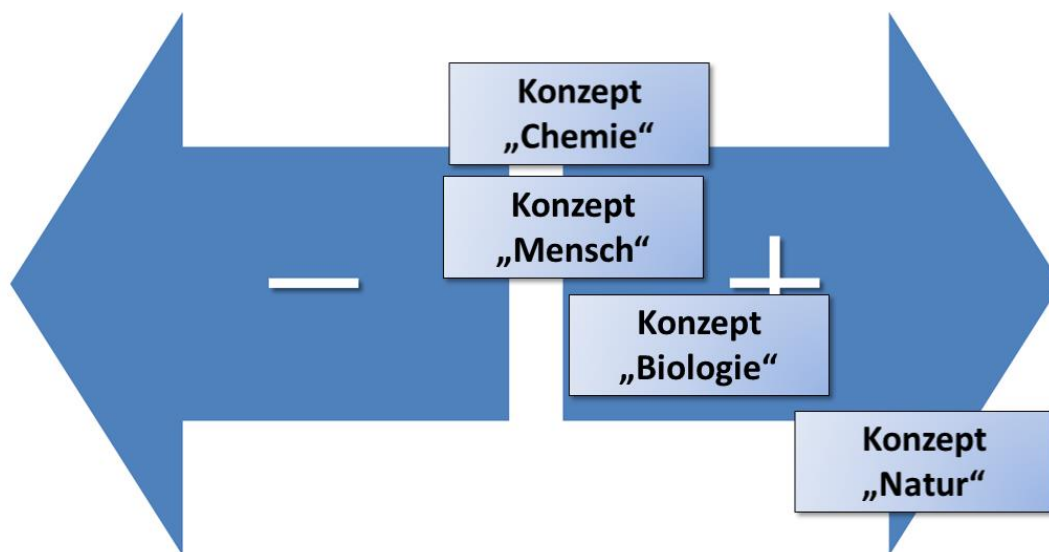


Abbildung 9: Konzepte *Chemie*, *Mensch*, *Biologie* und *Natur* im Semantischen Differential (Spitzer und Gröger 2013, S. 527)

Im Gegensatz zu der früheren Untersuchung durch Werth (1991) wurden die Konzepte etwas positiver bewertet, insgesamt zeigte sich jedoch ein fast identisches Bild.

Zudem untersuchte die Arbeitsgruppe, inwieweit es sich bei den Skalen tatsächlich um sprachliche Gegensätze handelt, wobei ein gesicherter empirischer Nachweis schwierig ist (Werth 1991, S. 66). Dazu wurden in einem Vortest einer Gruppe von Studierenden die zehn Skalen von Werth vorgelegt, bei denen die jeweils negative Seite durch das entsprechend positive Adjektiv mit der Ergänzung „nicht“ ersetzt wurde (gut – *nicht* gut, schön – *nicht* schön, usw.). Diese Voruntersuchung kommt der von Kaufmann geforderten Aufforderung nach, die Gegensatzpaare mit „offenen Systemen“ zu testen und dann mit den „geschlossenen“ Systemen (gut – böse, schön – hässlich) zu vergleichen (Kaufmann 2000, S. 54). Bei diesem Vergleich konnte kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Systemen gefunden werden. Zusätzlich wurde mit einer anderen Gruppe getestet, welches gegensätzliche Adjektiv jeweils gewählt wird, wenn dieses nicht angegeben ist. Ein Teil der Studierenden sollte zu dem jeweils positiven Adjektiv ein negatives finden, der andere Teil sollte zum jeweils negativen Adjektiv den positiven Gegensatz notieren. Hierbei ergaben sich bei drei Skalen erkennbare Abweichungen von den von Werth

bzw. Osgood gewählten Skalen.⁷⁰ Werden allerdings die Ergebnisse der jeweils anderen Gruppe hinzugezogen, können auch diese Adjektivpaare als hinreichende Gegensätze interpretiert werden. Somit erwiesen sich die von Werth gewählten Skalen auch in Hinsicht der sprachlichen Gegensätze als geeignet, die unbewussten Einstellungen gegenüber den Konzepten *Biologie* und *Chemie* zu untersuchen.

Durchführung

Um die unbewussten Einstellungen der Teilnehmenden des FLEX-Seminars gegenüber den Konzepten *Chemie* und *Biologie* zu untersuchen und zu vergleichen, wird vor und nach dem Seminar das Semantische Differential mit den von Werth (1991) entwickelten und von Spitzer und Gröger (2013) getesteten Skalen eingesetzt (siehe Tabelle 7).

Als einzige Änderung wird, als Gegensatz von *natürlich*, statt *künstlich* das Adjektiv *unnatürlich* verwendet. Diese Änderung wurde vorgenommen, da künstlich im Sinne von kultürlich verstanden werden könnte (z. B. Böhme 1996), der Gegensatz jedoch das „Nicht- Natürliche“ oder eben das „Un-Natürliche“ beschreiben soll.

Die Studierenden wählen für die Konzepte *Chemie* und *Biologie* jeweils die Ausprägung auf einer sieben-teiligen Abstufung zwischen den zehn aufgeführten Adjektivpaaren aus, welche am ehesten ihrer Empfindung entspricht (siehe Tabelle 8; die vollständigen Aufgaben finden sich im Anhang).

Tabelle 7: Faktoren und zugehörige Adjektivpaare des verwendeten Semantischen Differentials

	Adjektivpaar	
Faktor I: Bewertung	natürlich	unnatürlich
	ungiftig	giftig
	schön	hässlich
	friedlich	aggressiv
Faktor II: Nutzen	wichtig	unwichtig
	wertvoll	wertlos
	nützlich	schädlich
	gut	böse
Faktor III: Reinheit	gesund	krank
	sauber	schmutzig

⁷⁰ Als Gegensatz zu „gut“ wurde häufig „schlecht“ angegeben, das Gegenteil von „nützlich“ meist als „unnütz“ bezeichnet und für „friedlich“ wurde u. a. oft „ruhig“ gewählt.

Tabelle 8: Ausschnitt der Aufgabe zu unbewussten Einstellungen gegenüber dem Konzept *Chemie*

Was empfinden Sie, wenn Sie an Chemie denken?								
<i>Bitte antworten Sie schnell und spontan, auch wenn Ihnen die entsprechende Zuordnung merkwürdig vorkommt. Markieren Sie jeweils die Position zwischen zwei Adjektiven, die Ihre Empfindung am besten beschreibt.</i>								
C H E M I E								
gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	böse
aggressiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	friedlich

Damit die Einordnung intuitiv geschieht, soll sie möglichst spontan und ohne längeres Nachdenken erfolgen. Positive und negative Adjektive werden im Ankreuzbogen unregelmäßig auf die linke und rechte Seite verteilt, um immer wieder neu zu spontanen Entscheidungen anzuregen (Kaufmann 2000, S. 98). Um zu vermeiden, dass die Bearbeitung der Aufgabe zu einem Konzept unmittelbar die Bearbeitung des anderen Konzeptes beeinflusst, werden die Aufgaben in den Fragebogen integriert und durch andere Fragen räumlich, und damit bei der Bearbeitung auch zeitlich, getrennt.

Die Ergebnisse vor und nach dem Seminar werden verglichen und die Studierenden im Anschluss gebeten, mögliche Erklärungen für die gefundenen Unterschiede zu geben. Diese zusätzliche Befragung soll die gewonnenen Erkenntnisse unterstützen und erweitern und mögliche Ursachen für Veränderungen aufzeigen. Die Aussagen der Studierenden werden aufgenommen und relevante Passagen transkribiert. Da der semantische Inhalt der Antworten im Vordergrund steht, genügt ein einfaches Transkriptionssystem (Dresing und Pehl 2013, S. 21–23). Anschließend werden interessante Beispiele herausgesucht und zusammengefasst, wobei die einzelnen Items des Semantischen Differentials die Strukturierung vorgeben.⁷¹

6.1.4 Fragebogen

Zusätzlich zu den vorgestellten Testmethoden wird durch einen Fragebogen die Hypothese überprüft, ob durch das Seminar im FLEX auch das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept und die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden bezüglich chemischer Inhalte und ihrer Vermittlung positiv beeinflusst werden kann. Der Fragebogen dient dabei als Ergänzung zu den übrigen Testmethoden, ohne Anspruch auf eine detaillierte oder vertiefte Erfassung der motivationalen und selbstbezogenen Variablen zu stellen.

⁷¹ Würde man das Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse durchführen, entspräche dieses Vorgehen einer deduktiven Kategorienbildung (Kuckartz 2012, S. 59).

Er wird zudem verwendet, um Informationen zu Vorerfahrungen, Handlungsabsichten und zur Seminarevaluation zu gewinnen. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für eine anschließende ergänzende mündliche Befragung.

Um die Bearbeitungszeit des Fragebogens zu begrenzen, werden neben einigen offenen in erster Linie geschlossene Fragen verwendet und die einzelnen Skalen lediglich mit Hilfe weniger Items untersucht, so dass zwar eine Reihe von verschiedenen Variablen erfasst wird, die jeweilige Aussagekraft jedoch begrenzt ist und mit Vorsicht interpretiert werden muss.

Der Fragebogen wird - mit leichten Abweichungen - vor Beginn und nach Ende des Seminars ausgegeben, um etwaige Veränderungen zu erfassen. Auf einen Vergleich mit der „Kontrollgruppe“ wird verzichtet, da sich die Fragen größtenteils speziell auf die Wirkung des Seminars im FLEX beziehen, welche nur von den Teilnehmenden beantwortet werden können.

Nur im Fragebogen vor Beginn des Seminars (siehe Anhang) werden die Studierenden nach ihrer bisherigen Erfahrung mit Kindern befragt, da im Seminar die Erprobung mit Grundschulklassen eine wichtige Rolle spielt. Dies soll einen ersten Hinweis darauf liefern, wie intensiv die praktische Umsetzung vorbereitet werden muss. Zudem wird gefragt, welche Themen die Studierenden draußen unterrichten würden, wenn sie bereits im Schuldienst tätig wären, und welche konkreten Beispiele ihnen dazu einfallen. In einer weiteren Frage wird spezieller gefragt, welche chemischen Themen des Sachunterrichts sie draußen unterrichten würden. Diese Fragen sollen Aufschluss darüber geben, ob Studierende bereits Vorstellungen, Erfahrungen oder Ideen zur Umsetzung naturwissenschaftlicher Themen in naturnahen außerschulischen Lernorten mitbringen.

Nur im Fragebogen nach dem Seminar (siehe Anhang) werden die Studierenden um eine kurze Evaluation des Seminars gebeten, indem sie auflisten und begründen sollen, was ihnen gut und weniger gut gefallen hat, inwieweit ihre Erwartungen an das Seminar erfüllt wurden und was ihnen besonders wichtig war. Diese Informationen sollen helfen, die Zufriedenheit der Studierenden einzuschätzen und mögliche Verbesserungspotentiale aufzuzeigen. Zudem sollen die Teilnehmenden kurz erläutern, ob und wie sie bestimmte Aspekte des Seminars in ihrem zukünftigen eigenen Unterricht umsetzen wollen, um einen Hinweis darauf zu erhalten, ob Handlungsabsichten erzeugt werden konnten. Weiterhin wird, in Ergänzung zu den geschlossenen Fragen, eine Rückmeldung erbeten, inwieweit das Seminar aus Sicht der Studierenden dazu beigetragen hat, dass sie sich kompetenter fühlen, chemische bzw. naturwissenschaftliche Themen draußen zu unterrichten.⁷²

Wie in Kapitel 3.1.3 beschrieben, werden vor und nach dem Seminar geschlossene Fragen in Anlehnung an Möller (Möller 2004) verwendet, um analog zur Online-Umfrage neben fachspezifisch-pädagogischen Items folgende Variablen zu erheben: das Interesse am Unterrichten von chemischen Themen, das

⁷² Kompetenzen werden hier als Umsetzung von Fähigkeiten in gegebenen Situationen und als vermittelbare, im Rahmen der beruflichen Ausbildung erwerbbar Kenntnisse, Fertigkeiten und Einstellungen gesehen (Kunter 2011, S. 53).

individuelle Interesse an chemischen Inhalten⁷³ und das Fähigkeitsselbstkonzept sowie die Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf das Unterrichten chemischer Themen im Sachunterricht. Da die entsprechenden Items bereits im Vorfeld für die Online-Umfrage getestet und als hinreichend reliabel befunden wurden, werden sie für die Befragung der Studierenden ohne Änderung übernommen (siehe Kapitel 3.1.3).

Konkret soll das Interesse an chemischen Themen sowie an deren Vermittlung durch den Aufbau des Seminars unterstützt werden (siehe Kapitel 5.2), da es eine Umsetzung entsprechender Inhalte im Sachunterricht fördern kann. Weiterhin sollen sich Lehrende die Vermittlung chemischer Inhalte zutrauen und somit über eine positive Selbstwirksamkeitserwartung verfügen. Im Seminar erfolgt dazu insbesondere die unmittelbare Erprobung mit Kindern. Zu einer entsprechenden Vorbereitung von Unterrichtseinheiten gehört zudem das Vertrauen darin, sich chemische Inhalte aneignen zu können, also ein positives Selbstkonzept.

Der Einsatz des Fragebogens ermöglicht eine rasche Erhebung und Auswertung; bei 19 Teilnehmenden kann eine statistische Auswertung der geschlossenen Fragen jedoch nur einen ersten Hinweis auf mögliche Tendenzen bieten. Daher findet eine ergänzende Befragung der Studierenden statt, bei der insbesondere nach einer Begründung für Unterschiede im Antwortverhalten vor und nach dem Seminar gefragt wird. Diese können so erläutert und ad hoc angekreuzte Antworten ggf. korrigiert werden, wenn beispielsweise Fragen in der Eile der Bearbeitung nicht richtig verstanden oder durchdacht wurden. So soll ein differenzierteres Bild von Einstellungen, Interessen, Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden bezüglich chemischer und biologischer Inhalte gewonnen werden. Dabei interessiert besonders, ob Studierende mögliche Veränderungen auf das Seminar oder auf andere Faktoren zurückführen.

Dieses Verfahren bietet gegenüber der rein schriftlichen Befragung zudem den Vorteil, Nachfragen stellen zu können, um unklare oder weniger elaborierte Aussagen der offenen Fragen zu präzisieren. Zudem können zusätzliche, auch spontan auftretende Fragen gestellt werden, welche zur Klärung der aufgestellten Hypothesen beitragen können. Auch wenn retrospektive Äußerungen nicht repräsentativ sind, können sie beispielsweise interessant im Hinblick auf Einschätzungen zu Veränderungen von Interesse und Einstellungen sein.

Die Aussagen der Studierenden werden mit einem Diktiergerät aufgenommen und aussagekräftige Passagen transkribiert. Da, wie bei den Nachfragen zum Semantischen Differential, der semantische Inhalt wichtig ist, genügt die Verwendung eines einfachen Transkriptionssystems (Dresing und Pehl 2013, S. 21–23). Anschließend werden exemplarische Antworten zur Ergänzung der durch den Fragebogen gewonnenen Ergebnisse ausgewählt.

⁷³ Dabei wird nicht zwischen Sachinteresse (Interesse an der Wissenschaft Chemie) und Freizeitinteresse (Interesse, sich mit chemiebezogenen Themen im täglichen Leben zu befassen) unterschieden (Gräber und Lindner 2009, S. 93).

6.1.5 Zusammenfassung Kapitel 6.1

Die Verwendung unterschiedlicher Methoden zur Untersuchung der aufgestellten Hypothesen soll helfen, die gewonnenen Ergebnisse zu vergleichen und zu überprüfen. Um die Erkenntnismöglichkeiten zu erweitern (Flick 2011, S. 26), werden die Konzepte *Chemie* und *Biologie* durch das Semantische Differential, das Own Word Mapping, den bildbezogenen Assoziationstest und den Fragebogen untersucht. Da der Forschungsgegenstand somit von mindestens zwei Punkten aus betrachtet wird, kann von einer Triangulation gesprochen werden (a.a.O., S. 11), genauer von einer Methodentriangulation. Durch die Triangulation soll die Reliabilität und Validität der einzelnen Tests verbessert werden. Die Kombination mehrerer methodischer Ansätze kann zur Crossvalidierung eingesetzt werden, um den Einfluss der einzelnen Messinstrumente zu kontrollieren und mögliche Messartefakte auszuschließen (Moser 1995, S. 175). Liefern verschiedene Methoden, beispielsweise qualitative und quantitative Erhebungen, vergleichbare und kongruente Daten, kann von einer Bestätigung der Resultate ausgegangen werden, da verschiedene und voneinander unabhängige Methoden nicht die gleichen Schwächen oder Verzerrungspotentiale aufweisen wie die Einzelmethode (a.a.O., S. 177). Dabei ergänzen sich die Testverfahren, indem die zu erhebenden Daten von verschiedenen Perspektiven aus betrachtet werden, so dass sich ein ganzheitliches Bild mit breiteren und profunderen Erkenntnissen ergibt.

Zur Überprüfung der ersten Hypothese, dass Studierende durch die Behandlung von Naturphänomenen in einer naturnahen Umgebung verstärkt eine Verbindung zwischen den Konzepten *Biologie* und *Chemie* erkennen (siehe Kapitel 4.3), wird in erster Linie das Own Word Mapping verwendet. Mit diesem Verfahren sollen Verknüpfungen in Bezug auf die beiden Konzepte und zwischen ihnen untersucht werden. Da biologische Themen von Grundschullehramtsstudierenden und praktizierenden Sachunterrichts-lehrkräften bevorzugt werden, könnte ein Bewusstmachen von Verbindungen zwischen biologischen und chemischen Inhalten dazu beitragen, dass chemische Themen im Unterricht mehr Beachtung finden.

Verbunden damit ist auch die zweite Hypothese, dass die Studierenden durch das Seminar vermehrt nicht nur biologische, sondern auch chemische Aspekte oder Hintergründe ihrer natürlichen Umwelt wahrnehmen. Diese Hypothese wird in erster Linie mit Hilfe des bildbezogenen Assoziationstests überprüft. Eine solche gesteigerte Aufmerksamkeit bezüglich chemischer Aspekte könnte dazu beitragen, diese auch im Sachunterricht häufiger aufzugreifen. Werden Inhalte, die zuvor eher biologischen Themengebieten zugerechnet wurden, nach dem Seminar auch mit chemischen verbunden und die zugehörigen chemischen Hintergründe zusätzlich vermehrt wahrgenommen, könnte auch dies der Problematik der Unterrepräsentanz chemischer Inhalt im Sachunterricht entgegenwirken.

Zusätzlich sind biologische Inhalte bei Sachunterrichtsstudierenden meist positiver besetzt als chemische, so dass durch ein Aufzeigen von Verbindungen zwischen beiden auch die Einstellung gegenüber chemischen Inhalten positiv verändert werden könnte. Dies ist Teil der dritten Hypothese,

dass das Seminar unbewusste Einstellungen gegenüber chemischen Inhalten positiv beeinflussen kann. Sie wird mit Hilfe des Semantischen Differentials untersucht; zu den gewonnenen Ergebnissen werden nach Beendigung des Seminars zusätzlich ergänzende Nachfragen gestellt.

In Zusammenhang damit stehen auch andere erwartete Wirkungen des Seminars, wie gesteigertes Interesse und Zutrauen bezüglich chemischer Aspekte und ihrer Vermittlung. Diese werden mit Hilfe eines Fragebogens überprüft und ebenfalls durch eine anschließende Befragung ergänzt. Interesse, Zutrauen und unbewusste Einstellungen können sich dabei gegenseitig beeinflussen, so dass eine positive Veränderung eines Faktors auch positive Veränderungen der anderen Faktoren begünstigen könnte.

Die Kombination der verschiedenen Methoden kann helfen, die gefundenen Ergebnisse zu generalisieren, die Verfahren selber zu validieren und zusätzliche Erkenntnisse zu erlangen (Flick 2013, S. 318). Die Triangulation soll in einem vertieften Verständnis des Untersuchungsgegenstandes resultieren und gewonnene Ergebnisse durch die Gewinnung weiterer Erkenntnisse begründen und absichern (a.a.O., S. 311).

6.2 Ergebnisse und Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der verschiedenen Testverfahren zunächst vorgestellt und anschließend diskutiert. Die Ergebnisse des Own Word Mappings und des bildbezogenen Assoziationstests werden durch die im Rahmen der anschließenden Befragung gewonnenen Aussagen der Studierenden ergänzt und zusammen mit diesen interpretiert. Danach folgt die Darstellung der statistischen Auswertung des Semantischen Differentials, wobei auch hier die zusätzlichen mündlichen Erläuterungen der Studierenden bei der Auswertung mit herangezogen werden. Schließlich werden die Ergebnisse der geschlossenen und offenen Fragen des Fragebogens vorgestellt und zur Diskussion wiederum Erläuterungen der zugehörigen mündlichen Befragung herangezogen.

Zum Abschluss werden mögliche Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Testverfahren hergestellt und diese auf die aufgestellten Hypothesen bezogen, um zusammenfassende Aussagen zur Wirkung des Seminars machen zu können.

6.2.1 Own Word Mapping

Durch das an Tiemann (1999) angelehnte Own Word Mapping sollen mögliche Verbindungen zwischen den beiden Konzepten *Biologie* und *Chemie* sowie jeweils zugehörige Assoziationen aufgezeigt werden (siehe Kapitel 6.1.1). Zur Illustration sind in Abbildung 10 die Maps einer Studentin vor und nach dem Seminar abgebildet. Ohne auf Einzelheiten des Aufbaus einzugehen, ist auf den ersten Blick erkennbar, dass das Map nach dem Seminar mehr Begriffe und Wege aufweist als das Map vor dem Seminar.

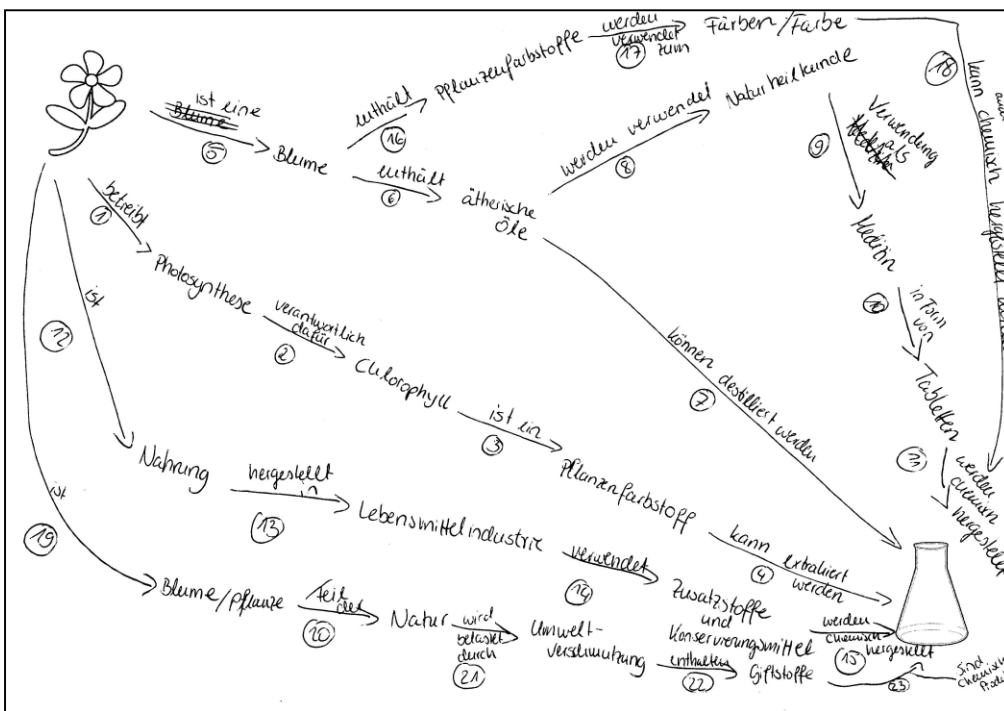
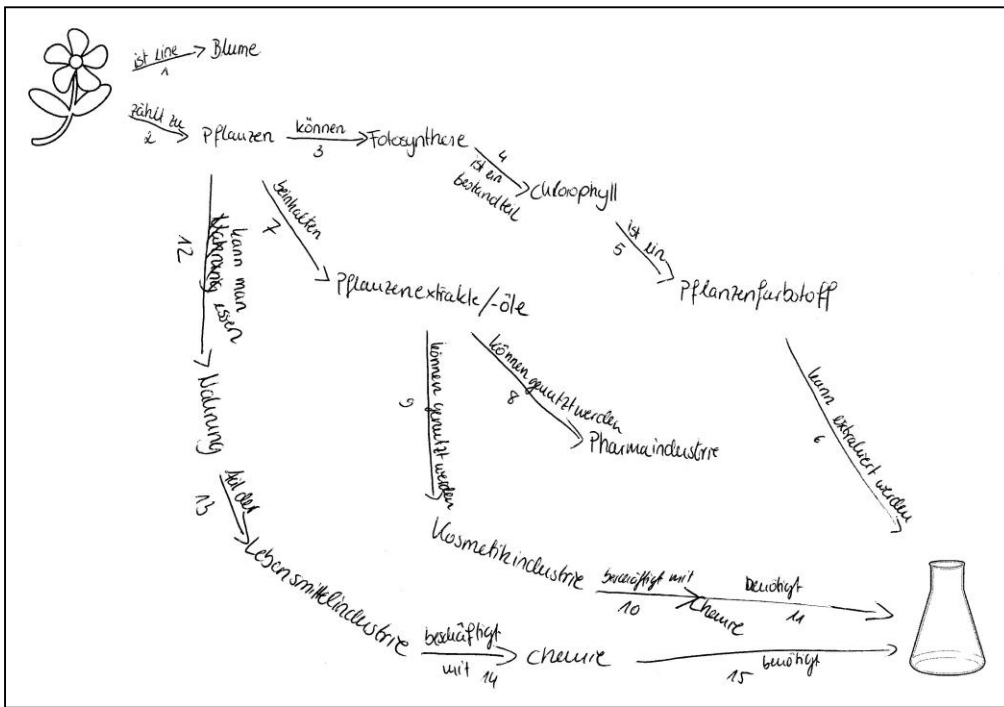


Abbildung 10: Beispiel für Own Word Maps einer Studentin vor dem Seminar (oberes Map) und nach dem Seminar (unteres Map)

Bei der Analyse werden neben der Anzahl der Begriffe und deren Zuordnungen zu den Kategorien auch die Anzahl der ganzen Wege und der Verzweigungen ermittelt. Dabei deuten ganze Wege, im Gegensatz zu abgebrochenen Wegen, auf erfolgreich hergestellte Verbindungen zwischen den Konzepten *Biologie* und *Chemie* hin. Auch Verzweigungen liefern Hinweise auf eine gelungene Verknüpfung der Konzepte. Da, ebenso wie bei den anderen Methoden, eine mögliche Wirkung des Seminars und nicht die individuelle Entwicklung einzelner Studierender im Vordergrund steht, werden nicht die Ergebnisse der

einzelnen Maps, sondern die Gesamtergebnisse der Seminarteilnehmenden und der Mitglieder der Kontrollgruppe dargestellt.

Die in den Maps verwendeten Begriffe werden in sechs verschiedene Kategorien eingeteilt und diese Zuordnung durch kommunikative Validierung überprüft (siehe Kapitel 6.1.1). Während viele Studierende dabei nur wenige Änderungen der vorläufigen Zuordnung vornehmen, ordnen einige eine Reihe an Begriffen anderen Kategorien zu. Dabei spielen Vorerfahrungen und Vorwissen eine entscheidende Rolle, was teilweise in sehr individuellen Kategorisierungen resultiert.⁷⁴ Manche Begriffe werden erst durch die kommunikative Validierung mehreren Kategorien zugeordnet. So kann etwa ein Begriff wie „Wasser“ je nach Betrachtungsweise neben den drei Naturwissenschaften auch den Gesellschaftswissenschaften (und damit den sonstigen Themen des Sachunterrichts) sowie der Umweltproblematik zugeordnet werden.

Zur Auswertung erfolgt zunächst die Ermittlung der Begriffsanzahlen der einzelnen Kategorien pro Person und Bild, anschließend die Berechnung der Anzahlen für alle Bilder und für jeweils die gesamte Teilnehmer- und Kontrollgruppe. Dabei werden die Begriffe der Maps nach dem Seminar in Begriffe unterteilt, die bereits bei der ersten Durchführung verwendet werden und in solche, welche neu hinzugekommen sind. Neben der Berechnung der absoluten Anzahlen werden zudem die kategorienbezogenen Aussagen in Relation zu der Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe ermittelt, um durch die prozentualen Angaben eine bessere Vergleichbarkeit zu ermöglichen.

Wie Abbildung 11 zu entnehmen ist, verwenden die Teilnehmenden des Seminars in ihren Own Word Maps vor dem Seminar insgesamt 262 Begriffe, die Mitglieder Kontrollgruppe 240. Die Teilnehmenden kommen somit auf durchschnittlich knapp 14 Begriffe pro Map, die Studierenden der Kontrollgruppe auf knapp 13; dies entspricht einem geringen Unterschied von etwa 8 %. Beide Gruppen verwenden gleichviele Begriffe aus der Kategorie „Biologie“, die Kontrollgruppe jedoch weniger Begriffe aus der Kategorie „Chemie“. Prozentual gesehen können bei den Seminarteilnehmenden etwa 45 % der Begriffe der Kategorie „Biologie“ und etwa 27 % der Kategorie „Chemie“ zugeordnet werden, bei der Kontrollgruppe etwa 49 % der Kategorie „Biologie“ und etwa 18 % der Kategorie „Chemie“ (siehe Abbildung 12).

Auch statistisch wird die Anzahl der verwendeten Begriffe von Teilnehmenden und Kontrollgruppe mithilfe der Statistiksoftware SPSS verglichen. Da die Werter nicht normalverteilt sind (getestet mit Kolmogorov-Smirnov-Test) wird aufgrund des nicht metrischen Skalenniveaus der Wilcoxon-Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Dabei gelten Signifikanzwerte kleiner gleich 0,05 als einseitig signifikant und Werte kleiner gleich 0,01 als zweiseitig signifikant (Bühner und Ziegler 2009, S. 184 ff.). Der Test ergibt für die Kategorie „Sonstiges“ einen p-Wert von 0,017, womit es sich um einen zweiseitig signifikanten Unterschied handelt.

⁷⁴ Beispielsweise wird der Begriff „Parfüm“ von einer Studentin der Kategorie „Physik“ zugeordnet, da diese den Begriff in erster Linie mit einem Flakon und dem dazugehörigen Sprühmechanismus verbindet.

Da jedoch abgesehen von dieser einen Kategorie keine signifikanten Unterschiede vorliegen, kann von einer vergleichbaren Ausgangslage von Seminarteilnehmenden und den Teilnehmenden der Kontrollgruppe ausgegangen werden.

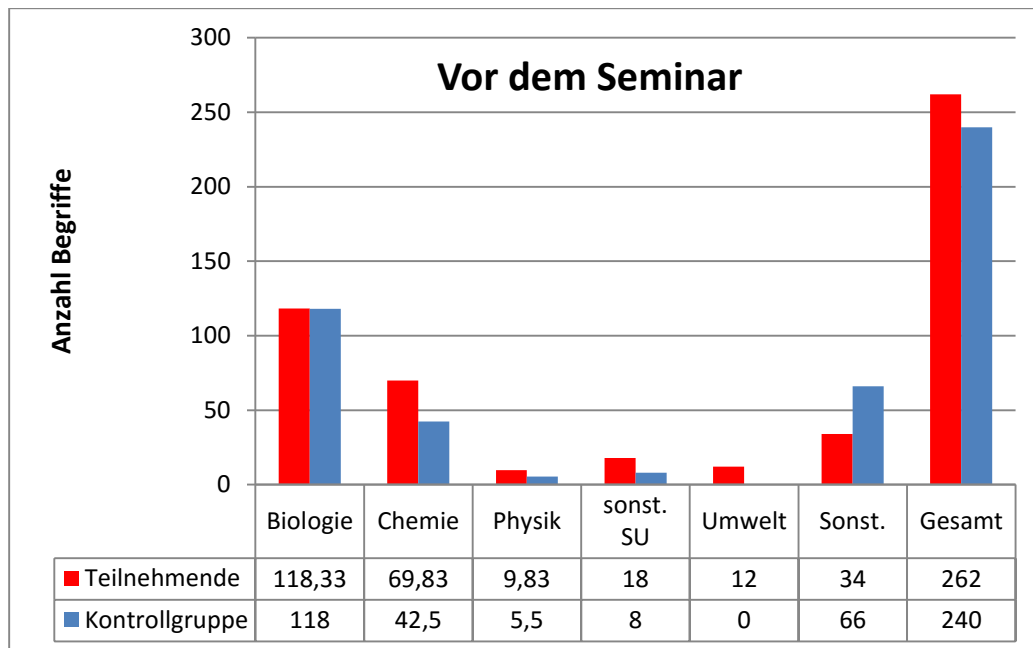


Abbildung 11: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps vor dem Seminar

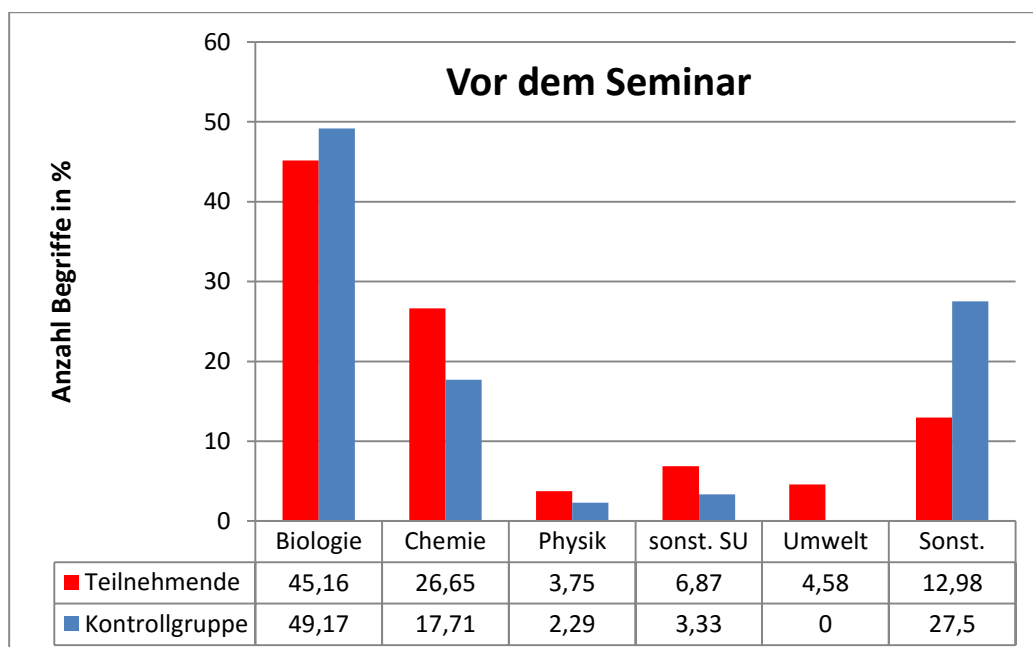


Abbildung 12: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps vor dem Seminar in Relation zur Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe

Beim Betrachten der Verwendungshäufigkeit der Begriffe nach dem Seminar⁷⁵ fallen deutlichere Unterschiede zwischen beiden Gruppen auf. Während die Studierenden der Kontrollgruppe mit insgesamt 240 Begriffen die gleiche Anzahl an Begriffen verwendet wie vor dem Seminar, benutzen die Seminarteilnehmenden mit 437 Begriffen deutlich mehr als vorher (siehe Abbildung 13).

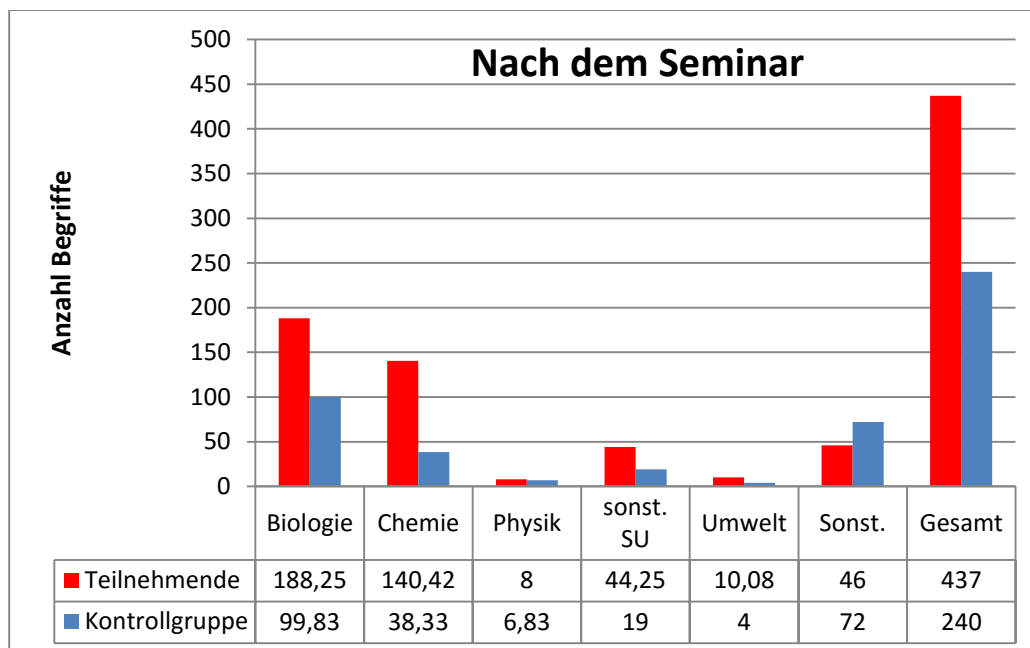


Abbildung 13: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps nach dem Seminar

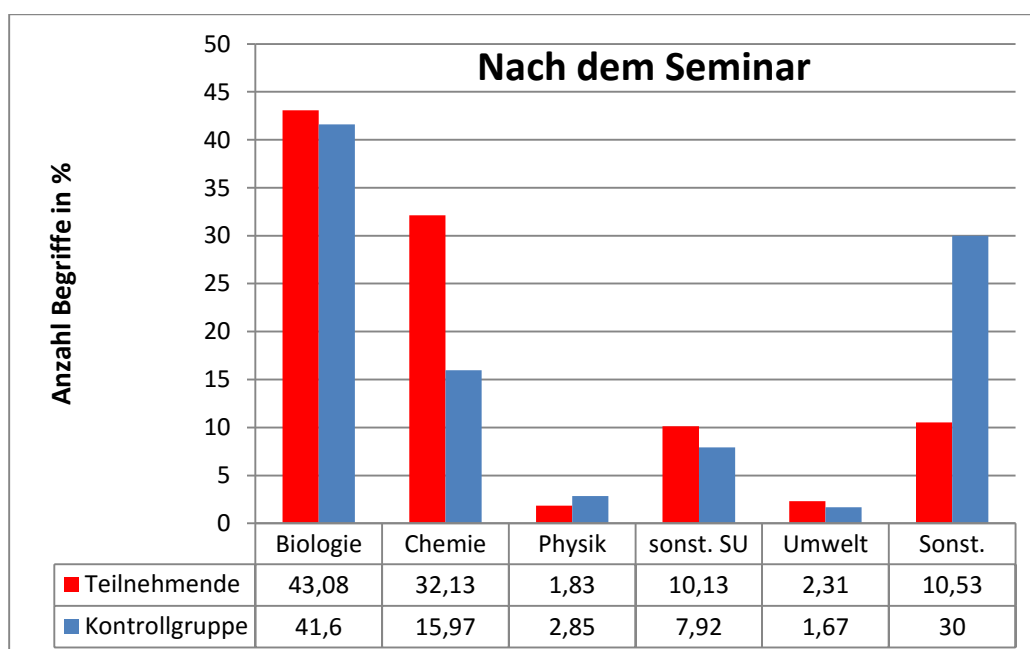


Abbildung 14: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps nach dem Seminar in Relation zur Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe

⁷⁵ Die Studierenden der Kontrollgruppe nahmen nicht am Seminar teil, wurden jedoch nach der gleichen Zeitspanne getestet wie die Seminarteilnehmenden. Zur leichteren Lesbarkeit wird daher auch für die Kontrollgruppe der Ausdruck „nach dem Seminar“ verwendet.

Die Teilnehmenden verwenden mit durchschnittlich 23 Begriffen pro Map knapp 80 % mehr im Vergleich zu den durchschnittlich etwa 13 Begriffen der Studierenden der Kontrollgruppe. Auch bei der Auswertung der kategorienbezogenen Aussagen in Relation zu der Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Während die Verwendung biologieberogener Begriffe prozentual etwa gleich ist, benutzen die Seminarteilnehmenden nach dem Seminar etwa doppelt so viele chemiebezogene Begriffe wie die Studierenden der Kontrollgruppe. Bei diesen zeigt sich dagegen der deutlichste Zuwachs in der Kategorie „Sonstiges“ (siehe Abbildung 14).

Eine direkte Gegenüberstellung der Begriffe vor und nach dem Seminar verdeutlicht die Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Bei den Seminarteilnehmenden unterscheiden sich die Anzahlen chemie- und biologieberogener Begriffe nach dem Seminar von denen, die vor dem Seminar verwendet werden. Insbesondere in der Kategorie „Chemie“ ist eine Verdopplung von etwa 70 auf 140 Begriffe zu verzeichnen. Bei der Kontrollgruppe sind hingegen nur geringe Abweichungen festzustellen, am deutlichsten ist eine Abnahme in der Kategorie „Biologie“ und ein Zuwachs in der Kategorie der „sonstigen Sachunterrichtsbereiche“ (siehe Abbildung 15 und Abbildung 16).

Aufgrund fehlender Normalverteilung wurde wieder der Wilcoxon-Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Der Test zeigt signifikante Unterschiede zwischen Testteilnehmenden und Kontrollgruppe bezüglich der Kategorien „Biologie“ (p-Wert 0,01), „Chemie“ (p-Wert 0,000), „sonst. SU“ (p-Wert 0,005) und „Sonstiges“ (p-Wert 0,034); für die Kategorien „Physik“ und „Umwelt“ bestehen keine signifikanten Unterschiede.

Die Teilnehmenden verwenden nach dem Seminar insgesamt etwa 75 % neue Begriffe, die Studierenden der Kontrollgruppe etwa 65 %. Während in der Kategorie „Biologie“ bei beiden Gruppen etwa zwei Drittel der Begriffe beim ersten Durchgang noch nicht verwendet wird, zeigt sich bei den Seminarteilnehmenden mit etwa 80 % an neuen Begriffen in der Kategorie „Chemie“ ein deutlich höherer Wert als bei der Kontrollgruppe mit nur 52 %.

Auch der Vergleich der prozentualen Anteile zeigt den beschriebenen Unterschied auf. Wie Abbildung 17 und Abbildung 19 zu entnehmen ist, verwenden die Seminarteilnehmenden nach dem Seminar in Relation zur Gesamtanzahl etwa 2 % weniger biologieberogene Begriffe. Der höchste prozentuale Zuwachs ist in der Kategorie „Chemie“ mit etwa 5,5 % zu beobachten, auch in der Kategorie „sonstige Sachunterrichtsbereiche“ ist eine Zunahme von gut 3 % zu erkennen. Eine Abnahme findet sich in den Kategorien „Physik“, „Umwelt“ und „Sonstiges“ mit jeweils etwa 2 % in Relation zur Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe.

Auch bei der Kontrollgruppe ist eine prozentuale Abnahme in der Kategorie „Biologie“ zu erkennen, welche mit knapp 8 % in Relation zur Gesamtanzahl (siehe Abbildung 18 und Abbildung 19) deutlicher ausfällt. Im Gegensatz zu den Seminarteilnehmenden verwenden die Studierenden der Kontrollgruppe im zweiten Durchgang des Own Word Mapping insgesamt etwa 2 % weniger chemiebezogene Begriffe. In der Kategorie „Physik“ werden, bezogen auf die Gesamtzahl, etwa gleich viele Begriffe verwendet. In

der Kategorie „sonstige Sachunterrichtsbereiche“ ist der größte Zuwachs mit insgesamt knapp 5 % zu verzeichnen. Den Kategorien „Umwelt“ und „Sonstiges“ werden insgesamt nur etwa 2 % mehr Begriffe zugeordnet.

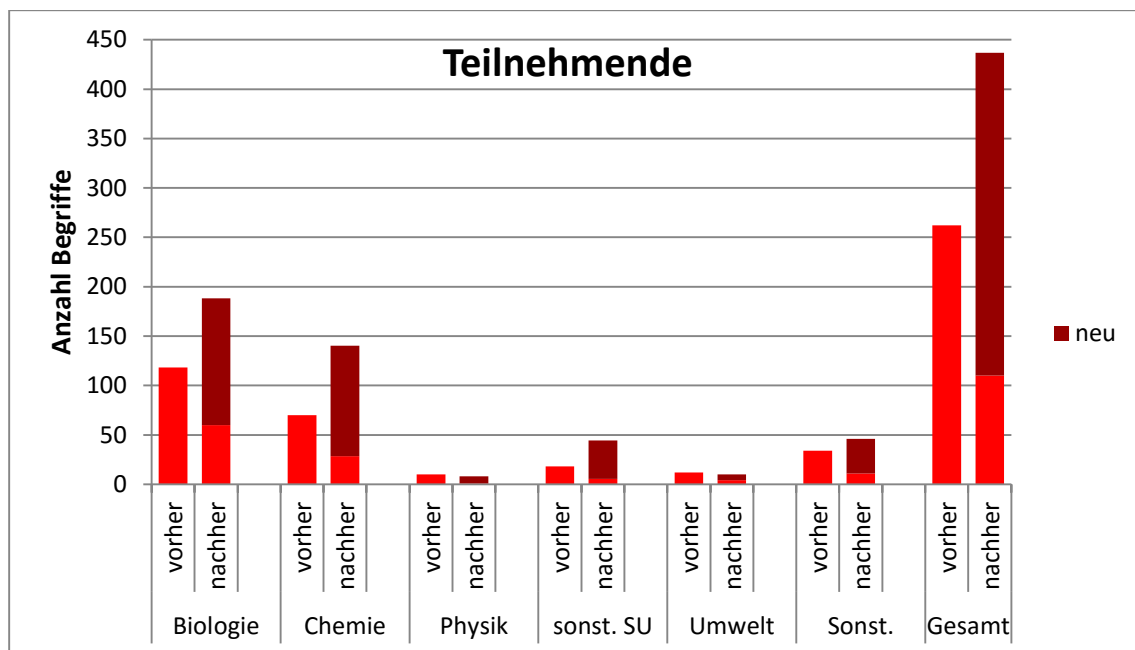


Abbildung 15: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps vor und nach dem Seminar für die Seminarteilnehmenden (beim zweiten Durchgang neu hinzugekommene Begriffe sind dunkelrot gekennzeichnet)

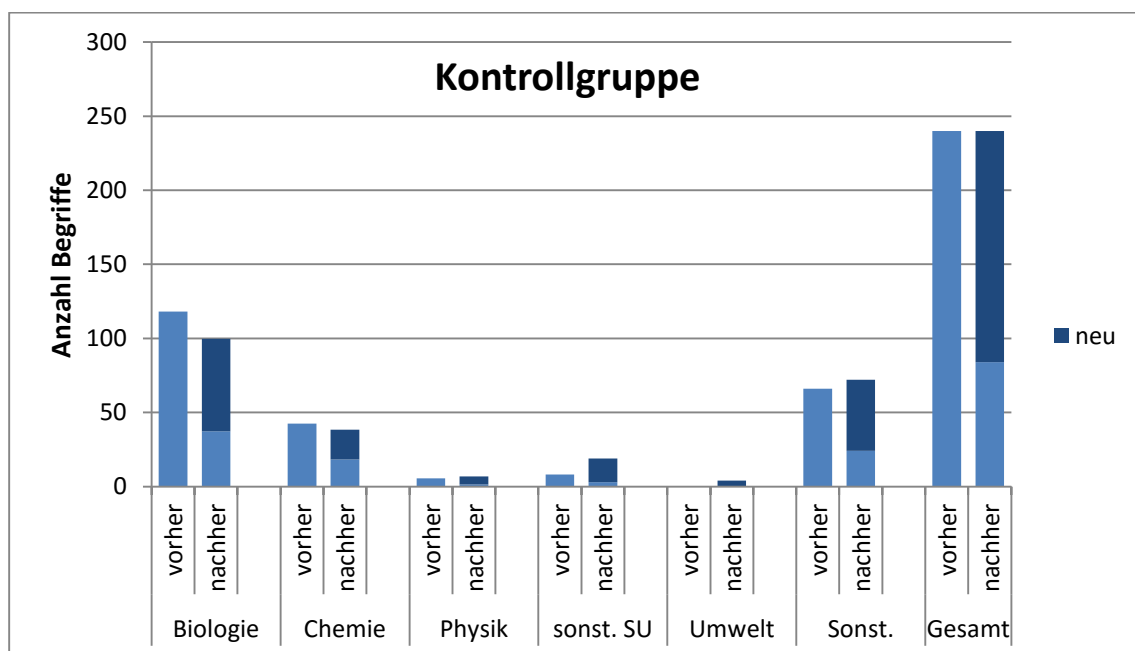


Abbildung 16: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps vor und nach dem Seminar für die Kontrollgruppe (beim zweiten Durchgang neu hinzugekommene Begriffe sind dunkelblau gekennzeichnet)

Statistisch zeigt der Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben zweiseitig signifikante Unterschiede für die Teilnehmenden in den Kategorien „Biologie“ (p-Wert 0,001), „Chemie“ (p-Wert 0,000) und „sonst. SU“ (p-Wert 0,005) im Vergleich vor und nach dem Seminar. Für die Kontrollgruppe liegt lediglich für die Kategorie „sonst. SU“ ein statistisch einseitig signifikanter Unterschied vor (p-Wert 0,029).

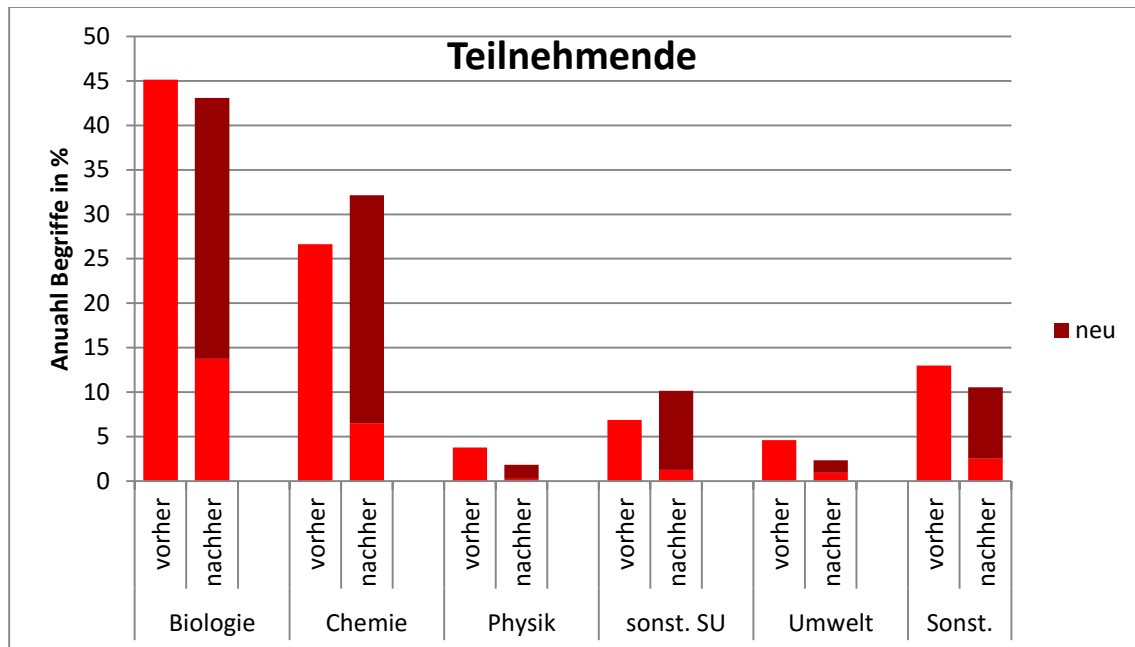


Abbildung 17: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps der Teilnehmenden vor und nach dem Seminar in Relation zu der jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe

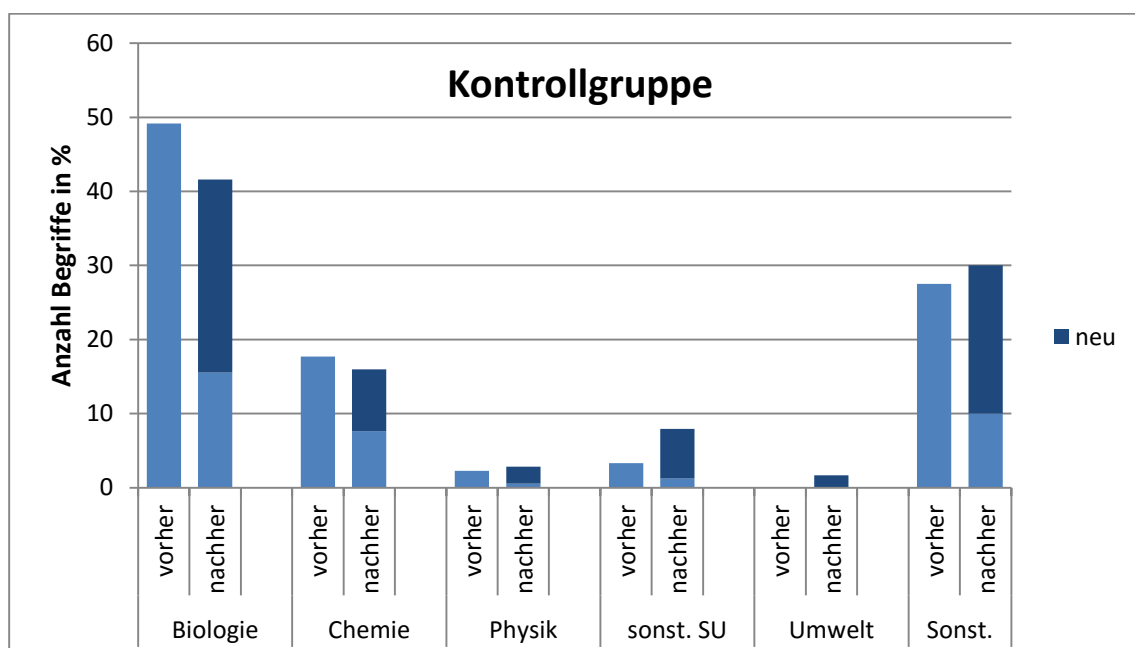


Abbildung 18: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps der Kontrollgruppe vor und nach dem Seminar in Relation zu der jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe

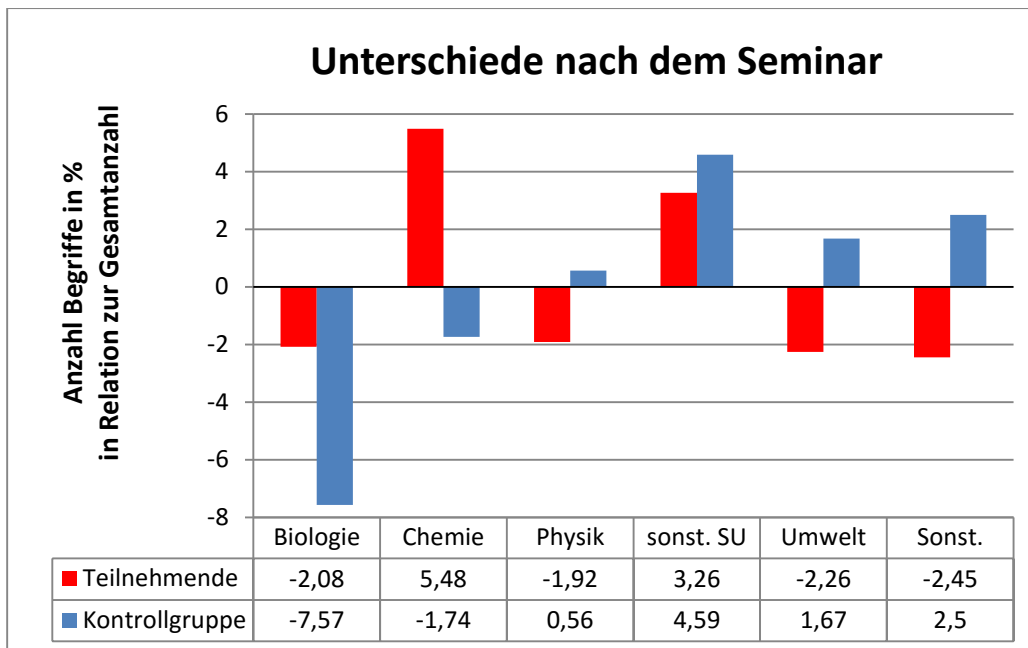


Abbildung 19: Prozentuale Unterschiede in der Anzahl der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps nach dem Seminar verglichen mit der Anzahl der verwendeten Begriffe vor dem Seminar in Relation zur jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe

Diskussion der Ergebnisse des Own Word Mappings

Die Ergebnisse des Own Word Mappings nach dem Seminar weisen auf einen signifikanten Unterschied zwischen Seminarteilnehmenden und Kontrollgruppe hin. Vor dem Seminar sind die Unterschiede gering und statistisch nicht signifikant. Zu diesem Zeitpunkt verwenden die Seminarteilnehmenden insgesamt nur etwa 8 % mehr Begriffe als die Studierenden der Kontrollgruppe und etwa 9 % mehr chemiebezogene Begriffe. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass sich die Teilnehmenden bewusst für das Seminar im FLEX entschieden und dementsprechend bereits gewisse Präferenzen oder Vorstellungen gegenüber dem Konzept *Chemie* oder auch der Verbindung zwischen den Konzepten *Chemie* und *Biologie* mitbringen. Zudem könnte die Kontrollgruppe der Aufgabenstellung gegenüber weniger aufgeschlossen sein, da das Own Word Mapping nicht im direkten inhaltlichen Zusammenhang mit der universitären Veranstaltung steht, in deren Rahmen die Methode durchgeführt wird. Bei der Durchführung selbst ist kein deutlicher Unterschied erkennbar, die Studierenden beider Gruppen nutzen in etwa die gleiche Zeit für das Erstellen der Maps.

Nach dem Seminar sind die Unterschiede zwischen beiden Gruppen sehr ausgeprägt. Die Seminarteilnehmenden benutzen insgesamt deutlich mehr Begriffe als die Studierenden der Kontrollgruppe, die beim zweiten Durchgang genauso viele Begriffe verwenden wie zuvor.

Das Verfahren des Own Word Mappings selbst wird, zumindest beim ersten Durchgang, von einigen Studierenden als schwierig empfunden, beim zweiten Durchgang sind sie mit dem Verfahren an sich vertrauter, was zu ausdifferenzierteren Maps führen kann. Da jedoch beide Gruppen zwischenzeitlich keine weiteren Own Word Maps erstellen, kommen weitere Erfahrungen mit der Methode als Erklärung der Unterschiede nicht in Betracht. Obwohl es sich beim Own Word Mapping um ein schriftliches

Testverfahren handelt, bei dem die Tendenz, sozial erwünscht zu antworten, geringer ist als bei mündlichen Befragungen (Mummendey und Grau 2008, S. 49), lässt sich nicht ausschließen, dass sich die Seminarteilnehmenden bei der Erstellung der Maps mehr bemühen als die Studierenden der Kontrollgruppe. Die Verwendung einer möglicherweise höheren Anzahl an Begriffen kann jedoch durch die Berechnung der prozentualen Anteile der Begriffsanzahlen bei der Auswertung relativiert werden. Die Seminarteilnehmenden zeigen auch in Relation zur Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe den stärksten Zuwachs in der Kategorie „Chemie“ mit etwa 5,5 %, in der für die Studierenden der Kontrollgruppe ein Rückgang von knapp 2 % zu verzeichnen ist. Dieser Unterschied ist möglicherweise auf das Seminar zurückzuführen, welches zu einer verstärkten Aufmerksamkeit gegenüber Verknüpfungen zwischen biologischen und chemischen Aspekten beitragen könnte. Dies würde auf das Erreichen eines der Ziele des Seminars, die verstärkte Bewusstmachung der Verbindungen zwischen den beiden Konzepten, hindeuten.

Ergänzende Befragung und Ermittlung der Wege und Verzweigungen

Mögliche Erklärungsansätze für einen Unterschied zwischen Maps vor und nach dem Seminar liefert die zusätzliche abschließende Befragung, wobei zur Illustration im Folgenden exemplarisch einige Aussagen der Studierenden wiedergegeben werden.⁷⁶

Themen, Ideen und Gegenständen aus dem Seminar bieten den Studierenden der Teilnehmergruppe Möglichkeiten, diese in ihren Maps zu verwenden, während die Studierenden der Kontrollgruppe keine entsprechenden Erfahrungen machen können. Auch vor diesem Hintergrund lässt sich die höhere absolute Anzahl an verwendeten Begriffen der Seminarteilnehmenden nach dem Seminar erklären. Insbesondere die Zeichnung der Blume könnte direkt Assoziationen aus dem Seminar hervorrufen, da in dessen Verlauf Pflanzen und Pflanzeninhaltsstoffe zusammen mit didaktischen Umsetzungsmöglichkeiten thematisiert werden. So äußern Studierende auf die Frage nach den Ursachen einer unterschiedlichen Gestaltung ihrer Maps vor und nach dem Seminar beispielsweise:

Die ganzen Pflanzen waren mehr, also mit diesen Bitterstoffen, mit den Toxinen, all so was. Das fiel mir dann halt eher wieder ein. Das, was wir auch [im Seminar] gemacht haben. (S2)

Weil wir uns ja jetzt auch viel damit beschäftigt haben, mit den Pflanzen. Weil wir ja auch viel aus den Pflanzen hergestellt haben, und so konnte man das noch mit in die Map einbauen. (S10)

Weil wir halt eben hier so viele Themen besprochen haben, die eben perfekt auf das da [die Aufgabenstellung] zutrafen. Wir hatten ja da unten dieses, den Kolben, den Erlenmeyerkolben, und darauf bezieht man irgendwie immer Chemie. Und das ist ja auch Teil vom FLEX gewesen als Thema. Und Thema Pflanzen, was wir als allererstes hatten [von der Reihenfolge der behandelten Themen her]. Da konnte man das irgendwie so gut beziehen aufeinander. (S11)

Bei der Auswertung wurde versucht, die verwendeten neuen Begriffe nach dem Seminar in solche zu unterteilen, welche direkt mit dem FLEX in Verbindung gebracht werden können und andere, welche

⁷⁶ Da bei diesem Verfahren, anders als beim Semantischen Differential und beim Fragebogen, keine einzelnen Items die Struktur der Aussagen vorgeben, entspräche dieses Vorgehen bei einer qualitativen Inhaltsanalyse einer induktiven Kategorienbildung (Kuckartz 2012, S. 59).

unabhängig davon hinzukamen. Dieser Versuch erwies sich jedoch als schwierig und wurde nicht weiterverfolgt. Wahrscheinlich kann die Erwähnung von Pflanzeninhaltsstoffen, wie z. B. von *Farb-, Gift-, Duft-, Heil-,* oder *Bitterstoffen*, sowie von Produkten wie *Tee, Salbe, Marmelade* oder *Bonbons*, dem Einfluss des Seminars zugeschrieben werden. Die Verwendung anderer Begriffe, wie beispielsweise *Moleküle, chemische Elemente* oder *Verfahren*, könnte eventuell indirekt durch das Seminar beeinflusst worden sein; *Atmung* und *Photosynthese* oder auch *Brennstoffzellen, Kunststoffe* und *Erdöl* weisen hingegen eher keinen direkten Bezug zum FLEX auf. Diese Einteilung ist allerdings sehr subjektiv und kann auch von den Studierenden nicht eindeutig vorgenommen werden.

Vermutlich sind jedoch viele der von den Teilnehmenden benutzten Begriffe auf das Seminar zurückzuführen. Dabei könnte die Vorstellung entstehen, dass eine Verwendung von Begriffen, welche nicht direkt aus dem FLEX übernommen werden, auf eine stärkere - auch mentale - Verknüpfung von biologischen und chemischen Inhalten schließen lässt, und eine bloße Übernahme von Begriffen des Seminars keine besondere Leistung darstellt. Dabei würde jedoch die eigentliche Herausforderung des Own Word Mappings, die Verknüpfung der Konzepte *Biologie* und *Chemie*, verkannt (siehe Kapitel 6.1.1).

Angesprochen auf mögliche Beeinflussungen ihres Antwortverhaltens nennen Studierende neben dem Seminar im FLEX auch den Einfluss anderer universitärer Veranstaltungen:

Aber dann habe ich jetzt auch, wenn ich an Pflanzen denke, denke ich sowieso immer an diese Bestimmungsübung, weil mir die nicht so gut gefallen hat in der Bio. Also weil ich da sowieso dann schon aus den früheren Semestern wahrscheinlich was damit assoziiere. (S14)

Beim zweiten Mal sind mir mehr Sachen eingefallen [...]. Vielleicht weil ich in dem Ökokurs, da haben wir noch mal Blütenökologie gehabt an einem Kurstag; es könnte auch daran liegen, das mir die Begriffe wieder eingefallen sind. (S19)

Da allerdings von den Studierenden beider Gruppen recht ähnliche Aussagen bezüglich des Einflusses anderer universitärer Veranstaltungen gemacht werden, kann daraus kein direkter Einfluss auf Unterschiede zwischen den Gruppen abgeleitet werden.

Eine Betrachtung der Wege und Verzweigungen ergänzt die Auswertung der Own Word Maps.⁷⁷ Komplette Wege zwischen den beiden Bildern deuten dabei auf eine Erfüllung der Aufgabe, das Verknüpfen der Konzepte *Biologie* und *Chemie*, hin. Bezüglich der Verzweigungsdichte bzw. der Strategie „Breite zuerst“ oder „Tiefe zuerst“ (Dörner 1995, S. 303) äußert eine Seminarteilnehmerin Folgendes:

Beim ersten Mal ist mir nicht so viel eingefallen. [...] Ich hatte wahrscheinlich damals [...] also weniger Verbindungsstellen, und hier hatte ich das Gefühl, dass ich irgendwie zehn Millionen kleine Äste. Weil immer wieder mehr Zwischenschritte für mich da drin waren [...]. Und davor weiß ich noch, habe ich immer so lange [überlegt], damit ich zum Ende komme. Weil mir da irgendwie keine Zwischenschritte zu eingefallen sind.

Und jetzt konnte ich mehr Verbindungen herstellen, und auch dazwischen hatte ich Verbindungen. Als ich dann irgendwie von einem Ast, von einem anderen, einen neuen Anfang für einen Ast gefunden habe, der irgendwie anders endet. Also mehr Abzweigungen. (S11)

⁷⁷ Die Länge der Wege erwies sich als Gütekriterium als weniger geeignet, da kürzere Wege auf der einen Seite auf eine rasche Verknüpfung beider Konzepte hindeuten, längere Wege auf der anderen Seite mehr Verzweigungen und damit mehr Verknüpfungen zwischen verschiedenen Assoziationen erlauben.

Generell wird angenommen, dass eine höhere Komplexität mit vielen Verknüpfungen auf eine stärkere Integration der Konzepte durch Lernende hindeutet und somit einen Hinweis auf eine höhere Qualität der Maps liefert (White und Gunstone 1992, S. 19 und 39). Die Ermittlung der Verknüpfungsanzahlen wird im Rahmen von Mapping-Verfahren beispielsweise auch mit computergestützten Auswertungen durchgeführt, wobei stärker miteinander verknüpfte Begriffe als ein Gütekriterium angesehen werden (Behrendt et al. 2000, S. 143). Während in den Maps der Teilnehmenden nach dem Seminar sowohl die Anzahl ganzer Wege als auch die der Verzweigungen deutlich zugenommen hat, zeichnen sich die Maps der Kontrollgruppe durch einen sehr geringen Zuwachs an ganzen Wegen und durch einen Rückgang an Verzweigungen aus (siehe Abbildung 20 und Abbildung 21).

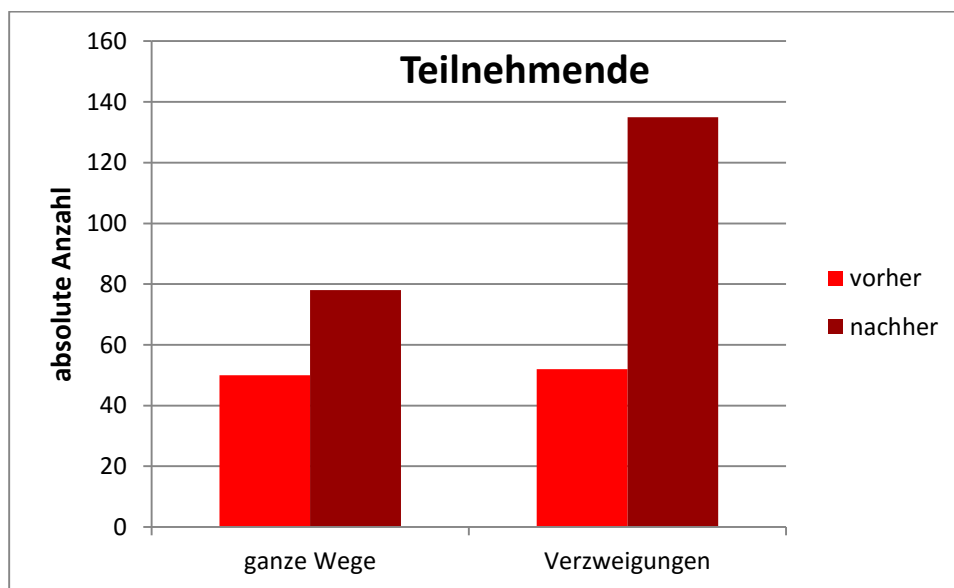


Abbildung 20: Absolute Anzahlen der ganzen Wege und Verzweigungen in den Own Word Maps der Teilnehmenden

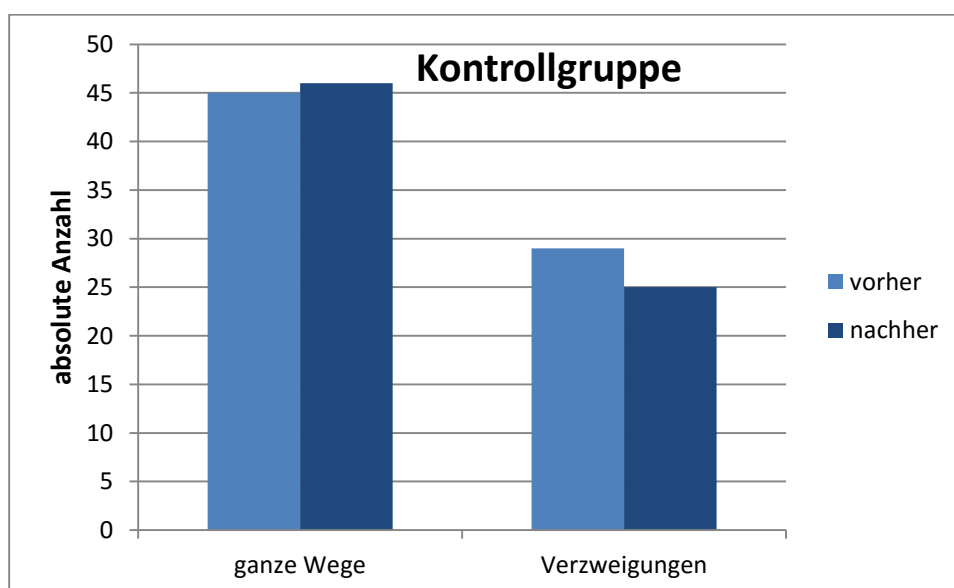


Abbildung 21: Absolute Anzahlen der ganzen Wege und Verzweigungen in den Own Word Maps der Kontrollgruppe

Da Maps mit mehr Begriffen automatisch auch mehr Wege und Verzweigungen beinhalten können, erfolgt eine Umrechnung in Relation zu der jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Schritte. Diese sind in den Maps durch die nummerierten Pfeile leicht zu ermitteln und hängen mit der Anzahl der benutzten Begriffe zusammen.⁷⁸ Wie Abbildung 22 zeigt, nimmt bei den Seminarteilnehmenden der prozentuale Anteil ganzer Wege beim zweiten Mapping leicht ab, dafür steigt der Anteil der Verzweigungen deutlich an. Bei der Kontrollgruppe (siehe Abbildung 23) nimmt der Anteil der ganzen Wege leicht zu, dafür werden beim zweiten Durchgang prozentual erheblich weniger Verzweigungen verwendet.

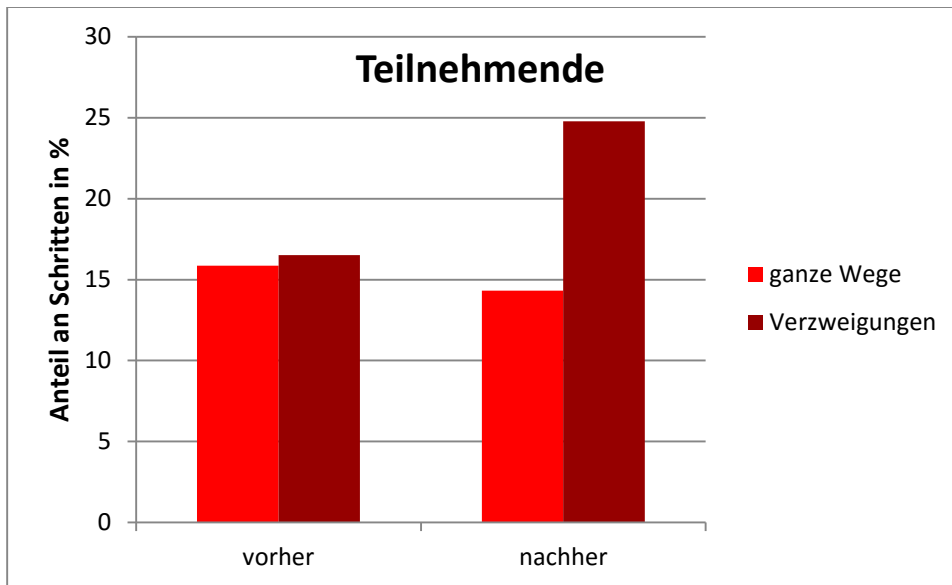


Abbildung 22: Prozentuale Anzahlen der ganzen Wege und Verzweigungen in den Own Word Maps der Seminarteilnehmenden in Relation zu der jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Schritte

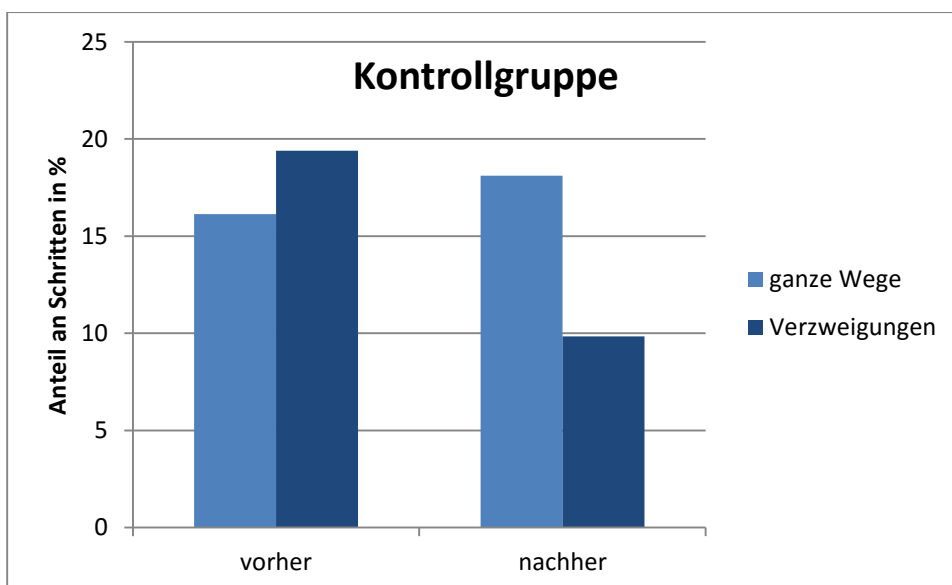


Abbildung 23: Prozentuale Anzahlen der ganzen Wege und Verzweigungen in den Own Word Maps der Kontrollgruppe in Relation zu der jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Schritte

⁷⁸ Die Seminarteilnehmenden verwendeten in den Maps vor dem Seminar insgesamt 315 Verbindungen, nach dem Seminar 545. Für die Maps der Studierenden der Kontrollgruppe konnten vor dem Seminar 279 Verbindungen ermittelt werden und 254 danach.

Insgesamt weisen die Maps der Seminarteilnehmenden somit zwar prozentual nicht mehr Wege auf als diejenigen der Kontrollgruppe, dafür jedoch deutlich mehr Verzweigungen. Auch dies könnte, neben der vermehrten Verwendung von chemiebezogenen Begriffen, darauf hindeuten, dass es den Teilnehmenden nach dem Seminar leichter fällt, Verknüpfungen zwischen den Konzepten *Biologie* und *Chemie* herzustellen.

Gestützt wird diese Vermutung durch Aussagen der Studierenden, die angeben, nach dem Seminar verstärkt einen Zusammenhang zwischen den beiden Konzepten zu erkennen:

Ja, ich denke schon, dass ich jetzt gemerkt habe, dass es auch schon in der Grundschule nahe zusammenliegt. Und dass man wahrscheinlich Themen, die man als biologisch betrachtet, trotzdem unterbewusst auch chemisch unterrichtet. Also, dass man das gar nicht trennen kann. (S1)

Mir war der Bezug von Chemie und Natur nicht derart bewusst, sodass sich durch das FLEX nun mein Blick geändert hat, wodurch ich Vieles mitnehme und umzusetzen versuche. (schriftl.) (S5)

Durch das FLEX habe ich halt auch den Zusammenhang so, Bio und Chemie, dass man das so gut miteinander verbinden kann. (S5)

Dass man eben an so einfachen Sachen, wie jetzt Pflanzen oder so, da habe ich halt bisher immer nur so einen biologischen Blick drauf gehabt. Oder auch das mit dem Brot oder so, dass man da ja auch durchaus auf einer ganz einfachen Ebene darüber sprechen kann. Auch einfache chemische Sachen erklären kann, und aber auch tiefer gehen kann. Da habe ich vorher halt nie gedacht, dass man aus sowas irgendwie so viel rausholen kann, wo dann irgendwelche Zusammenhänge klar werden. (S7)

Wichtig war für mich auch zu sehen, dass die Natur nicht nur aus biologischen Themen besteht, sondern dass man sie auch aus der chemischen Sicht betrachten kann. (schriftl.) (S9)

Denke ich mal, dass ich das jetzt besser verbinde. Früher habe ich das immer als so zwei getrennte Sachen gesehen. Ok, ich mache mal ein bisschen Chemie im Sachunterricht, ich mache mal ein bisschen Biologie. Aber jetzt sehe ich das eher so zusammenhängend. (S11)

Um die biologischen Prozesse zu verstehen, muss man dann auch die chemischen dahinter verstehen. Also man kann das glaube ich gar nicht so, also ich könnte das jetzt [nach dem Seminar] glaube ich gar nicht so strikt trennen. (S14)

Neben den Ergebnissen des Own Word Mappings stützen diese Erläuterungen die Hypothese, dass durch ein Seminar in naturnaher Umgebung den Studierenden vermehrt bewusst gemacht werden kann, dass die Konzepte *Biologie* und *Chemie* miteinander verbunden sind.

6.2.2 Bildbezogener Assoziationstest

Um das Verfahren des Own Word Mappings zu ergänzen und zu untersuchen, ob Studierende nach dem Seminar neben biologischen vermehrt auch chemischen Hintergründen der natürlichen Umwelt ihre Aufmerksamkeit schenken, wurde im Rahmen dieser Arbeit der bildbezogene Assoziationstest entwickelt. Studierende nennen zu drei Fotografien ihre Assoziationen, zunächst frei, dann auf Naturwissenschaften bezogen und abschließend in Bezug zum Schulunterricht. Diese Einteilung erweist sich als förderlich, um eine Vielzahl an Antworten zu provozieren, und wird auch von Studierenden als hilfreich eingestuft:

Ich fand die Einteilung [in freie Assoziationen, NW, Schule] recht gut. Das hat es einfacher gemacht. Also für mich zumindest. Ich brauche es so ein bisschen strukturiert. (S2)

Andere wiederum finden es schwierig, sich beim Antworten auf eine bestimmte Fragestellung zu konzentrieren:

Auch generell so diese Unterscheidungen, die ja für mich irgendwie auch schwer sind. Also erst mal so überhaupt, und dann naturwissenschaftlich und dann schulisch. Ich glaube, letztes Mal habe ich eher alles zusammen geworfen. (S4)

Da eine Unterteilung möglichst viele Assoziationen hervorrufen und die Studierenden nicht einschränken soll, wird bei der Durchführung auch betont, dass keine strikte Trennung nötig ist und Assoziationen aus jedem Bereich jederzeit genannt werden können. Da somit oft keine erkennbare Trennung vorgenommen wird, erfolgt auch bei der Auswertung keine entsprechende Einteilung der Begriffe.

Die Äußerungen der Studierenden werden auf Begriffe oder kurze Begriffsverknüpfungen reduziert und – zur besseren Vergleichbarkeit mit dem Own Word Mapping – den beschriebenen sechs Kategorien zugeordnet. Diese Zuordnungen werden wiederum durch kommunikative Validierung mit den Studierenden abgesichert, ein Verfahren, zu dem eine Studentin folgende Gedanken äußert:

Was ich mir jetzt hier drunter schwierig vorstelle ist, der eine würde jetzt viele Begriffe als biologisch sehen, der andere als chemisch und der andere als physikalisch. Nicht, dass dann nachher gesagt wird, dass hätte ich aber ganz anders eingeordnet. Aber du hast dich jetzt dadurch abgesichert, dass das noch mal derjenige [überprüft]. (S9)

Wie der Abbildung 24 und der Abbildung 25 zu entnehmen ist, nennen beide Gruppen zu Beginn des Seminars in etwa gleich viele Begriffe aus den Kategorien *Biologie* und *Chemie*. Die Teilnehmenden äußern mit durchschnittlich knapp 59 Begriffen pro Testdurchlauf insgesamt etwas weniger Begriffe als die Studierenden der Kontrollgruppe mit durchschnittlich etwa 66 Begriffen. Prozentual gesehen benutzen diese jedoch etwas weniger Begriffe aus den naturwissenschaftlichen Kategorien.

Die Ergebnisse der Kontrollgruppe und der Teilnehmenden werden wieder mithilfe der Statistiksoftware SPSS miteinander verglichen. Da keine Normalverteilung der Werte vorliegt (getestet mit Kolmogorov-Smirnov-Test) wird aufgrund des metrischen Skalenniveaus der Wilcoxon-Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Der Test zeigt – bis auf die Kategorie „sonst. SU“ – keinen signifikanten Unterschied zwischen Seminarteilnehmenden und Teilnehmenden der Kontrollgruppe.

Der p-Wert der Kategorie „sonst. SU“ beträgt 0,008, es handelt sich somit um einen zweiseitig signifikanten Unterschied. Da bis auf diese Kategorie keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen vorliegen, kann von einer vergleichbaren Ausgangslage ausgegangen werden.

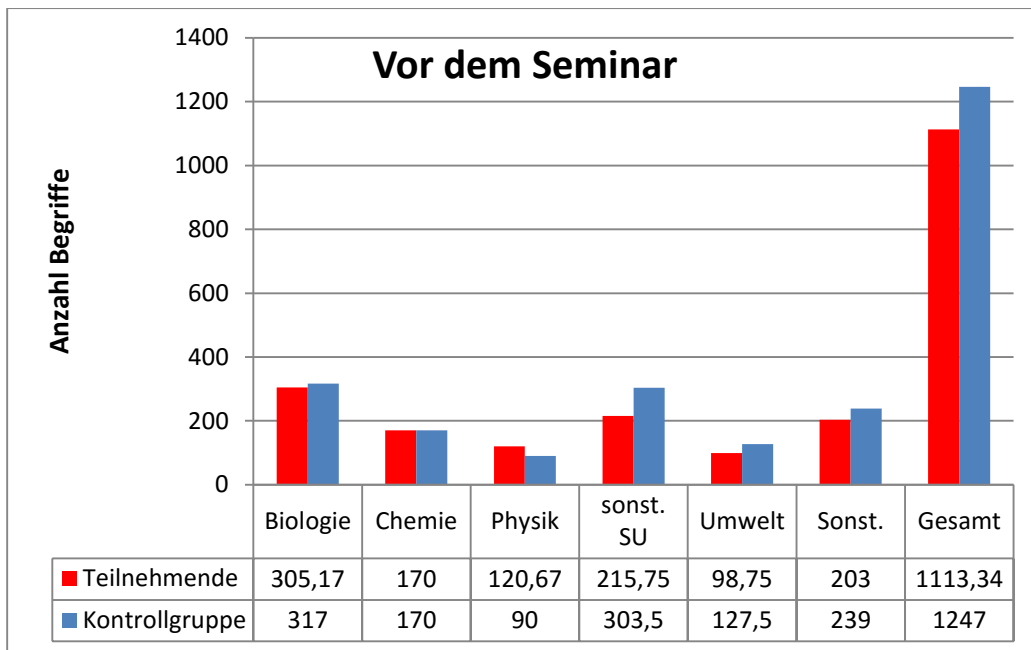


Abbildung 24: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor dem Seminar

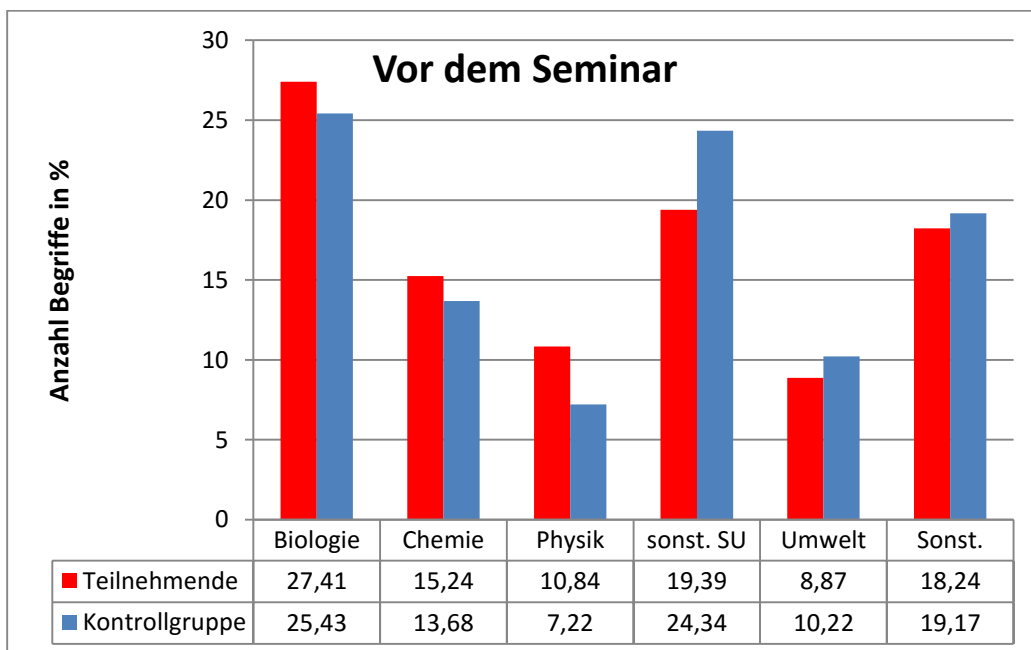


Abbildung 25: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor dem Seminar in Relation zur Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe

Wie beim Own Word Mapping zeigen sich auch beim bildbezogenen Assoziationstest nach dem Seminar große Unterschiede. So nennen die einzelnen Seminarteilnehmenden beim zweiten Durchgang durchschnittlich 96 Begriffe und damit deutlich mehr als die Studierenden der Kontrollgruppe mit durchschnittlich nur 60 Begriffen (siehe Abbildung 26). Wie Abbildung 27 zeigt, benutzen die Seminarteilnehmenden auch prozentual gesehen mehr naturwissenschaftsbezogene Begriffe als die Studierenden der Kontrollgruppe, die hingegen anteilig mehr Begriffe aus den übrigen drei Kategorien nennen.

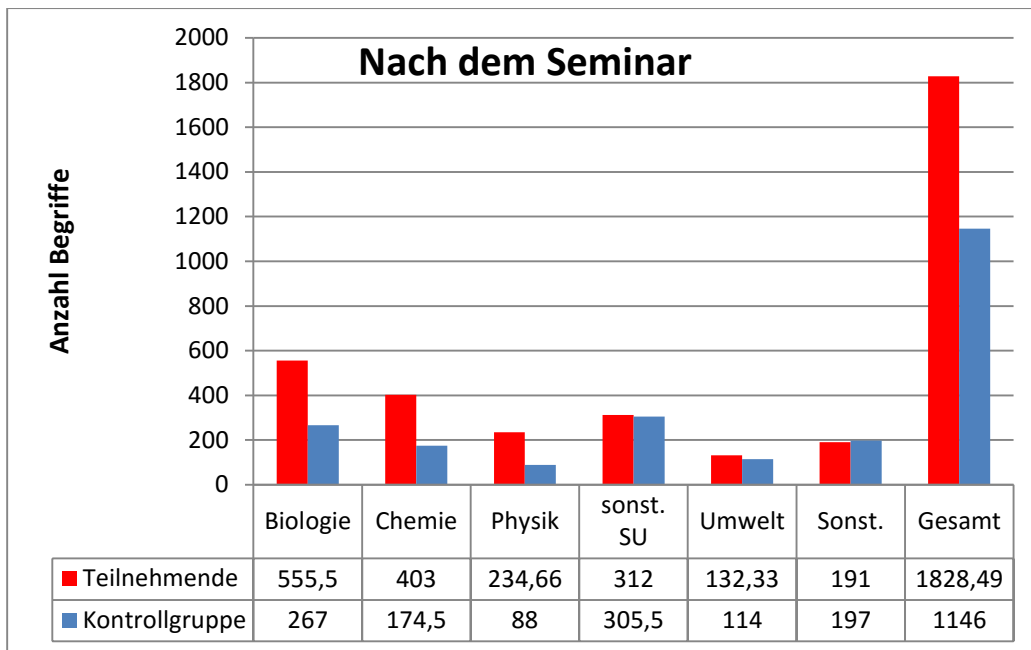


Abbildung 26: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest nach dem Seminar

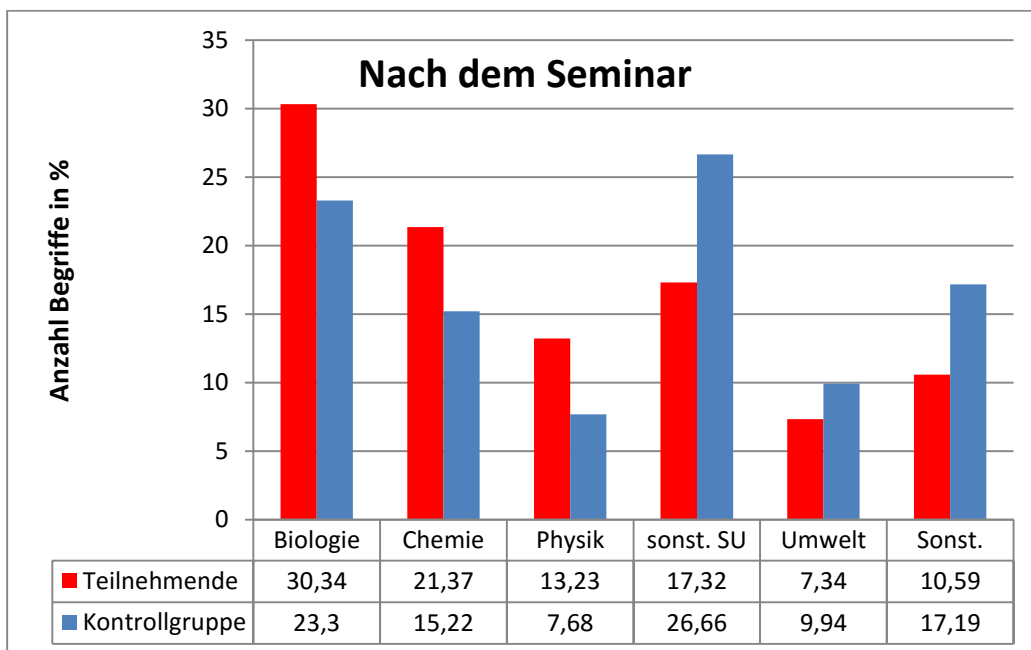


Abbildung 27: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest nach dem Seminar in Relation zur Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe

Aufgrund fehlender Normalverteilung wird wieder der Wilcoxon-Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Der Test ergibt zweiseitig signifikante Unterschiede zwischen Testteilnehmenden und Kontrollgruppe bezüglich der drei naturwissenschaftlichen Kategorien „Biologie“ (p-Wert 0,000), „Chemie“ (p-Wert 0,000) und „Physik“ (p-Wert 0,001).

Während die Teilnehmenden im zweiten Durchgang zu allen Kategorien, außer zur Kategorie „Sonstiges“, deutlich mehr Begriffe nennen, verwenden die Studierenden der Kontrollgruppe durchgehend etwa gleich viele Begriffe (siehe Abbildung 28 und Abbildung 29).

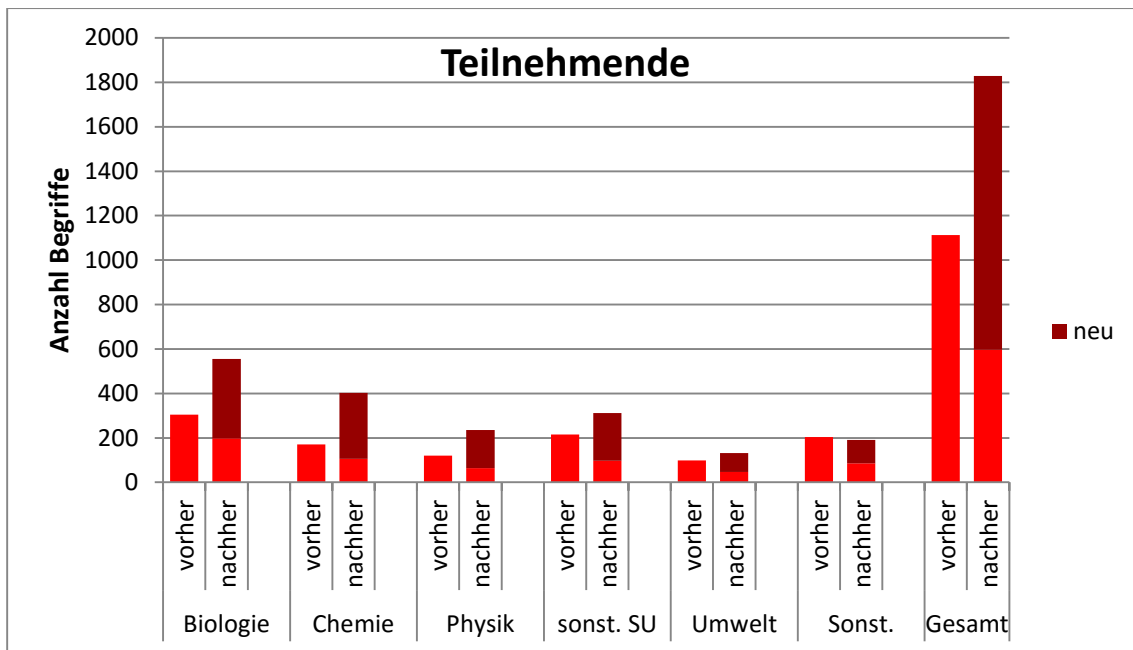


Abbildung 28: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor und nach dem Seminar für die Teilnehmenden (im zweiten Durchgang neu hinzugekommene Begriffe sind dunkelrot gekennzeichnet)

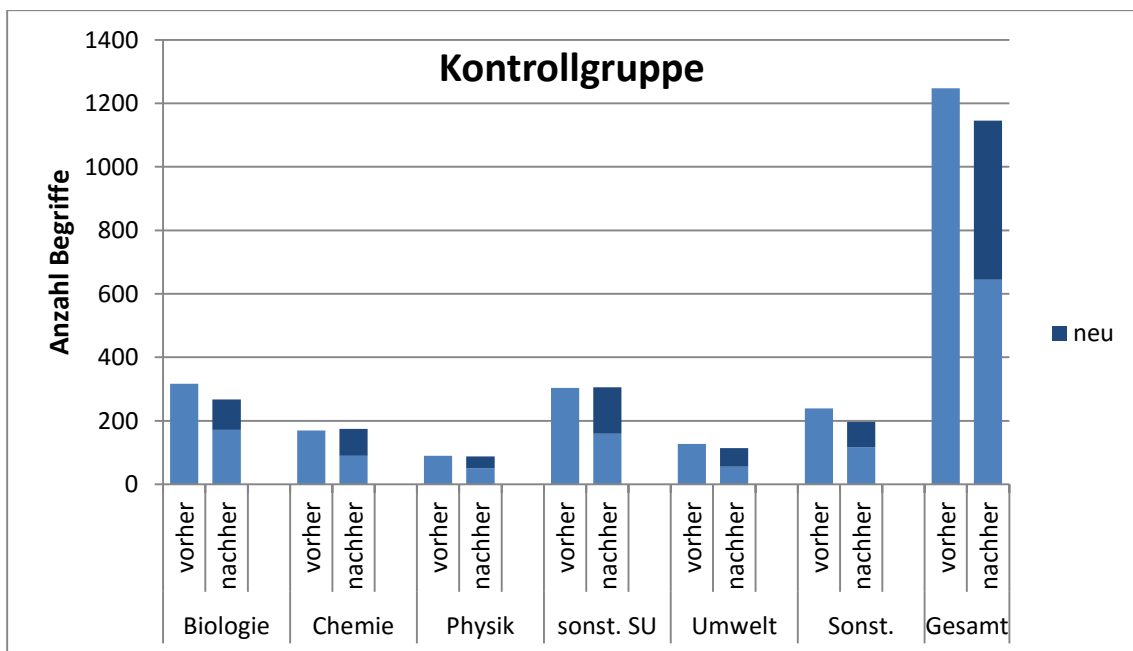


Abbildung 29: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor und nach dem Seminar für die Kontrollgruppe (im zweiten Durchgang neu hinzugekommene Begriffe sind dunkelblau gekennzeichnet)

Bei der direkten Gegenüberstellung der prozentualen Werte fällt auf, dass bei den Teilnehmenden die Naturwissenschaften nach dem Seminar einen höheren Anteil an Begriffen erhalten, die übrigen Kategorien hingegen einen niedrigeren (siehe Abbildung 30 und Abbildung 32).

Der höchste prozentuale Zuwachs findet mit gut 6 %, ähnlich wie beim Own Word Mapping, in der Kategorie „Chemie“ statt.

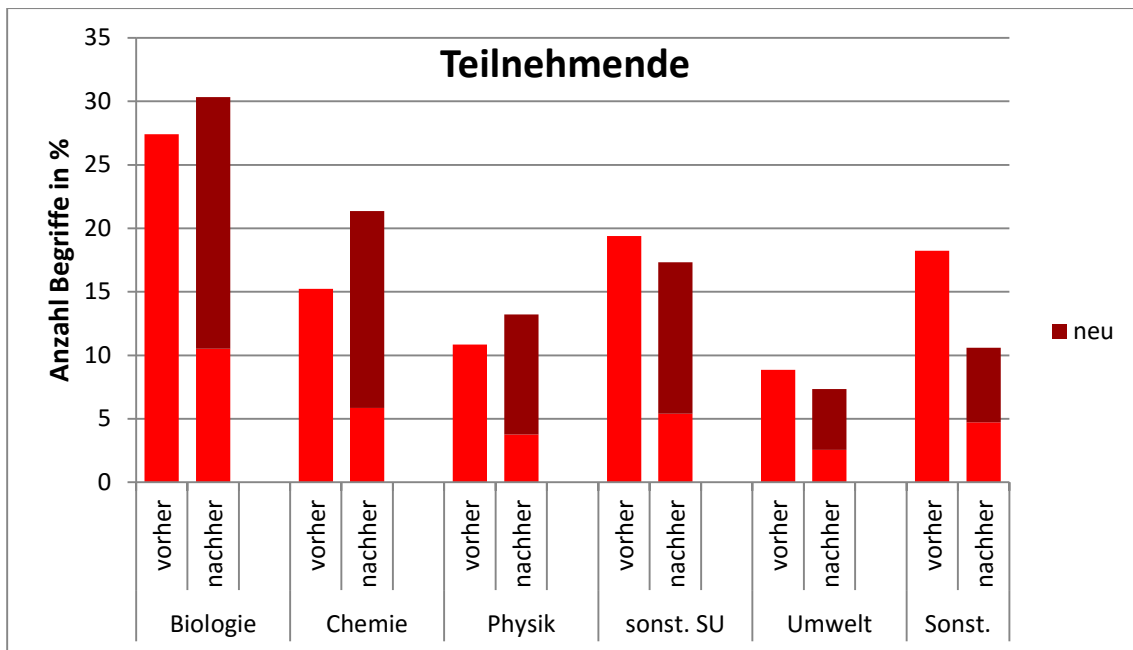


Abbildung 30: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor und nach dem Seminar für die Teilnehmenden in Relation zur jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe

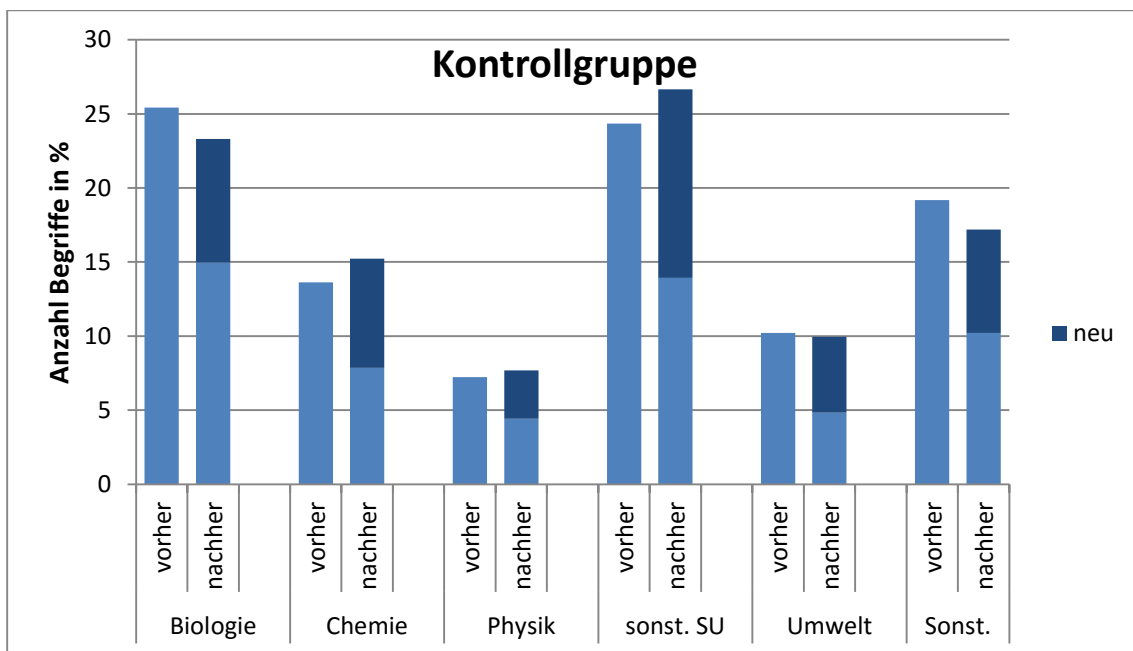


Abbildung 31: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor und nach dem Seminar für die Kontrollgruppe in Relation zur jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe

Für die Kontrollgruppe ist in der Kategorie „Biologie“ ein leichter Rückgang zu verzeichnen, in der Kategorie „Chemie“ eine leichte Zunahme, die mit etwa 1,6 % bezogen auf die Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe jedoch deutlich niedriger ausfällt als bei den Teilnehmenden. Auch bei der Kontrollgruppe erfolgte die stärkste Abnahme in der Kategorie „Sonstiges“, die jedoch geringer ausfällt als bei den Teilnehmenden (siehe Abbildung 32).

Statistisch zeigt der Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben zweiseitig signifikante Unterschiede für die Teilnehmenden in den Kategorien „Biologie“ (p-Wert 0,000), „Chemie“ (p-Wert 0,000), „Physik“ (p-Wert 0,000) und „sonst. SU“ (p-Wert 0,007) im Vergleich vor und nach dem Seminar. Für die Kontrollgruppe liegt lediglich für die Kategorie „Biologie“ ein statistisch einseitig signifikanter Unterschied vor (p-Wert 0,04).

Ähnlich wie beim Own Word Mapping kommen bei den Seminarteilnehmenden viele neue Begriffe beim zweiten Testdurchlauf dazu. Insgesamt verwenden die Teilnehmenden etwa 67 % neue Begriffe, die Kontrollgruppe nur knapp 44 %.

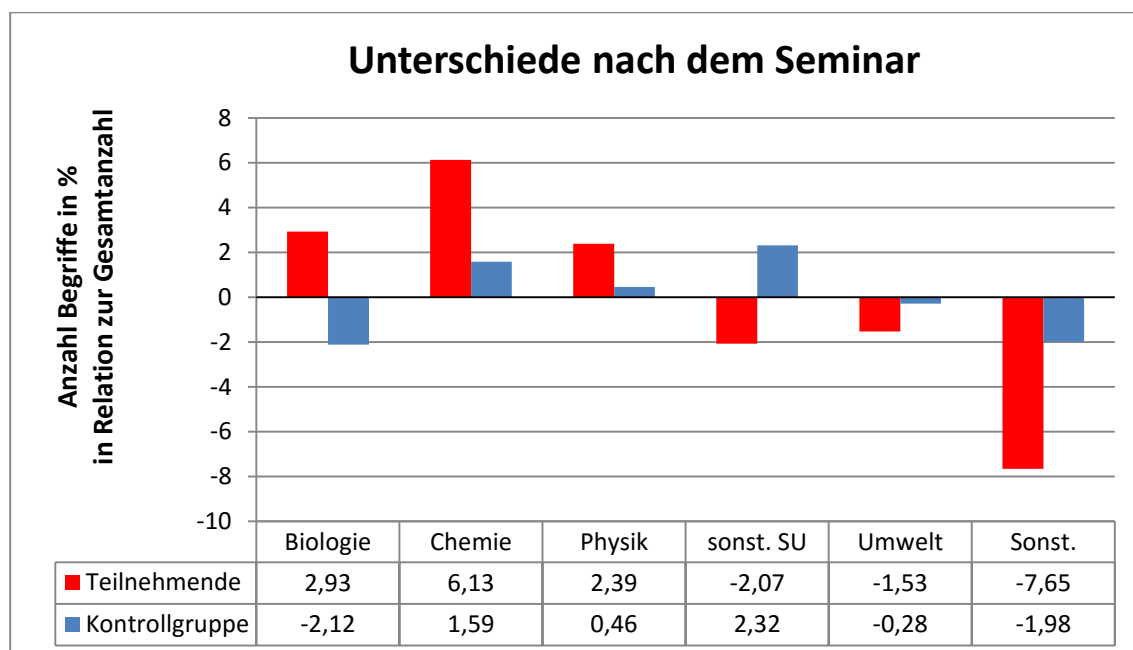


Abbildung 32: Prozentuale Unterschiede in der Anzahl der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest nach dem Seminar verglichen mit der Anzahl der verwendeten Begriffe vor dem Seminar in Relation zur jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe

Diskussion

Die Ergebnisse des bildbezogenen Assoziationstests zeigen deutliche Unterschiede zwischen der Erhebung vor und nach dem Seminar sowie signifikante Unterschiede zwischen Teilnehmenden und Kontrollgruppe. Während die Werte vor dem Seminar so ähnlich sind, dass eine vergleichbare Ausgangslage beider Gruppen vorliegt, nennen die Seminarteilnehmenden nach dem Seminar insgesamt mehr Begriffe als die Studierenden der Kontrollgruppe. Dies könnte u. a. auch in Zusammenhang mit einer stärkeren Vertrautheit mit der Seminarleitung stehen, zumal bei einer mündlichen Befragung die Gefahr von sozial erwünschten Antworten immer gegeben ist (Mummendey und Grau 2008, S. 49). Um eine solche Beeinflussung bei der Diskussion der Ergebnisse ausschließen zu können, wird auch bei diesem Testverfahren eine Berechnung der anteiligen Zuordnung zu den einzelnen Kategorien durchgeführt. Dabei kann festgestellt werden, dass Seminarteilnehmende in naturwissenschaftlichen Kategorien nach dem Seminar prozentual mehr Begriffe nennen als die Studierenden der

Kontrollgruppe. Der stärkste Zuwachs findet in der Kategorie „Chemie“ statt. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Teilnehmenden nach dem Seminar auf den Bildern deutlich mehr chemische Hintergründe wahrnehmen als die Studierenden der Kontrollgruppe. Inwieweit Assoziationen zu Fotografien mit der Wahrnehmung in einer natürlichen Umgebung korrelieren, lässt sich mit dem Test nicht endgültig ermitteln, jedoch können ergänzende Aussagen der Studierenden zur Klärung beitragen.

Ergänzende Befragung

Zur Illustration von Erklärungsansätzen einiger Ergebnisse werden im Folgenden beispielhafte Äußerungen der Studierenden aufgeführt.

Hinsichtlich einer quantitativen Betrachtung geben viele der Studierenden an, vom Gefühl her beim zweiten Durchgang etwa gleich viel geäußert zu haben wie beim ersten Mal:

Ich habe das Gefühl, es kam genauso viel wie vorher. Also von der Menge her gleich, ob das jetzt die gleichen Dinge waren, die ich gesagt habe, weiß ich nicht. (S2)

Ansonsten denke ich, dass ich so ziemlich dasselbe gesagt habe. Auch im selben Umfang. (S19)

Während dies für die meisten Studierenden der Kontrollgruppe tatsächlich zutrifft, unterschätzen viele Seminarteilnehmenden die Menge an verwendeten Begriffen. Auch die Tagesform hat einen Einfluss auf die Anzahl der genannten Assoziationen. So bekundet zum Beispiel eine Studentin, die vor der zweiten Durchführung des Tests bereits in der Frühschicht arbeitete:

Ich habe im Gefühl, dass es irgendwie letztes Mal mehr war. [...] Also eigentlich nur, dass ich total unkonzentriert bin, ich schweif ständig ab. (S3)

Diese Studentin nennt beim zweiten Durchgang dennoch mehr Begriffe als vor dem Seminar, nur verglichen mit den anderen Seminarteilnehmenden etwas weniger. Daraus lässt sich die Vermutung ableiten, dass der Einfluss der Tagesform das Antwortverhalten wahrscheinlich weniger beeinflusst als die Teilnahme am Seminar.

Andere Studierende schätzen den Umfang ihrer Aussagen beim zweiten Durchgang als umfangreicher ein und liegen damit meist richtig:

Ich glaub ich hab dieses Mal mehr gesagt und auch anderes gesagt. Ich bin glaube ich dieses Mal deutlich mehr „abgeschwiffen“, so also in jegliche Richtung. Letztes Mal war ich glaube ich sehr auf die Bilder so beschränkt. Und jetzt bin ich ja dann, zum Beispiel jetzt, von Feuer auch auf Eis und Schnee gekommen. (S4)

Einer der wenigen Seminarteilnehmenden, der nach dem Seminar tatsächlich weniger Begriffe nennt, versucht beim zweiten Durchgang besonders viel „Sinnvolles“ zu sagen und schränkt seine geäußerten Assoziationen daher ein:

Ich hatte das Gefühl, dass ich letztes Mal mehr gesagt habe. Weil ich glaube ich da mehr drauf losgelegt habe und nicht so viel nachgedacht habe, was sinnvoll ist.

Ich hatte auch noch die Bilder im Kopf. [...] Also ich wusste noch, was das für Bilder waren. Und irgendwie habe ich dann gedacht, mehr Sinnvolles zu sagen, und nicht einfach loszureden. (S13)

Dieses Antwortverhalten stellt allerdings die Ausnahme dar; ein Einfluss des FLEX-Seminars auf die Anzahl der verwendeten Begriffe ist dagegen wahrscheinlich:

Wenn ich mehr gesagt habe, dann lag das eher an dem Seminar [im FLEX]. (S9)

In Übereinstimmung mit der ermittelten Menge an Begriffen zu den Kategorien „Biologie“, „Chemie“ und „Physik“ schätzen Studierende biologische Assoziationen einfacher ein als chemische und physikalische:

Da musste ich schon genauer nachdenken [um etwas Chemisches zu nennen]. Weil biologisch, find ich, fällt einem immer irgendwas [ein], Lebewesen, oder Pflanzen am See oder am Meer, aber so chemisch muss man halt, oder muss ich halt, schon mehr nachdenken. Physikalisches ist irgendwie ganz schwer. (S5)

Zu Bio kann man ja eigentlich immer irgendwas sagen. (S9)

Neben einem Einfluss auf die Quantität der Assoziationen kann durch die Äußerungen auch ein Einfluss des Seminars auf die Qualität vermutet werden. Wie beim Own Word Mapping werden auch beim bildbezogenen Assoziationstest Begriffe verwendet, welche direkt aus dem Seminar im FLEX übernommen werden:

Ich kann mit denken, dass Geleeherstellung und Kräuterquark eventuell wegen des FLEX hinzugekommen sind. (S2)

Zum Beispiel das mit dem Herstellen von Sachen, also Tee-Kochen oder Gelee, oder so was, was man auch einfach so frei irgendwie draußen machen kann. Da habe ich halt vorher nicht dran gedacht. (S7)

Und ich denke, dass ich auch viel vom FLEX gequatscht habe, dass man das einfach darauf bezieht, weil man das daher kennt. Das mir dann direkt eingefallen ist, ok, ich sehe den Topf, ok, fällt mir ein, Thema Färben. Da haben wir auch was gekocht, oder generell, wir haben irgendwas gekocht, mit Lebensmitteln gemacht. (S11)

Auch wenn die Bestimmung von Begriffen, welche direkt mit dem Seminar in Verbindung stehen, schwierig ist (wie für das Own Word Mapping beschrieben), rufen die verwendeten Fotografien weit weniger direkte Assoziationen aus dem FLEX hervor als das Bild der Blume beim Own Word Mapping. So werden viele neue, nicht mit dem Seminar in Verbindung stehende Aspekte genannt:

Beim Kreidefelsen ist mir glaube ich diesmal ein bisschen mehr eingefallen als vorher. [...] Was man mit Kreide alles machen kann. Ich glaube, mir ist damals nicht eingefallen, dass man das zum Beispiel färben kann. Das dadurch eigentlich viele Möglichkeiten entstehen können. (S6)

Von den chemischen Dingen her denke ich schon, dass ich da noch andere Sachen [genannt habe], zum Beispiel das Verbrennungsdreieck oder so was, das habe ich vorher gar nicht so präsent gehabt. (S10)

Zusätzlich zu den Einflüssen des Seminars kann eine Vielzahl anderer Faktoren das Antwortverhalten beim bildbezogenen Assoziationstest beeinflussen. Die Studierenden werden, wie beim Own Word Mapping, nach möglichen Ursachen für ein verändertes Antwortverhalten gefragt. Eine Studentin berichtet beispielsweise von einem kürzlich zurückliegenden Zoobesuch, der sie zur Nennung von Begriffen wie „Eisbär“ veranlasst. Unter anderem wird auch ein aktuelles, durch die Medien verbreitetes Ereignis genannt:

Bei dem zweiten Bild, da hatte ich noch das mit dem Kind, das verschüttet war, gesagt [beim ersten Durchgang]. Das war da relativ aktuell. (S1)⁷⁹

⁷⁹ Der Student bezieht sich auf das tragische Unglück, bei dem im Januar 2012 ein Mädchen durch den Einsturz von Kreidefelsen auf Rügen ums Leben kam.

Neben dem Einfluss der Medien können wiederum auch universitäre Veranstaltungen die Assoziationen beeinflussen:

Das kommt vielleicht auch aus der Biologie, aus dem Studium. [...] Also Frau XX, die redet halt ganz oft von Klimawandel und von Nachhaltigkeit und solchen Sachen, vielleicht kommt das daher. (S7)

Was mir so bewusst jetzt mehr aufgefallen ist, dass halt ich mit den Ökosystemen mehr drauf geachtet habe. Wird wahrscheinlich daran liegen, dass ich dieses Semester halt den Ökologiekurs hatte. (S8)

Wobei ich auch sagen muss, dass mir bei dem ersten Mal auch schon relativ viel eingefallen war. Weil, keine Ahnung, ich hatte halt direkt hiervoor immer Physik [an der Universität]. (S9)

Ökologie [Fachpraktikum im Semester], was mir dann eben zu dieser Gewässeranalyse immer wieder eingefallen ist, oder zur Bodenanalyse, das alles eingefallen ist, weil wir das ja laufend machen mussten. (S11)

Beim zweiten Bild, mit den ganzen Verwitterungsprozessen, das hatte ich glaube ich beim ersten Mal nicht genannt. Das habe ich jetzt nur genannt, weil wir das in den Öko-Experimenten auch hatten. (S19)

Durch Übereinstimmung des zeitlichen Rahmens und der Studienfächer bekunden neben Seminarteilnehmenden auch die Studierenden der Kontrollgruppe ähnliche mögliche Ursachen. Die Unterschiede zwischen den Gruppen können somit kaum auf aktuelle Ereignisse oder universitäre Veranstaltungen zurückgeführt werden.

Eine Studentin beschreibt in diesem Zusammenhang, dass sie durch das Seminar im FLEX auch andere, vorher besuchte universitäre Veranstaltungen als sinnvoller wahrnimmt:

Also es fängt jetzt bei mir auch an, dass ich das alles miteinander verknüpfe. Das merk ich auf jeden Fall. Und es sind viele Seminare auch vorher gewesen, wo ich jetzt denke, ach ja, es macht ja Sinn, was ich da gelernt habe. (S18)

Nur bei Seminarteilnehmenden zu erwarten ist ein Einfluss der Erfahrungen mit den Grundschulklassen auf die genannten Assoziationen:

Ich habe auf jeden Fall ein bisschen geöffneter gedacht auch. Vielleicht auch, weil Kinder vielleicht auch so sind. Die sehen irgendwas und dann fällt denen ein, aha, und was macht man jetzt damit. Und dann kommen die irgendwie auf ein ganz anders Thema, zum Beispiel wie Vakuum⁸⁰ oder so, wo man jetzt vielleicht gar nicht drüber nachgedacht hätte. (S4)

Bei einigen Seminarteilnehmenden scheint sich zudem ein fächerübergreifenderes, ganzheitlicheres und damit sachunterrichtskonformes Denken durch das Seminar gefestigt zu haben:

Also Feuer, klar, habe ich gesagt. Aber ich glaube, ich habe den Bezug zu den anderen Fächern gar nicht so hergestellt [beim ersten Testdurchlauf]. Also mir ist damals, glaube ich eher so, habe ich alles biologisch, chemisch gesehen, aber nicht so geschichtlich oder auch nach Fach Erdkunde oder so ausgelegt. Weil mir glaube ich [beim zweiten Testdurchlauf] bewusst geworden ist, [...]wenn man so ein Thema hat, kann man es ja versuchen, in jedem bestimmten Bereich halt irgendwie einzuordnen. Und versuchen, da ein bisschen was den Schülern beizubringen. (S6)

Also, ich fand es super, weil eigentlich ist es ja besser, so die Natur und die Umgebung und so ganzheitlich zu betrachten und nicht nur unter einem Aspekt. So sollte ja nachher der Sachunterricht auch ablaufen, finde ich. (S9)

⁸⁰ Das Thema „Vakuum“ bezieht sich auf das Herstellen von Marmelade im FLEX, bei dem die Kinder die Gläser auf den Kopf stellten und die Frage nach dem Sinn dieses Vorgehens und damit der durch die abkühlende Luft entstehende Unterdruck zur Sprache kam.

Und es spielt ja alles zusammen, man merkt das ja auch, wenn man diese Bilder beschreibt, dass es nicht immer nur ein Fach ist, was man da behandeln kann. Das geht auch einfach gar nicht, weil das alles zusammenspielt und daher, ja, man spezialisiert sich vielleicht auch auf ein Fach im Studium, aber eigentlich spielt es doch alles zusammen. Und man sollte auch Ahnung einfach von jedem Fach haben. (S18)

Bezogen auf die Wahrnehmung naturwissenschaftlicher und insbesondere chemischer Inhalte beschreiben Studierende auch eine Veränderung ihrer Sichtweise auf eine mögliche schulische Umsetzung:

Ja, ich denke schon, dass man dann irgendwie fragender auf manche Sachen guckt. Vor allem, dass ich mir dann überlege halt, wie könnte man das Kindern erklären. Ob das ein interessantes Thema ist, was man behandeln kann. (S3)

Durch das Seminar hat man viele Möglichkeiten bekommen, die man mit einer Klasse umsetzen kann. Uns wurde nochmal deutlich gemacht, dass der Chemieunterricht in der Natur stattfinden kann und nicht nur im Labor, wie es an den meisten Schulen ist. Dort wird Chemie und Natur oft nicht miteinander verbunden. (schriftl.) (S5)

Meinen Kompetenzzuwachs sehe ich darin, in alltäglichen Aspekten und in der Natur chemische Aspekte zu entdecken und diese zu thematisieren. (schriftl.) (S7)

Diese Äußerungen lassen vermuten, dass einige Studierende durch das Seminar angeregt werden, Themen des Sachunterrichts naturnäher und auch vermehrt von einer chemischen Perspektive aus zu betrachten und mit Kindern zu behandeln. Besonders interessant sind Hinweise auf einen möglichen Einfluss des Seminars auf die Wahrnehmung chemischer Aspekte auf den Fotografien:

Ich mach mir mehr Gedanken darüber. [...] Ich glaube, bei dem letzten Mal, wo ich die Bilder angeguckt habe, sind mit halt nur so Lebewesen, Ökosystem See, wie man Feuer machen kann oder so, eingefallen. Aber jetzt schon eher mehr chemische [Aspekte]. (S5)

Die Begriffe könnten deswegen dazugekommen sein, weil man, ja, ich weiß nicht, bei so einer Veranstaltung einfach noch mal mehr die Augen öffnet für andere Sachen. Also ich sage jetzt mal, mein Blick war davor nur für Physik geöffnet, weil ich davor so viele Veranstaltungen in Physik hatte. Und es wurde dann auch noch mal für Chemie geöffnet, weil wir ja auch viele chemische Sachen gemacht haben. Also, und natürlich auch wieder die biologischen. (S9)

Also ich hatte vorher immer sehr den Blick biologisch, Erdkunde auch noch und geschichtlich auch noch, weil das einfach sehr einfach ist mit einzubinden. Und Chemie ist jetzt wirklich noch mit dazu gerutscht. Also, natürlich, die normalen Sachen kannte man schon aus der Oberstufe, so mit Wasser und so, aber jetzt auch das Feuer mal chemisch zu betrachten oder auch das Gestein, das hatte ich vorher nicht so. Also das ist wirklich noch dazu gekommen. (S10)

Ich habe das Gefühl, dass ich Biologie und Chemie nicht mehr so trenne, sondern das eher so als eine Einheit sehe. Also wenn ich jetzt an Biologie denke, dann denke ich auch an Chemie, weil das natürlich auch zusammenspielt. (S18)

Einige Studierende berichten zudem davon, dass sie Inhalte des Seminars auch im Alltag wahrgenommen haben:

Ich glaub schon, wenn man mal draußen rumgeht, wenn man die Kräuter wiedersieht oder so, dass man dann schon mehr über das Fachliche nachdenkt als vorher. (S1)

Es ist schon ein anderer Blick auch im Alltag, so dass man mehr darauf achtet, was um sich herum wächst. Oder man geht jetzt auch spazieren, und dann gucke ich halt auch mal so, wo ist, keine Ahnung, Sauerampfer oder so irgendwas. Dass man schon mehr darauf achtet, finde ich. (S5)

Die ganzen Abläufe, die dahinterstecken, dass man sich da nie Gedanken macht darüber. Backpulver, Hefe, was da eigentlich passiert. Also Hefe sind kleine Lebewesen, was da eigentlich abläuft. Dass man da wirklich einen Blick für bekommt. Es ist jetzt auch so, dass wenn ich irgendwie zu Hause frühstücke und Butter sehe, muss ich immer ans FLEX denken. Oder wenn ich Milch sehe. Man hat da so einen anderen Blick. Man schaut über den Tellerrand. (S11)

Also ich habe im Supermarkt auf die Mehlsorte geachtet, als ich die dann gekauft habe, weil wir das auch behandelt haben, mit diesen Mehltypen. (S17)

Wenn ich jetzt Pflanzen sehe, wenn ich nur mit Freunden irgendwie spazieren gehe, ich fange echt an, denen alles Mögliche darüber zu erzählen. [...] Ich merke das selber einfach, dass ich da einen ganz anderen Blick bekommen habe. Ich bin sonst einfach dran vorbeigegangen. (S18)

Während diese gesteigerte Wahrnehmung behandelter Sachverhalte aus dem FLEX nach dem Seminar verständlich ist und nicht unbedingt auf eine grundsätzliche Änderung der Aufmerksamkeit gegenüber chemischen Inhalten hindeutet, unterstützen weitere Aussagen die Vermutung, dass Studierende Phänomen nach dem Seminar eher hinterfragen und auch generell – nicht nur auf die Bilder bezogen – einen erweiterten „Blick“ für chemische Hintergründe gewinnen konnten:

Der Kurs hat meine Sicht auf Chemie in Bezug zur Natur sehr geändert. Durch die Schule geprägt, verbindet man Chemie mit Versuchen im Labor und giftigen Chemikalien. Durch das FLEX bekommt man eine andere Sicht. Chemie findet man an vielen Stellen in der Natur, z. B. Pflanzenfarbstoffe, Brotherstellung (Hefe). (schriftl.) (S5)

Es hat insgesamt bei mir, glaube ich, das bewirkt, einfach Sachen nicht einfach nur so anzunehmen, sondern so ein bisschen zu hinterfragen und einfach zu überlegen, warum ist das denn überhaupt so. (S7)

Ich sehe jetzt manche Dinge auch eher aus dem chemischen Aspekt und nicht nur aus dem biologischen. [...] Man geht jetzt schon eher mal raus und guckt, ok, wie kann das jetzt zustande kommen, dass zum Beispiel sich die Blätter rot färben, da habe ich mir früher zum Beispiel keine Gedanken darüber gemacht. (S9)

Also ich denke, man hat so ein bisschen auch den Blick so erweitert, also auch für chemische Themen, dass einem das mehr auffällt, dass da ja auch viel Chemie dahintersteckt und dass man das auch von dieser Seite noch betrachten kann. (S10)

Meine Neugierde wurde geweckt, selbstverständliche Vorgänge, wie das Backen oder Herstellen von Milchprodukten chemisch zu hinterfragen. (schriftl.) (S11)

Es ist mir aufgefallen, während des Seminars eben, dass man so Dinge einfach so hinnimmt. Zum Beispiel man tut einfach mal Backpulver rein, und dann geht das so schön auf. Aber warum das so ist, habe ich mir vorher nie so Gedanken drüber gemacht. Also man kennt das einfach, man weiß das schon als Kind, dass man da eben Backpulver in den Kuchen rein tun muss oder Hefe, aber man denkt nicht darüber nach, warum überhaupt und was passiert da überhaupt. (S17)

Insgesamt ergänzen diese Aussagen die Ergebnisse des bildbezogenen Assoziationstests und unterstützen die Hypothese, dass Studierende durch das Seminar im FLEX nicht nur biologischen, sondern auch chemischen Hintergründen in ihrer natürlichen Umgebung vermehrt ihre Aufmerksamkeit schenken.

Vergleich des Own Word Mappings mit dem bildbezogenen Assoziationstest

Sowohl beim Own Word Mapping als auch beim bildbezogenen Assoziationstest sind in erster Linie Assoziationen zu den Konzepten *Chemie* und *Biologie* von Interesse, beim ersten die Verknüpfungen zwischen den Konzepten, beim zweiten das Wahrnehmen von zugehörigen Aspekten. Bei beiden

Methoden werden die verwendeten Begriffe den gleichen Kategorien zugeordnet und die Auswertung erfolgt nach demselben Prinzip, um eine Vergleichbarkeit zu erleichtern.

Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse offenbart viele Übereinstimmungen. Zunächst können bei beiden Methoden die Ausgangswerte der Test- und der Kontrollgruppe als hinreichend ähnlich eingestuft werden, so dass ein Vergleich beider Gruppen sinnvoll erscheint. Wie aufgrund der stärkeren Präsenz und Beliebtheit biologischer Sachverhalte zu erwarten, überwiegen bei beiden Gruppen und beiden Tests jeweils die biologiebezogenen Begriffe. Da somit der Bereich der *Biologie* bereits gut vertreten ist, scheint für eine Verknüpfung der Konzepte *Biologie* und *Chemie* sowie für eine vermehrte Wahrnehmung chemiebezogener Aspekte besonders ein Zuwachs an chemiebezogenen Begriffen wünschenswert. Eine entsprechende Zunahme kann für die Seminarteilnehmenden in beiden Testverfahren festgestellt werden. Von den sechs verwendeten Kategorien erhält die Kategorie „Chemie“, in Relation zur Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe, mit jeweils etwa 6 % den höchsten prozentualen Zuwachs. Für die Kontrollgruppe ist in dieser Kategorie dagegen beim Own Word Mapping ein Rückgang und beim bildbezogenen Assoziationstest nur ein geringer Zuwachs zu verzeichnen. Bei beiden Testverfahren werden von den Seminarteilnehmenden im zweiten Durchgang zudem deutlich mehr neue Begriffe verwendet als von der Kontrollgruppe.

Gestützt durch die Aussagen der ergänzenden mündlichen Befragung ergeben die Ergebnisse des Own Word Mappings zusammen mit denen des bildbezogenen Assoziationstests einen gefestigten Hinweis auf das Erreichen einer engeren Verknüpfung der Konzepte *Chemie* und *Biologie* und einer damit zusammenhängenden verstärkten Aufmerksamkeit für chemische Inhalte. Diese kann sich in Kombination mit positiven praktischen Erfahrungen im günstigsten Fall auch auf die zukünftige Unterrichtsgestaltung der Studierenden auswirken.

6.2.3 Semantisches Differential

Statistische Auswertung

Um zu untersuchen, ob ein Unterschied der unbewussten Einstellungen bezüglich der Konzepte *Chemie* und *Biologie* vor und nach dem Seminar feststellbar ist, wird das Semantische Differential mit den von Werth (1991) entwickelten und von Spitzer und Gröger (2013) getesteten Skalen verwendet. Die Studierenden sollen spontan diejenige Position zwischen zwei gegensätzlichen Adjektiven ankreuzen, die ihre Empfindung bezüglich *Chemie* bzw. *Biologie* am besten beschreibt.

Bei der Durchführung kann beobachtet werden, dass sich die Studierenden an die Anweisung halten und die Aufgabe meist sehr rasch erledigen. Einige erläutern ihr Ankreuzverhalten bei der abschließenden Befragung:

Ich hab das, als ich dieses ausgefüllt habe, da habe ich zwei Sekunden für gebraucht. Ich hab das einfach so nach Gefühl immer ganz schnell gemacht. [...], mit dem war ich am schnellsten durch. Das sind dann denk ich so Empfindungen, die man dann dabei hat. (S10)

Ich weiß gar nicht, weil ich habe das halt einfach so gemacht, und dann denkt man da auch nicht drüber nach. (S16)

Es ist ja auch eher immer so assoziativ, da denkt man nicht so viel drüber nach. (S17)

Ja, das ist also gefühlt. Es ist jetzt nicht so auf Pflanzen bezogen oder irgendwas, dieses ungiftig-giftig, sondern das ist jetzt so irgendwie, ja, vom Gefühl her. (S18)

Diese Aussagen deuten neben einem raschen Ankreuzverhalten darauf hin, dass bei der Durchführung tatsächlich affektive und nicht kognitive Bewertungen der Konzepte im Vordergrund stehen.

Die einzelnen Skalen sind mit einer siebenteiligen Abstufung versehen, so dass bei der Berechnung der Wert vier die theoretische Mitte und damit eine neutrale Einstellung repräsentiert. Werte unter vier zeigen eine tendenziell positive Einstellung an, Werte über vier eine tendenziell negative.

Um eine Aussage über die mögliche Wirkung des Seminars zu ermitteln, werden bei der Auswertung die Mittelwerte über alle zehn Skalen für die Seminarteilnehmenden berechnet. Dabei zeigt sich, dass vor dem Seminar *Biologie* mit einem Mittelwert von etwa 2,5 positiver eingeschätzt wurde als *Chemie* mit einem Mittelwert von 3,2 (siehe Tabelle 9). Auch *Chemie* liegt damit im leicht positiven Bereich.

Nach dem Seminar wurde *Biologie* mit einem Mittelwert von etwa 2,3 mit einem statistisch nicht signifikanten Unterschied kaum positiver eingeschätzt als vorher. Dagegen ist die unbewusste Einstellung gegenüber *Chemie* mit einem Mittelwert von 2,6 zweiseitig signifikant positiver als vor dem Seminar.⁸¹

Tabelle 9: Ergebnisse der gesamten Testgruppe für die unbewussten Einstellungen gegenüber *Chemie* und *Biologie* erhoben mit dem Semantischen Differential vor und nach dem Seminar (n=19)

	Mittelwert	Standardabweichung	Signifikanz
Chemie vorher	3,24	0,79	0,001
nachher	2,63	0,54	
Biologie vorher	2,46	0,59	0,416
nachher	2,28	0,81	

Deutlich werden die Unterschiede der Einstellungen bezüglich der Konzepte *Biologie* und *Chemie* vor und nach dem Seminar in einer graphischen Darstellung (siehe Abbildung 33), welche sich an die Grafik für die Ergebnisse der Untersuchung der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik 2011 anlehnt (siehe 6.1.3).

⁸¹ Zur Ermittlung der Werte werden mit der Statistiksoftware SPSS t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt.

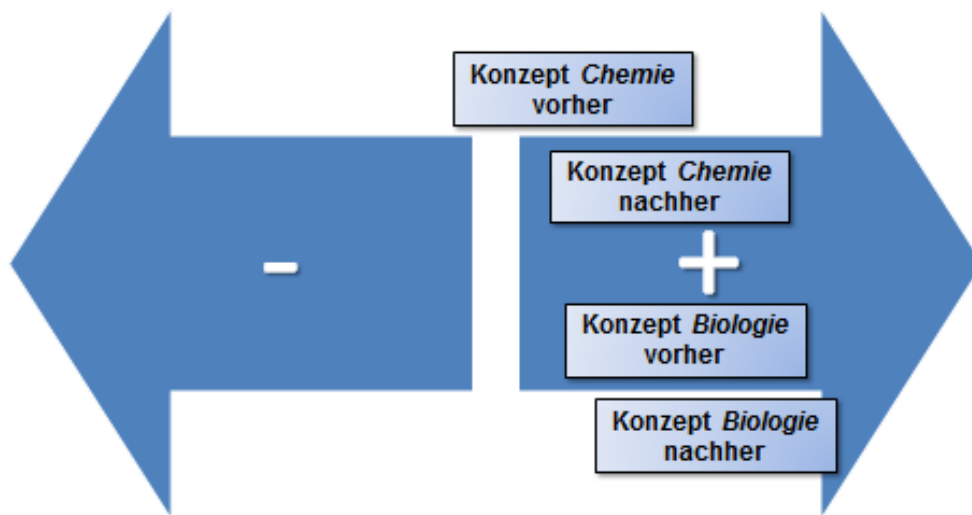


Abbildung 33: Konzepte *Chemie* und *Biologie* im Semantischen Differential vor und nach dem Seminar

Wie Tabelle 10 zu entnehmen ist, sind die Ergebnisse der Kontrollgruppe vor dem Seminar fast identisch mit denen der Testgruppe. Auch von dieser Gruppe wurde *Biologie* mit einem Mittelwert von 2,4 positiver eingeschätzt als *Chemie* mit einem Mittelwert von etwa 3,3. Nach dem Seminar ist jedoch – im Gegensatz zur Testgruppe – nicht nur bezüglich der unbewussten Einstellung gegenüber *Biologie*, sondern auch gegenüber *Chemie* kein statistisch signifikanter Unterschied festzustellen.

Tabelle 10: Ergebnisse der gesamten Kontrollgruppe für die unbewussten Einstellungen gegenüber *Chemie* und *Biologie* erhoben mit dem Semantischen Differential vor und nach dem Seminar (n=19)

	Mittelwert	Standardabweichung	Signifikanz
Chemie vorher	3,26	0,55	0,835
nachher	3,24	0,62	
Biologie vorher	2,43	0,55	0,707
nachher	2,47	0,56	

Ergänzende Befragung

Da die statistische Auswertung durch die geringe Anzahl an Teilnehmenden nur eine begrenzte Aussagekraft besitzt, erfolgt als Ergänzung eine mündliche Befragung zu den Ergebnissen des Semantischen Differentials. Dazu werden die Studierenden gebeten, mögliche Erklärungen für unterschiedliche Antworten vor und nach dem Seminar zu äußern. Als unterschiedlich werden dabei nur diejenigen Antworten angesehen, die mehr als eine Stufe (Kästchen) voneinander abweichen.

Das explizite Fragen nach möglichen Gründen scheint dabei zunächst der Methodik des Semantischen Differentials zu widersprechen, mit welchem *unbewusste* Einstellungen gemessen werden sollen. Inwieweit die von den Studierenden im Nachhinein angegebenen Gründe tatsächlich mit diesen Einstellungen zusammenhängen, ist in der Tat nicht eindeutig festzustellen. Als Ergänzung liefern die Aussagen jedoch interessante Hinweise auf mögliche Gründe für eine veränderte Einstellung gegenüber

den beiden Konzepten, ohne dabei einen gesicherten Zusammenhang zwischen bewussten und unbewussten Aussagen herstellen zu müssen. Während manche Unterschiede, wie bei unbewussten Einstellungen zu erwarten, von den Studierenden auf die jeweilige „Tagesform“ zurückgeführt werden oder nicht begründet werden können, wird bei anderen ein Zusammenhang mit dem Seminar gesehen. Im Folgenden werden, unterteilt in die Adjektivpaare, mit denen die Empfindung bezüglich der Konzepte *Biologie* und *Chemie* eingeschätzt werden sollen, einige Zitate Studierender vorgestellt, die auf einen Zusammenhang mit dem Seminar im FLEX hindeuten.

Biologie

Wie bereits die Ergebnisse der statistischen Auswertung vermuten lassen, finden sich bezüglich des Konzeptes *Biologie* vergleichsweise wenige Abweichungen der Antworten vor und nach dem Seminar.⁸²

Das Seminar im FLEX scheint bei einigen Studierenden dazu beigetragen zu haben, *Biologie* nicht mehr nur positiv zu sehen, sondern auch von einer sachlicheren Perspektive aus. Bezüglich der Adjektivpaare *nützlich-schädlich*, *giftig-ungiftig* und *gut-böse* werden beispielsweise folgende Erklärungen gegeben:

Vorher hatte man halt Biologie nur so mit dem Schönen und alles so toll verbunden. [...] Da [im FLEX] haben wir ja [erfahren], dass das halt irgendwie schon in einer gewissen Weise schädlich sein kann. (S16)

Wenn man generell Chemie hört, dann stellt man sich eher dann so, ja, Chemie ist irgendwas Schlimmes und generell Bio ist irgendwas Schönes, was Natürliches. Aber es gibt ja auch in der Chemie schöne Sachen, genauso, wie es aber in der Biologie auch so mit giftigen Pflanzen und so was gibt. Ich denke mal, das wurde halt einfach vorher einem nicht so ganz bewusst, aber jetzt auch schon durch das Seminar. (S16)

Dieses Nur-Gute, so davon so ein bisschen weggetreten, also dass es halt eben auch giftige Pflanzen gibt und so. Weil das hatte man halt einfach vorher irgendwie, man wusste das schon irgendwie, aber hatte man nie so realisiert oder bedacht, dass es da halt auch im Endeffekt so schlechtere Sachen gibt, also so Eigenschaften halt. (S16)

Diese Äußerungen lassen sich auf die Thematisierung von biologischen Giftstoffen im FLEX, wie beispielsweise die der giftigen Pflanzeninhaltsstoffe oder des Bienengifts, zurückführen. Es konnte somit aufgezeigt werden, dass Gefahren durch Gifte auch in der Natur und nicht nur im Zusammenhang mit Chemie vorkommen.

Auf der anderen Seite haben einige Studierende nach dem Seminar anscheinend auch eine positivere Sicht auf das Konzept *Biologie* gewonnen. So äußert eine Studentin beispielsweise folgende recht differenzierte Sicht bezüglich der Zuordnung zu dem Adjektivpaar *schön-hässlich*:

Wir haben halt viel gemacht, wo die Biologie was Schönes ist. Aber wenn ich da länger nachdenken würde, würde ich auch auf jeden Fall sagen, die Biologie hat natürlich auch viele hässliche Seiten. Also ich mein, was da die Natur geschaffen hat, ist natürlich nicht alles immer schön. Schön ist natürlich auch immer im Auge des Betrachters. (S8)

⁸² Teilweise sind nach dem Seminar tendenziell negativere Einstellungen gegenüber dem Konzept zu verzeichnen, was von den Studierenden auch auf besuchte biologische Veranstaltungen an der Universität zurückgeführt wird. Einige werden als sehr theoretisch und wenig praxisrelevant beschrieben, was seitens der Studierenden zu einer eher ablehnenden Haltung dem Fach gegenüber führt.

Antworten hinsichtlich des Adjektivpaares *gesund-krank* werden beispielsweise mit der Verwendung von pflanzlichen Heilmitteln in Zusammenhang gebracht:

Das kann ich ganz genau sagen, weil wir über Pflanzen gesprochen haben. Und dann direkt daran gedacht, oh, Pflanzen, Heilmittel, gesund. (S11)

Besonders interessant ist die Aussage, dass durch das Erkennen von Zusammenhängen auch die Bedeutung von *Biologie* zugenommen habe:

Wir haben da viel drüber gesprochen und ich habe festgestellt, wie wichtig die ganzen biologischen Zusammenhänge auch dahinter sind. (S8)

Insgesamt deuten die Aussagen der Studierenden darauf hin, dass die Behandlung biologischer Aspekte im Seminar eher positiv erlebt wird und teilweise zu einer differenzierteren Sicht auf *Biologie* beitragen kann.

Chemie

Wie die Auswertung des Semantischen Differentials zeigt, sind die Einstellungen gegenüber dem Konzept *Chemie* nach dem Seminar signifikant positiver. Die ergänzende Befragung liefert einige mögliche Erklärungen für diese Entwicklung.

Folgende Aussage bezieht sich auf das Ankreuzen in Richtung *friedlicher*, steht jedoch für eine generell erkennbare Tendenz, dass Studierende einen erweiterten Blick auf *Chemie* entwickeln konnten:

Weil ich wirklich einen anderen Blick auch auf die Chemie bekommen habe dadurch. Es war wirklich für mich so eine eigene Sprache und ich hab es nie verstanden und jetzt ist es, irgendwie ja, greifbarer geworden für mich. Und deswegen hab ich da auch ein ganz anderes Denken entwickelt. (S18)

In den Aussagen finden sich einige der beschriebenen Gründe für eine Ablehnung des Fachs Chemie wieder, darunter die Verwendung einer unverständlichen Fachsprache, Abstraktheit oder fehlende Lebensnähe (siehe Kapitel 3.2.1). In diesem Zusammenhang scheint besonders die praktische Umsetzung im FLEX einen positiven Einfluss – Richtung *schöner* – auf die unbewussten Einstellungen gegenüber dem Konzept *Chemie* zu haben:

Weil wir uns halt so einfach damit beschäftigt haben, am Anfang hatte man immer so ein bisschen, Chemie ist ein bisschen schwierig und ein bisschen kompliziert. Und so hatte man einfach eine positivere Sicht von Chemie bekommen, finde ich. (S10)

Ja, dadurch halt, dass wir diese Praxiserfahrung hier gemacht haben. Weil ich vorher nichts damit anfangen konnte, wie setzt du das um, was kannst du überhaupt mit Versuchen in der Chemie dann machen. (S11)

Wahrscheinlich weil wir sonst immer so im Labor - ich hab ja nicht so viel gemacht - aber im ersten Semester im Labor dann die ganzen Experimente. Ja, war alles so ein bisschen fernab, und im FLEX das war so ein bisschen praktischer und zum Beispiel einfach Bonbons machen und so. So nicht nur so Formeln und dass man da irgendwas ausrechnen muss. Sondern dass man einfach mal praktisch was macht und dass man das nicht immer so kompliziert machen muss. (S17)

Gerade auch der direkte Anwendungsbezug chemischer Aspekte, wie beispielsweise die Verwendung verschiedener Pflanzeninhaltsstoffe, wird von Studierenden als *wertvoll* oder *nützlich* beurteilt:

Weil wir einfach da jetzt auch drüber gesprochen haben, wofür kann man also zum Beispiel die Pflanzen, wofür kann man die nutzen. Und das hat ja alles in gewisser Weise auch mit Chemie zu tun. (S8)

Das man einfach mehr den Blick dafür gekriegt hat, wofür man Chemie eigentlich braucht. Das ist halt so, man erlebt das im Alltag, und man weiß halt nicht, ja das ist halt einfach so. Und wir haben uns jetzt mal ein bisschen Gedanken darüber gemacht, warum das so ist. Und, ja, dass ohne Chemie eigentlich nichts funktionieren würde. Also auf jeden Fall sehr wertvoll ist. (S8)

Vielleicht aber auch, weil wir zum Beispiel aus den Pflanzen verschiedene Stoffe rausgeholt haben. Dass das ja auch alles schon einen Nutzen hat und auch für uns selbst einen Nutzen hat. Also nicht nur für jetzt, keine Ahnung, Chemiker oder Leute, die in der Pharmazie da was machen, sondern auch für uns persönlich. Dass wir auch selbst da was mit anfangen können, und das auch jeden Tag selbst benutzen. Alles, was von der Chemie jetzt hergestellt wird und so. Wahrscheinlich habe ich da vorher nicht so drüber nachgedacht. (S17)

Einige Studierende schätzen das Konzept *Chemie* nach dem Seminar *gesünder, ungiftiger* und *sauberer* ein, da im FLEX nicht mit gekauften Chemikalien, sondern überwiegend mit ungiftigen Naturstoffen gearbeitet wird:

Chemie wird meistens immer gleichgesetzt mit irgendwelchen Gefahren, giftig, Giftstoffen, den ganzen Zeichen, Symbolen die auf den Flaschen sind. Deswegen wahrscheinlich, deswegen da der krasse Unterschied, weil im FLEX haben wir jetzt ja nicht mit Stoffen gehandelt, also irgendwie gehabt, die explosionswürdig sind. [...] Ja, weil Chemie, das ist halt nicht so wie Labor. (S6)

Wir haben ja auch Vieles gemacht, was jetzt einfach überhaupt nicht schädlich war. Sondern das war ja eher positiv. (S9)

[...], weil vorher hat man halt, auch so im Chemieunterricht, auch so jetzt an der Uni, immer so Sachen gemacht, so mit giftigen Chemikalien und so was. Also nicht nur so was Natürliches, sozusagen. [...] Das war eher alles so ein bisschen mit Schutzbrille und Kittel, eher so, kennt man so aus dem Krankenhaus, so krank und so. (S16)

Es gibt viele giftige Stoffe und es gibt auch viele, die nicht giftig sind. Wahrscheinlich auch, weil wir im FLEX eben nicht mit den giftigen Stoffen, wahrscheinlich davon dann ein bisschen geprägt. Es gibt ja auch so viele ungiftige. (S17)

Deutliche Unterschiede zeigen sich auch hinsichtlich der Adjektivpaare *gut-böse*, bei denen generell eine positive Tendenz erkennbar ist. Tendenziell als „nicht gut“ wird dabei das eigene Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich chemischer Inhalte beurteilt, welches durch das Seminar in einigen Fällen scheinbar gebessert werden konnte:

Ich denke, dass ich das jetzt eher mit positiven Sachen verknüpfe. Weil wirklich, Chemie fiel mir eigentlich immer schwer, wenn ich da an irgendwelche Modelle denke und sonst irgendwas, war ich da nie so gut drin. Deswegen, vielleicht habe ich immer so gedacht, ok, Mittelmaß, habe versucht, immer irgendwo in der Mitte anzukreuzen. Und jetzt, da ich so positive Erfahrungen damit gemacht habe, das ich direkt so, ja gut [bin]. (S11)

Böse wird, analog dem verbreiteten Image gegenüber Chemie, häufig mit Gefahren und Verschmutzungen durch Chemikalien gleichgesetzt, wobei das Seminar zu einem Ankreuzen in Richtung *gut* beitragen kann:

Weil ich das aus dem Unterricht halt nur kenne mit Krach, Bumm, Peng. Aber ich jetzt im FLEX gemerkt habe, Chemie kann auch quasi gut sein. (S6)

Also in diesem FLEX kriegt man noch mal so den Blick dafür, dass Chemie überhaupt nichts Schlechtes bedeuten muss, nur weil man dann im Fernsehen schon mal sieht, dass da wieder irgendwas durch irgendwelche Chemikalien verschmutzt wurde. Dann denkt man, oh, Chemikalien, die sind so böse (lacht). (S9)

Vorher hatte man halt echt nur so dieses Chemie im Labor und mit irgendwelchen Gefahrenstoffen und Gefahrensymbolen, irgendwelche Säuren, Basen, die irgendwas wegätzen können oder sonst irgendwie sowas halt im Kopf. Und war halt auch generell, dass man halt immer im Chemieunterricht Schutzbrillen tragen musste und so. Also, deswegen war das halt eher so, ja, böse. Also das ist halt dann irgendwie nicht gut. [...] Durch das Seminar im FLEX hat man ja gesehen, dass da, im Endeffekt hatten wir keine Schutzbrillen oder sonst irgendwie sowas und konnten auch jede Menge machen. (S16)

Besonders wirkungsvoll scheint das Seminar bezüglich einer Veränderung der unbewussten Einstellung gegenüber Chemie in Richtung *natürlich* zu sein. Im FLEX werden chemische Inhalte in einer naturnahen Umgebung an Naturphänomenen mit Stoffen aus der Natur erarbeitet. Dies scheint bei vielen Studierenden ein Bewusstsein für die Verbindung zwischen *Chemie* und *Biologie* bzw. *Natur* geweckt und das einseitige Bild der Chemie in einer künstlichen Laborumgebung erweitert zu haben:

Ich denke, dass ich durch das Seminar schon gelernt habe, dass Chemie natürlich ist. Zum Beispiel jetzt mit den Farbstoffen, was wir da gemacht haben. Einfach Beispiele aus der Natur genommen und die Chemie daran eben erklärt. Und das war mit halt vorher nicht so bewusst, dass man das so machen kann. Und da sieht man halt schon, dass in der Natur auch viele chemische Prozesse oder wie man das auch immer nennen mag, stattfinden.

Sonst wenn man den Begriff Chemie hört, hört sich das immer so nach Labor und Mischen, irgendwas Zusammenkippen, danach an, irgendwie. (S5)

Ja, also ich glaub das liegt einfach nur daran, dass ich bisher mit Chemie immer nur so im Labor konfrontiert worden bin und wir es ja jetzt dann halt so draußen gemacht haben, so in der Natur und auch mit natürlichen Sachen, und dass ich deswegen dann jetzt dazu tendiere. (S7)

Vor dem Kurs hatte ich halt viel auch dieses in Anführungsstrichen Unnatürliche: man arbeitet im Labor, man hat halt viele Chemikalien so. Und jetzt hatten wir halt viele Sachen, die mit Chemie zu tun hatten, die waren aber alle von draußen, also aus der Natur. Und ich würde jetzt mal behaupten, dass ich deswegen eher gesagt habe, ja, natürlich, weil wir das einfach mehr so als natürlich hier erlebt haben. (S8)

Also man kriegt ja auch schon einen Blick, dass die Chemie ja irgendwie auch zu der Natur zählt. (S9)

Man sagt ja immer chemisch belastet, oder weiß ich nicht was, wenn man immer an so was Unnatürliches, finde ich irgendwie so ein bisschen, denkt. Und jetzt halt natürlich, wie gesagt dadurch, dass man es halt kennengelernt hat, dass Chemie natürlicherweise auch bei der Milch vorkommt und durch die ganzen Säuren, oder jetzt gerade auch bei den Bienen, dass die Glucose spalten zu Säure und zu Wasserstoffperoxid, und so was. [...] Dass es halt natürlich ist, es wurde nichts eingeleitet und es wurde kein Stoff hinzugegeben, sondern sie machen das alles von alleine. (S12)

So ein bisschen freundlicher. Eben nicht mehr nur harte Formeln, sondern auch schönere Sachen. So in der Natur ist es ja alles so viel schöner als wenn man nur die ganze Zeit an diese Formeln denkt, an diese ganzen chemischen Zeichen, die man da alle auswendig können muss. Das hat mich nicht so begeistert, mit den ganzen theoretischen Sachen, die wir da [in der Schule] eben gemacht haben. (S17)

Wenn man an Chemie denkt, dann hab ich immer als erstes an Chemikalien gedacht, mit denen man irgendwas umändert. [...] Aber ich habe ja hier jetzt gelernt, dass auch viele chemische Prozesse natürlich stattfinden, ohne Einwirkung von Menschen mit irgendwelchen Chemikalien. (S19)

Wertvoll vielleicht in dem Sinne, dass sich vieles durch die Chemie begründen lässt, was wir hier in der Natur wahrnehmen. Und davor war mir das nicht so sehr bewusst. (S19)

Wie erwartet, wird das Konzept *Biologie* zu Beginn des Seminars positiver eingeschätzt als das Konzept *Chemie*. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Befunden von Spitzer und Gröger (2014), nach dem beide Konzepte zwar im positiven Bereich liegen, *Chemie* jedoch im Vergleich signifikant schlechter bewertet wird (Spitzer und Gröger 2014, S. 402). Es bestätigt zudem die Ergebnisse der vorgestellten Studien,

nach denen angehende Grundschullehrerinnen und Grundschullehrer sich eher der Biologie als der Chemie zugeneigt fühlen.

Zusammenfassend scheint das Seminar im FLEX die Einstellung gegenüber *Chemie* und chemischen Inhalten positiv zu beeinflussen. Besonders der Zusammenhang zwischen *Chemie* und *Natur* konnte vielen Studierenden bewusst gemacht werden und dazu beitragen, eine erweiterte Sicht auf Chemie zu erzeugen. Durch den direkten Naturbezug scheint das Seminar der verbreiteten Meinung entgegenzuwirken, dass in der Natur keine chemischen Prozesse zu finden seien (ebd.).

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Semantischen Differentials lassen sich gut mit den Aussagen der Befragung verbinden, da sich die unbewussten Einstellungen und die bewusst gemachten Äußerungen gegenüber den Konzepten *Chemie* und *Biologie* ergänzen.

6.2.4 Fragebogen

Ergänzend zum Semantischen Differential, zum Own Word Mapping und zum bildbezogenen Assoziationstest wird vor und nach der Veranstaltung im FLEX ein Fragebogen eingesetzt, um weitere Erkenntnisse zu möglichen Wirkungen des Seminars zu gewinnen. Im Vordergrund stehen dabei das Interesse an Chemie und das Zutrauen der Studierenden bezüglich chemischer Inhalte und deren Vermittlung, um Informationen zur dritten aufgestellten Hypothese (siehe Kapitel 4.3) zu gewinnen. Zusätzlich werden einige weitere Gesichtspunkte wie Vorerfahrungen, Handlungsabsichten und die Zufriedenheit mit dem Seminar erhoben. Die Ergebnisse dieser ergänzenden Fragen werden im Anschluss vorgestellt.

Mit Hilfe geschlossener Fragen, angelehnt an eine ähnliche Untersuchung von Möller bezüglich physikalischer Inhalte (Möller 2004), werden das Interesse der Studierenden am Unterrichten chemischer Themen im Sachunterricht, das individuelle Interesse an chemischen Inhalten und die Selbstwirksamkeitserwartung sowie das Fähigkeitsselbstkonzept in Bezug auf das Unterrichten chemischer Themen erhoben (siehe Kapitel 6.1.4). Zudem werden Informationen über die Einschätzung der Studierenden zu Bedeutsamkeit, Motivierbarkeit und Lernfähigkeit von Grundschulkindern bezüglich chemischer Inhalte im Sachunterricht gewonnen. Zum Vergleich erfolgt eine Befragung jeweils auch hinsichtlich biologischer Inhalte.

Tabelle 11 zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des schülerbezogenen Faktors bezüglich chemischer Inhalte. Anhand der Mittelwerte ist zu erkennen, dass die Studierenden die Bedeutsamkeit für Grundschüler, ihre Motivierbarkeit sowie ihre diesbezügliche Lernfähigkeit von Beginn an recht hoch einschätzen.⁸³ Im Vergleich zu den Werten nach dem Seminar sind keine statistisch signifikanten

⁸³ Da eine vierstufige Likert-Skala mit 2,5 als Mitte eingesetzt wird, deuten Werte darunter auf eine tendenziell geringe Zustimmung bzw. Ausprägung des Items hin, Werte darüber auf eine tendenziell höhere Zustimmung bzw. Ausprägung.

Veränderungen festzustellen.⁸⁴ In Hinblick auf die statistische Auswertung zur Erhebung des schülerbezogenen Faktors kann somit kein Einfluss des Seminars abgeleitet werden.

Tabelle 11: Ergebnisse des schülerbezogenen Faktors für chemische Inhalte

Skala	Mittelwert	Standard- abweichung	N	Signifikanz
Bedeutsamkeit chemischer Inhalte				
vorher	3,79	0,35	19	0,716
nachher	3,82	0,34		
Motivierbarkeit für chemische Inhalte				
vorher	3,50	0,44	19	0,816
nachher	3,47	0,39		
Lernfähigkeit von Grundschulern				
vorher	3,53	0,35	19	0,088
nachher	3,74	0,42		

Anders sieht es für die Berechnung der Werte des lehrerbezogenen Faktors bezüglich chemischer Inhalte aus (siehe Tabelle 12). Die Werte für die Selbstwirksamkeitserwartung, das Fähigkeitsselbstkonzept und das Interesse am Fach Chemie zeigen einen einseitig, die Werte für das Interesse am Unterrichten chemischer Inhalte sogar einen zweiseitig signifikanten Unterschied zwischen den jeweiligen Mittelwerten vor und nach dem Seminar auf. Die Studierenden fühlen sich somit bezüglich des Unterrichts chemischer Inhalte nach dem Seminar signifikant kompetenter als vor dem Seminar, schätzen chemische Inhalte bei der zweiten Befragung generell als einfacher ein, bekunden ein höheres Interesse am Fach Chemie und ein deutlich größeres Interesse am Unterrichten chemischer Themen. Werden die Endwerte betrachtet, liegt das Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich chemischer Inhalte mit einem Mittelwert von 2,9 im positiven Bereich. Dies entspricht im Vergleich zu dem Ergebnis vor dem Seminar mit einem Mittelwert von nur knapp 2,6 einer gewissen Steigerung, bleibt jedoch etwas niedriger im Vergleich zu den Werten der anderen Items. Studierende fühlen sich somit nach dem Seminar bezüglich Chemie und der Erarbeitung chemischer Themen kompetenter, jedoch mit Einschränkungen. Betrachtet man die Anzahl der Studierenden, welche die Option „weiß nicht“ ankreuzen (erkennbar an einer Abweichung der Anzahl N von der Gesamtanzahl 19), so fällt auf, dass zehn Studierende sich bezüglich der Selbstwirksamkeitserwartung und vier bezüglich ihres Interesses am Unterrichten chemischer Inhalte vor dem Seminar nicht einschätzen können. In der ergänzenden Befragung lässt sich dies auf fehlende Erfahrung mit dem Unterrichten chemischer Inhalte zurückführen.

⁸⁴ Zur Ermittlung der Werte werden, wie beim Semantischen Differential, t-Tests mit der Statistiksoftware SPSS für abhängige Stichproben durchgeführt.

Nach dem Seminar werden nur noch wenige Fragen mit „weiß nicht“ beantwortet, da die Studierenden im FLEX entsprechende Erfahrungen sammeln konnten.⁸⁵

Also vorher hatte ich noch keine Erfahrung, und jetzt habe ich gemerkt, dass man das durchaus auch den Kindern verständlich erklären kann. (S1)

Vorher hatte ich das noch nie gemacht. Und jetzt habe ich es ja mal gemacht, habe so geguckt [...] also ich denke, jetzt kann ich das besser einschätzen, auf jeden Fall, und weiß auch, wo die Problematiken liegen können, eher als vorher. (S13)

Tabelle 12: Ergebnisse des lehrerbezogenen Faktors für chemische Inhalte

Skala	Mittelwert	Standard- abweichung	N	Signifikanz
Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. des Unterrichtens chemischer Inhalte				
vorher	2,89	0,60	9	0,028
nachher	3,31	0,41		
Fähigkeitsselbstkonzept bzgl. chemischer Inhalte				
vorher	2,56	0,58	17	0,013
nachher	2,85	0,61		
Interesse am Fach Chemie				
vorher	3,28	0,53	18	0,023
nachher	3,52	0,43		
Interesse am Unterrichten chemischer Inhalte				
vorher	3,23	0,49	15	0,002
nachher	3,80	0,32		

Bei der Berechnung der Werte für die biologiebezogenen Items ergeben sich keinerlei statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten des Fragebogens vor und nach dem Seminar. Somit kann diesbezüglich nicht von einem Einfluss des Seminars ausgegangen werden.

Die Ausgangswerte des schülerbezogenen Faktors sind vergleichbar mit den Mittelwerten bezüglich chemischer Themen (siehe Tabelle 13). Somit schätzen die Seminarteilnehmenden die Bedeutsamkeit, Motivierbarkeit und Lernfähigkeit von Grundschulern hinsichtlich chemischer und biologischer Inhalte von Anfang an als hoch ein⁸⁶ und werden in dieser Einschätzung nicht statistisch nachweisbar beeinflusst.

⁸⁵ Dies ist in der Tabelle nicht erkennbar, da SPSS nur die Werte angibt, bei denen Studierende sowohl vor als auch nach dem Seminar eine andere Option als „weiß nicht“ ankreuzen.

⁸⁶ Dieses Ergebnis stimmt mit dem Ergebnis der Online-Umfrage (siehe Kapitel 3.1.3) überein, in der die Lehrenden die Bedeutsamkeit chemischer Inhalte für Grundschüler ebenfalls als sehr hoch angaben.

Tabelle 13: Ergebnisse des schülerbezogenen Faktors für biologische Inhalte

Skala	Mittelwert	Standard- abweichung	N	Signifikanz
Bedeutsamkeit biologischer Inhalte				
vorher	3,89	0,27	19	0,429
nachher	3,95	0,16		
Motivierbarkeit für biologische Inhalte				
vorher	3,56	0,46	17	0,484
nachher	3,47	0,41		
Lernfähigkeit von Grundschulern				
vorher	3,78	0,39	18	0,749
nachher	3,81	0,30		

Vergleicht man die Mittelwerte des lehrbezogenen Faktors für biologischer Inhalte vor und nach dem Seminar (siehe Tabelle 14) mit denen für chemische Inhalte, sind kleinere Unterschiede erkennbar. Die Mittelwerte des Fähigkeitsselbstkonzepts bezüglich chemiebezogener Inhalte sind etwas niedriger als diejenigen für biologische Inhalte, die übrigen Werte unterscheiden sich dagegen kaum.

Tabelle 14: Ergebnisse des lehrerbezogenen Faktors für biologische Inhalte

Skala	Mittelwert	Standard- abweichung	N	Signifikanz
Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. des Unterrichts biologischer Inhalte				
vorher	3,27	0,47	16	0,430
nachher	3,38	0,45		
Fähigkeitsselbstkonzept bzgl. biologischer Inhalte				
vorher	3,00	0,57	18	0,111
nachher	3,17	0,45		
Interesse am Fach Biologie				
vorher	3,46	0,52	19	0,095
nachher	3,61	0,43		
Interesse am Unterrichten biologischer Inhalte				
vorher	3,53	0,44	18	0,095
nachher	3,78	0,39		

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass die Werte für den schülerbezogenen Faktor für beide Fächer bereits vor dem Seminar sehr hoch sind und daher durch das Seminar nicht statistisch nachweisbar verändert werden.

Die Mittelwerte des lehrerbezogenen Faktors können dagegen für chemiebezogene Inhalte statistisch signifikant in Richtung einer höheren Zustimmung bzw. Ausprägung verändert werden. Damit erreichen die Endwerte für die meisten Items in etwa den gleichen hohen Wert wie die Items bezüglich biologischer Inhalte, wobei jedoch die Einschätzung des Fähigkeitsselbstkonzeptes für chemische Inhalte niedriger ausfällt als für biologische. Chemie wird somit nach dem Seminar zwar als einfacher wahrgenommen als vorher, jedoch immer noch als etwas schwieriger als Biologie.

Ergänzende Befragung

Zur Klärung und Erweiterung der Aussagen der geschlossenen Fragen nach Möller werden die Studierenden nach möglichen Gründen für ihre Antworten befragt, insbesondere zu Unterschieden zwischen dem Fragebogen vor und nach dem Seminar sowie zu besonders auffälligen oder unklaren Antworten.

Schülerbezogener Faktor

Auch wenn statistisch keine Veränderungen des schülerbezogenen Faktors festgestellt werden können, liefern Aussagen der Studierenden interessante Einblicke in mögliche individuelle Entwicklungen in diesem Bereich.

Bezüglich der Motivierbarkeit von Grundschulern für chemische Themen können zwei unterschiedliche Tendenzen festgestellt werden. Während die meisten Studierenden bekunden, durch das Seminar erfahren zu haben, dass sich Kinder besonders gut für chemische Inhalte begeistern lassen, stellen einige fest, dass sie sich das Motivieren vorher leichter vorgestellt hatten. Folgende Aussagen liefern eine Begründung für eine Veränderung der Einschätzung in Richtung höhere Motivierbarkeit:

Ich habe jetzt auch gesehen, dass man auch Chemie mit denen machen kann, also dass es auch chemische Themen gibt, die Schüler interessieren. Das man halt nicht nur Bohrsches Atommodell machen kann, sondern dass man da auch Chemie machen kann ohne diesen hochkomplexen theoretischen Hintergrund, der dahinter steckt. Und dass die Schüler dann auch daran Spaß haben. (S2)

Weil ich da noch nicht so die chemischen Themen kannte und dadurch, dass ich die halt kennengelernt habe, habe ich ja auch gemerkt, dass man die [Kinder] wirklich dafür begeistern kann, für chemische Themen. (S9)

Wenn man das selber so erlebt, dass die [Kinder] tatsächlich da auch nachfragen und sich dafür interessieren, davor konnte ich das gar nicht einschätzen. (S11)

Das hat auch wieder was damit zu tun, dass ich gedacht habe, Chemie [ist] mehr so dieses ganze Formelmäßige, wo ich mir halt gedacht habe, wie soll man dazu begeistern. Es wird zwar schon an den Phänomenen begeistert, aber an der Erklärung dann vielleicht eher nicht. Und jetzt halt, dadurch, dass man es selber kennenlernt und halt durchgeführt hat, würde ich sagen, auf jeden Fall [sind Kinder motivierbar für chemische Themen]. (S12)

Wir haben ja auch die Chemie mit reingebracht. Und die [Kinder] waren ja begeistert. Das ist ja gar nicht, dass die abgeschreckt waren oder irgendwas. (S18)

Weil ich im Seminar gemerkt habe, wie sich die Kinder begeistern bei chemischen Themen und Experimenten. Wo wir das zum Beispiel beim Färben hatten, mit den Säuren und den Basen, wie sich das verfärbt hat. Da waren sie auch ganz erstaunt. (S19)

Eine geringe Anzahl an Studierenden erhält durch das Seminar offenbar einen differenzierteren Blick auf die Motivierbarkeit von Grundschulern:

Ich glaube, dass das auch wieder mit den Schülern zusammenhängt. Also ich glaube, vorher habe ich einfach gesagt, ja, klappt auf jeden Fall. Und jetzt haben wir ja auch Schüler erlebt und es ist, je nachdem, wie auch die Interessen bei den Schülern halt sind, kriegt man sie halt schnell begeistert oder halt nicht so. Also man kriegt sie eigentlich alle irgendwie begeistert, dadurch, wenn man was Tolles zeigt oder so, aber ich würde nicht pauschal sagen, dass man die total super leicht alle begeistern kann. (S8)

Ich habe halt irgendwie gesehen, dass es bei manchen Schülern schwer ist, die halt schon dafür zu begeistern. Klar, wenn irgendwas „puff, paff, peng“ macht, dann geht das. Aber zum Beispiel bei den Themen, die wir hatten, also jetzt Lehm, das war schon spannend, aber da ist halt nichts explodiert oder hat irgendwie die Farbe verändert. Also ich habe mir das leichter vorgestellt vorher. (S16)

Zusätzlich werden auch Aussagen zur Einschätzung der Lernfähigkeit von Grundschulern bezüglich chemischer Themen gemacht. Dabei gibt die überwiegende Mehrheit der Studierenden – bei denen ein Unterschied der Beurteilung zwischen der ersten und der zweiten Befragung festgestellt werden kann – an, dass sie die Lernfähigkeit durch das Seminar höher einschätzen als vorher:

Wir waren ja teilweise auch überrascht, wie viel eigentlich schon auch Vorwissen da ist. (S3)

Ich habe zum Teil gedacht, dass chemische Sachen auch sehr komplex sein können, aber ich habe jetzt durch den Kurs gemerkt, man kann es auch wirklich so herunterbrechen, dass selbst Grundschulkindern chemische Sachen auch verstehen können. (S6)

Ich konnte mir halt vorher nicht so gut vorstellen, dass Kinder chemische Themen verstehen können in der Grundschule. Aber wenn man es ja wirklich so ein bisschen runterbricht vom Niveau her oder von den Anforderungen her, dann geht das auf jeden Fall, dass die das auch verstehen. (S9)

Weil ich damals unsicherer war, so in der Thematik, und jetzt sehe ich das ja [dass Grundschüler in der Lage sind, chemische Themen zu verstehen].

Weil ich es ja zum ersten Mal ausprobiert habe, davor hatte ich ja nie die Möglichkeit. (S11)

Wenige Studierende schätzen die Lernfähigkeit nach dem Seminar etwas geringer ein:

Man hat halt gesehen, man muss das schon ziemlich kindgerecht erklären, damit die das verstehen. Und man hat auch gesehen, dass nicht immer alle Kinder das Experiment, also die richtige Deutung, immer verstanden haben. (S16)

Insgesamt deuten die Aussagen zum schülerbezogenen Faktor darauf hin, dass die Einschätzung einiger Studierender bezüglich der Bedeutsamkeit, Motivierbarkeit und Lernfähigkeit von Grundschulkindern durch das Seminar beeinflusst wird, auch wenn statistisch keine signifikanten Veränderungen feststellbar sind.

Lehrerbezogener Faktor

Für Veränderungen bezüglich des lehrerbezogenen Faktors werden insgesamt mehr Erklärungen gefunden als für den schülerbezogenen, da für diesen – wie bereits in der statistischen Auswertung erkennbar – größere Unterschiede zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten vorhanden sind.

Selbstwirksamkeitserwartung

Ergänzend zu Nachfragen bezüglich der geschlossenen Fragen zur Selbstwirksamkeitserwartung sollen die Studierenden in einer weiteren Aufgabe des Fragebogens nach dem Seminar angeben, ob sie sich nach dem Seminar kompetenter fühlen, chemische/naturwissenschaftliche Themen draußen zu unterrichten. Zudem wird gefragt, in welchen Bereichen dieser Kompetenzzuwachs gesehen wird und wie stark er schätzungsweise ausfällt. Damit soll ein Einblick in die Kompetenzüberzeugung oder Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden gewonnen werden (siehe Kapitel 4.1.5). Dabei geben die meisten Studierenden eine positive Beeinflussung ihrer Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich des Unterrichts chemischer Themen durch die Erfahrungen im FLEX an:

Ich glaube aber, dass ich mich sicherer fühle beim Umgang mit Schülern bei chemischen Themen, im allgemeinen und nicht nur in der freien Natur.

Wenn man den theoretischen Teil praktisch erprobt, erhält man Vertrauen in die eigenen Kenntnisse und zu den eigens entwickelten Ideen. Dies gilt natürlich besonders, wenn sich etwas bewahrheitet, das man vorher in seiner Ausarbeitung prognostiziert hat. (schriftl.) (S2)

Ich denke, dass mir das Seminar in dieser Hinsicht viel gebracht hat, da ich nun das Gefühl habe, eher in der Lage zu sein, chemische Themen interessant, schülernah und auf Grundschulniveau zu vermitteln. (schriftl.) (S7)

Es fällt mir jetzt einfacher, komplexe Sachverhalte auf die Verständnisebene der SuS herunter zu brechen. (schriftl.) (S8)

Man hat ja sowohl positive als auch negative Erfahrungen gemacht, und hat daran einfach gemerkt, dass das doch gut geht, mit Kindern solche Themen zu besprechen. (S9)

Auch die eigenständig durchgeführte Unterrichtsstunde gibt mir Selbstbewusstsein für mein weiteres Unterrichten im Freien. (schriftl.) (S10)

Allerdings schätzen sich einige Studierende sehr selbstkritisch in Bezug auf das eigene didaktische und fachliche Wissen ein oder bemerken im Seminar, dass sie ihr ursprünglich recht hohes Zutrauen bezüglich ihrer Fähigkeiten, chemische Sachverhalte zu vermitteln, etwas zu positiv einschätzen.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Aussage des Studierenden, der in der Schule als einziger einen Chemieleistungskurs besuchte und fachlich sicherlich zu einem der stärksten Teilnehmenden gehört, sich jedoch nicht sicher ist, über ausreichendes Wissen zur Behandlung chemischer Themen im Sachunterricht zu verfügen:

Weil, ich bin jetzt diesmal nicht an eine Grenze gekommen, wo ein Kind mir eine Frage gestellt hat und ich nicht wusste, was ich sagen sollte, aber ich denke, das kann immer kommen. Solange das nicht ist, würde ich sagen, stimmt voll und ganz [genug Wissen zu haben, chemische Inhalte Kindern vermitteln zu können], aber wenn dann ein Kind mal eine Frage stellt, würde ich sagen, stimmt überhaupt nicht, dann hat man ja nicht genug Wissen. (S13)

Auch andere Studierende beurteilen ihre eigenen Vermittlungskompetenzen nach ihren Erfahrungen im Seminar eher selbstkritisch:

Also ich denke, ich bin da eh immer ein bisschen vorsichtiger, wenn ich mich selber einschätzen muss. Also ich sehe mich halt immer sehr kritisch und weiß nicht, in wie fern ich das gut überbringen kann. Auch da [bei der Einschätzung des Wissens zur Vermittlung] bin ich halt sehr kritisch mit mir selber und denke, das ist auf jeden Fall noch ausbaufähig. (S3)

Es ist eigentlich fast schwerer, das auf einem niedrigen Niveau, sage ich jetzt mal, zu erklären als auf einem hohen. [...] Deswegen weiß ich auch schon, dass ich mich mehr auf den Unterricht vorbereiten muss, als ich eigentlich dachte. (S9)

Ich traue mich eher ran. Aber wie gesagt, da ist immer noch diese Hürde, das runter zu brechen, und da weiß ich, dass ich noch einiges tun muss, und deswegen habe ich "stimmt eher" angekreuzt und nicht "stimmt voll und ganz". [...] Weil ich einfach denke, dass ich noch nicht genug Wissen habe, aber ich weiß, wo es steht, und ich kann es mir aneignen. [...] Ich habe jetzt auf jeden Fall auch so, wie so ein Rezept halt, wie ich da rangehen kann. (S18)

Fähigkeitsselbstkonzept

Erklärungen bezüglich Veränderungen zum Fähigkeitsselbstkonzept umfassen u. a. die Erfahrungen der Studierenden, sich im Seminar – überwiegend sehr erfolgreich – selbstständig Fachwissen erarbeitet zu haben und sich eine entsprechende Aneignung nach dem Seminar eher zuzutrauen:

Ich fühle mich durch das Seminar im FLEX auf jeden Fall sicherer in chemischen Themen. Dadurch, dass wir die Themen immer vor der Durchführung der Experimente besprochen haben, konnte ich die chemischen Grundlagen selbst besser verstehen und den Kindern entsprechend vermitteln. (schriftl.) (S5)

Ich würde sagen, dass ich jetzt nicht alles, was wir jetzt zum Beispiel an theoretischen Hintergründen geschickt gekriegt haben, das kann ich nicht alles wiedergeben. Deswegen würde ich sagen, dass sich jetzt grundsätzlich das Wissen nicht so verändert hat. Aber die Einstellung dazu, wie man sich das Wissen auch erarbeiten kann und wie man dann damit umgehen kann. (S7)

Es hat sich auf jeden Fall in einigen Bereichen was verändert, da würde ich sagen, ist es kein Problem mehr mit dem Hintergrundwissen. Aber es hat sich auf jeden Fall in dem Bereich was verändert, dass ich sage, es ist kein Problem für mich, das aufzuarbeiten und mir das Hintergrundwissen anzueignen. Das sehe ich auch eher so das Positive, dass ich weiß, dass ich mich damit beschäftigen kann. Und dass ich das dann auch verstehe und dass ich das dann auch vermitteln kann. (S10)

Also hatte ich mich eigentlich beim letzten Mal so eher unterschätzt. Und jetzt aber beim FLEX-Seminar habe ich schon gesehen, dass ich zumindest halt die ganzen chemischen Sachen, die verstehe ich auch, wenn ihr irgendwas erklärt habt, oder wenn wir irgendwas nachgeguckt haben. (S16)

Andere Aussagen weisen darauf hin, dass erst durch die Erfahrungen im Seminar erkannt wird, wie komplex chemische Inhalte sein können:

Also auf der einen Seite verstehe ich jetzt manche Dinge eher, aber auf der anderen Seite merke ich, dass man über sehr vieles mehr nachdenken kann, als ich vorher gedacht habe.

Man merkt ja dann, dass man es doch mal ein bisschen genauer erklären muss, und dann muss man ja auch noch mehr dahinter steigen, als wenn man es jetzt einfach nur so für sich verstehen muss. Und deswegen würde ich das jetzt wieder als ein bisschen schwieriger einschätzen, weil man sich da noch mehr mit befassen muss. (S9)

Als Lehrer ist es sehr wichtig das Fachwissen zu beherrschen. An meiner ersten Gruppe habe ich erfahren, dass ich noch einige Mängel habe. (schriftl.) (S15)

Somit werden bezüglich der Selbstwirksamkeitserwartung und des Fähigkeitsselbstkonzeptes überwiegend positive Veränderungen durch das Seminar im FLEX bekundet. Auch eine selbstkritischere Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und möglicher Schwierigkeiten kann als eine günstige Entwicklung interpretiert werden, da ein Unterschätzen der Anforderungen und ein Überschätzen der eigenen Kompetenzen einen zukünftigen erfolgreichen naturwissenschaftlichen Unterrichten behindern könnte.

Interesse

Die meisten Studierenden, bei denen sich eine Veränderung hinsichtlich ihres Interesses am Fach Chemie feststellen lässt, bekunden einen positiven Einfluss der praktischen Erfahrungen im FLEX:

Ich habe das selber positiv hier erlebt, weil eigentlich, als ich jetzt hierhin gekommen bin, hatte ich da schon ein bisschen Angst vor. Auch als wir das erste Mal darüber gesprochen haben, weil Chemie war eigentlich nie so mein Bereich, wo ich wirklich irgendwie punkten konnte oder gut war. Und jetzt habe ich auch selber hierdurch - jetzt nur nicht, um das irgendwie so zu sagen - aber ich habe tatsächlich auch mehr Interesse so in dem Gebiet. (S11)

Bisher war es immer so ein bisschen dieses Theoretische nur. Und wo man sich jetzt praktisch damit beschäftigt, wie man so etwas halt ausarbeitet, so eine Lehrstunde sozusagen, und nicht einfach nur Lehm, und dann im Seminar vorstellen, ich würde das so und so machen. Jetzt durch das Selbermachen hat man schon gemerkt, ist halt wesentlich interessanter, macht viel mehr Spaß und auch wenn es mal nicht klappt, aber man lernt halt mal weiter. (S13)

Im FLEX habe ich gemerkt, dass da schon gute Sachen bei waren, die man mit Kindern dann machen kann, und die auch nicht unbedingt nur chemisch sind, oder nicht nur biologisch, dass das alles zusammenspielt. Und deshalb dann auch die chemischen Themen spannend sind. (S14)

Vorher hatte ich die Einstellung „finde ich schwierig, verstehe ich nicht, mache ich nicht“. Aber jetzt denke ich, dass es ausreichend ist, wenn man das Wichtigste weiß und erklären kann und das dann mit den Kindern auch im Unterricht noch mal thematisiert. (S19)

Die Erläuterungen der Studierende legen nahe, dass sich auch das Interesse am Unterrichten chemischer Inhalte durchweg gesteigert hat. Dies wird durch die Freude bei der Vermittlung im FLEX und auch durch den „Spaß“ der Kinder bei der Durchführung beeinflusst:

Es ist auf jeden Fall interessanter geworden, auch Chemie zu vermitteln. Weil man ja vorher noch nicht so das Bild davon hatte, was man überhaupt machen kann und wie man das macht. (S1)

Ich fand es halt super spannend, mit den Kindern das zu machen. Weil ich hatte eigentlich vermutet, dass die sagen, eh, Chemie, kein Bock und geh mir bloß weg damit. Aber es war ja dann, zumindest bei uns in der Gruppe, komplett gegenteilig. Also die waren ja alle hoch begeistert. (S2)

Es kommt halt einfach darauf an, dass ich vorher einen anderen Blick darauf hatte, wie das halt vermittelt werden soll, kann, muss, wie auch immer. Und so, wie wir es jetzt gemacht haben, hat es halt einfach total Spaß gemacht. (S7)

Ich habe jetzt halt noch mal auch durch das Seminar gesehen, dass mir das schon ziemlich Spaß macht, auch eher, als mit den ganzen anderen Themen, Mathe und so was. Weil das halt auch ziemlich praktisch ist. Und wir haben halt eigentlich im Seminar, das war ja hauptsächlich praktisch, das hat halt viel mehr Spaß gemacht. (S16)

Weil ich ja die Erfahrung gesammelt habe, mit den Kindern chemische Themen durchzuführen und deren Begeisterung gesehen habe. Und auch selber gemerkt habe, dass man das im Sachunterricht einbauen kann, ganz leicht. (S19)

Auch hierbei kann eine Erweiterung des Bewusstseins für chemische Inhalte dazu beitragen, das Interesse an deren Vermittlung zu steigern:

Es liegt daran [gerne chemische Themen zu unterrichten], dass ich jetzt einfach weiß, wo noch mehr Chemie drin ist. Es waren alles irgendwie Themen, die ich so oder so gerne gemacht hätte, mir war aber einfach nicht bewusst, dass da so viel Chemie auch dahinter steckt. Es ist halt wieder dieses, man erlebt was, aber man denkt nicht drüber nach. (S8)

Analog zu den Ergebnissen der statistischen Auswertung weisen die Aussagen der Studierenden somit auf eine Steigerung des Interesses an chemischen Inhalten und deren Vermittlung durch das Seminar hin.

Insgesamt können die Ergebnisse des Fragebogens durch die ergänzende mündliche Befragung im Rahmen einer „Übereinstimmungsvalidität“ (Tiemann 1999, S. 39) bestätigt und gesichert werden. Somit besitzen trotz der geringen Teilnehmerzahl auch die berechneten Werte eine gewisse Aussagekraft und können bei der Beurteilung der Wirkung des Seminars mit beachtet werden.

Zusätzliche Gesichtspunkte

Neben den Nachfragen zu den Items nach Möller können mit dem Fragebogen weitere Erkenntnisse über das Seminar und seine Wirkung gewonnen werden. Die entsprechenden Ergebnisse werden im Folgenden zusammen mit zugehörigen Aussagen der ergänzenden mündlichen Befragung vorgestellt.

Vorerfahrungen/Vorstellungen

Im Fragebogen vor dem Seminar wird nach Sachunterrichtsthemen gefragt, welche die Studierenden draußen unterrichten würden.⁸⁷ Die Antworten beinhalten, wie erwartet, größtenteils biologische Themen, von Ökosystemen wie Gewässern oder Wäldern bis hin zu bestimmten Tieren und Pflanzen. Einige Studierende nennen fächerübergreifende Inhalte wie Landwirtschaft, Lebensmittel, Umweltschutz oder Wetter und drei Studierende physikalische Inhalte wie Hebelgesetze, Geschwindigkeit und Kräfte. Bezüglich der Frage nach chemischen Themen, welche sie im Rahmen des Sachunterrichts draußen unterrichten würden, können sechs Studierende keine Ideen formulieren und vielen fallen nur einzelne Inhalte ein. Dabei werden u. a. Wasser und Wasserkreislauf sowie die Untersuchung der Gewässergüteklasse genannt, daneben auch natürliche Farbstoffe, Lebensmittel, Feuer, Luft und Bodenzusammensetzung. Da von den meisten Studierenden keine oder maximal ein bis zwei Ideen genannt werden, kann davon ausgegangen werden, mit dem Seminar in dieser Hinsicht neue Anregungen liefern zu können.

⁸⁷ Dabei sollten sie sich vorstellen, bereits im Schuldienst tätig zu sein.

Evaluation/Zufriedenheit

Der Fragebogen nach dem Seminar enthält eine kurze Bewertung der Veranstaltung, wobei als untergeordnete Aspekte nach „besonders gut“ und „weniger gut“ gefallenen sowie persönlich besonders wichtigen Elementen gefragt wird. Die Studierenden äußern sich durchweg sehr zufrieden mit dem Seminar und bringen nur wenige Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge vor. Eine Studentin hätte sich eine ausführlichere Rückmeldung zu ihrem eigenen Verhalten im Umgang mit den Kindern gewünscht. Sie gehört zu der kleinen Gruppe des Jahres 2013, von der bei Besuchen von Schulklassen häufiger alle Studierenden als Durchführende eingespannt waren. Dadurch konnte eine detailliertere Beobachtung und Rückmeldung durch Kommilitonen seltener ermöglicht werden und auch eine Videoaufzeichnung der Unterrichtssequenzen war nicht umsetzbar.

Von drei Studierenden wird angemerkt, dass sie insgesamt gerne mehr Zeit gehabt hätten, mehr Ideen auszuprobieren, weitere Themen zu behandeln, die Planung der Kinderbesuche intensiver vorzubereiten und mehr Termine mit Kindern durchzuführen:

Nicht so gut gefallen hat mir die fehlende Zeit. Ich hätte es besser gefunden, wenn wir mehr Zeit für das eigene Experimentieren, Forschen und für die Vorbereitung der Unterrichtsstunde gehabt hätten. (schriftl.) (S3)

Mehr Zeit wäre sicherlich wünschenswert, ist jedoch durch die Studienstruktur und die damit zusammenhängende Beschränkung der Veranstaltung auf ein Semester kaum durchführbar.

Die beschriebenen positiven Aspekte des Seminars sind sehr vielfältig, weshalb hier nur zusammenfassend einige Punkte herausgestellt werden. Als besonders gewinnbringend wird zunächst das eigene Erarbeiten der Themen empfunden:

Ich kann mich an kaum eine Frage erinnern, auf die nicht die Antwort kam: „Probiere es aus“. (schriftl.) (S1)

Den Ablauf finde ich an sich sehr gut. Vor allem, dass wir die Themen zuerst selbst ausprobierten, bevor wir sie mit Kindern durchgeführt haben. (schriftl.) (S5)

Es war besonders hilfreich, alle Themen zuvor selbst zu bearbeiten. (schriftl.) (S8)

Um den Studierenden eine größtmögliche Mitbestimmung bei der Seminargestaltung zu ermöglichen und sie, dem Grundgedanken einer konstruktivistischen Lernumgebung folgend, zu selbstständigem Arbeiten anzuregen, wird für das Seminar kein Skript benutzt⁸⁸:

Gerade das fand ich gut [dass es kein Skript gab], also dass man halt auch mal selber angeregt wurde zu überlegen. Weil man kriegt ja immer ziemlich viel vorgelegt und macht es sich dann natürlich auch gerne bequem. Und so kann man dann, ich denke, es bleibt auch eher hängen, man ist dann auch irgendwie motivierter, wenn man selber dafür verantwortlich ist, sich Themen rauszusuchen. (S3)

Ich glaube, dann wäre nicht dieser Effekt dagewesen [wenn es ein Skript gegeben hätte], ja, ok, gut, was weiß ich denn überhaupt darüber und was weiß ich nicht darüber. Ich denke mal, ich hätte es dann gelernt aus dem Skript, aber dann hätte ich es selber sowieso einen Tag oder eine Woche später [...] eh wieder vergessen, was dann im Skript oder so steht. So wusste ich, ok, gut, was weiß ich überhaupt selber drüber und was muss ich halt noch lernen. (S16)

⁸⁸ Allerdings bekommen die Studierenden jeweils nach der eigenen Bearbeitung eines Themas eine entsprechende Zusammenfassung der wichtigsten theoretischen Hintergründe als Hilfe für eine vertiefende Auseinandersetzung zugeschickt (siehe Kapitel 5.1).

Zur positiven Beurteilung der ersten Seminarphase trägt offenbar neben der selbstständigen Erarbeitung auch die als angenehm empfundene Atmosphäre bei, die durch Hilfsbereitschaft, Unterstützung und Angstfreiheit beschrieben wird. Auch die Möglichkeit, jederzeit Fragen stellen zu können, die Teamarbeit sowie besonders auch die Teilnahme an der Seminargestaltung werden als weitere wichtige Aspekte aufgeführt:

Die Atmosphäre im Seminar fand ich vorbildlich. Ich habe mich äußerst wohl gefühlt. Die Kommilitoninnen und die Kommilitonen waren alle sehr freundlich und hilfsbereit, genau wie die Seminarleiterinnen. (schriftl.) (S2)

Besonders gut hat mir gefallen, dass wir die Möglichkeit hatten, das Seminar mitzugestalten und die Möglichkeit, erste Erfahrungen mit dem Unterrichten draußen sammeln zu können.

Wir hatten zum einen die Möglichkeit, uns selbst auszuprobieren, und zum anderen konnte bei Bedarf zu jeder Zeit die Hilfe der Seminarleitung in Anspruch genommen werden und wissenschaftliche Erklärungen wurden gemeinsam besprochen und erarbeitet. (schriftl.) (S3)

Wir hatten immer eine Betreuungsperson pro Gruppe, sodass sie uns jederzeit zur Seite stand. Wir konnten immer Fragen stellen und haben Hilfestellungen bekommen. (schriftl.) (S5)

Den Freiraum, den wir während des Seminars hatten die Experimente zu machen, welche uns interessierten, empfand ich ebenfalls als sehr wichtig.

Ich konnte alle Ideen, die mir gekommen sind, umsetzen und ausprobieren. Durch den großen Freiraum, der uns gegeben wurde, konnte jeder individuell seine Ideen verwirklichen. (schriftl.) (S10)

Auch die Rückmeldungen durch Kommilitonen und Seminarleitung zu den praktischen Erprobungen wird als hilfreich empfunden:

Wir haben am Ende des Vormittags mit den Kindern zusammengetragen, was an dem Vormittag an uns gut war bzw. was wir verbessern könnten. Diese Rückmeldung finde ich auch sehr wichtig. (schriftl.) (S5)

Auch der Austausch und das Beobachten von anderen Studierenden waren hilfreich, einerseits um sich selber zu verbessern und andererseits, um die Fehler anderer selber zu vermeiden. (schriftl.) (S6)

Das hat einem sehr geholfen nochmal zu reflektieren, woran man noch arbeiten muss, wie man sich dabei fühlt, usw. (schriftl.) (S9)

Das Beobachten meiner Kommilitonen bei ihrem Unterricht habe ich als sehr lehrreich empfunden. Ich konnte durch die Beobachtung Ideen für den eigenen Unterricht sammeln und auch aus den „Fehlern“ und Schwierigkeiten der anderen lernen. Die Rückmeldung der anderen Seminarteilnehmer zu unserer eigenen Unterrichtsstunde fand ich sehr hilfreich, weil man als Beobachter einen ganz anderen Blick auf das Geschehen hat. Die Kommilitonen und Lehrenden konnten Rückmeldungen und Tipps geben, wie man die Unterrichtssituation noch besser hätte gestalten können. Ebenso bekommt man Rückmeldung darüber, was bereits gut geklappt hat. (schriftl.) (S17)

Somit scheinen grundlegende Voraussetzungen zur Steigerung bzw. zur Generierung von Motivation, wie das Bedürfnis nach Selbstbestimmung und sozialer Eingebundenheit, erfüllt zu werden (siehe Kapitel 4.1.6). Zudem deutet auch das beschriebene selbstständige Erarbeiten von Inhalten darauf hin, dass Elemente einer moderat-konstruktivistischen Lehr-Lernumgebung umgesetzt werden konnten und als gewinnbringend empfunden werden.

Weiterhin betonen die meisten Studierenden die Bedeutung der praktischen Erprobung der eigenen Ideen und der entwickelten Unterrichtssequenzen mit den Kindern, die von vielen als das wichtigste

Element des Seminars angesehen wird. Die häufig empfundene Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis der universitären Ausbildung (siehe Kapitel 3.2.1) scheint somit nicht aufgetreten zu sein:

Also, wenn ich was praktisch mache, habe ich es irgendwie noch mal besser im Kopf, und wir haben das ja dabei dann auch immer so ein bisschen besprochen, das nimmt man dann alles viel mehr mit. (S4)

Weil man kriegt es ja sonst nicht mit, also man sitzt ja sonst nur in der Uni und bekommt erzählt, wie Kinder sind und was man mit denen machen soll. Aber wie die jetzt halt wirklich sind und wie die auf bestimmte Sachen reagieren, weiß man ja nur, wenn man halt auch mit denen zusammen ist. (S4)

Insgesamt fand ich die praktische Auseinandersetzung mit den Themen und die konkrete Umsetzung für Kinder im Grundschulalter besonders gut, da dies in fast allen anderen Seminaren zu kurz kommt, oder gar nicht berücksichtigt wird. (schriftl.) (S7)

Ich find in Bio und Chemie hat man jetzt nicht so diese praktischen Sachen, sondern man hat immer was Fachliches, aber die Anwendung fehlt immer. Und dann [im FLEX] ist die Anwendung halt dabei, und das ist, ich find noch mal was anderes fachlich. (S12)

Vorher war immer so ein bisschen, ich habe immer so ein bisschen gesucht, wo kann ich Chemie jetzt wirklich einsetzen, wie kann ich es einsetzen. Und das hat jetzt glaube ich das Seminar auf jeden Fall nochmal verdeutlicht, was man alles machen kann und wie und warum auch. (S13)

Unterrichten fand ich gut, weil man dann einfach mal gesehen hat, wie man sich selber einfach verhält im Unterricht und was man auch besser machen kann. Dadurch, dass man das halt mehrmals gemacht hat. [...] Man hat halt auch einfach aus seinen Fehlern gelernt. Und das war dieses Praktische, was man ja generell einfach im Studium sehr selten hat. (S16)

Ich bin halt so ein praktischer Typ, und deswegen fällt mir das vor allen Dingen in diesem Seminar auf, weil ich da am meisten lerne, wenn ich es mache, dann geht das besser. (S18)

Zu den als positiv beschriebenen praktischen Elementen gehören auch die Planung und das Erstellen von Unterrichtsentwürfen und Verlaufsplänen sowie fachdidaktische Überlegungen, auf welche Weise Sachverhalte kindgerecht vermittelt werden können. Die Studierenden betonen dabei häufig den Nutzen des Seminars für ihre künftige Schulpraxis:

Es ist der erste Kurs, wo ich wirklich sagen kann, dass ich richtig viel daraus mitnehmen konnte, auch für die Schule. Das ich wirklich mal praktisch mit Schülern arbeiten konnte und austesten in gewisser Weise auch, aber immer halt betreut. (S8)

Ich konnte viele Erfahrungen für meinen weiteren Lehrerberuf sammeln. (schriftl.) (S10)

Ich würde sagen, aus der Biologie ist das eines der Seminare gewesen, noch nicht mal aus der Biologie, Chemie, womit ich am meisten anfangen kann irgendwann im Sachunterricht. Wir haben hier geübt, kindgerecht zu formulieren. (S11)

Insgesamt empfand ich das Seminar als sehr hilfreich für meinen späteren Beruf als Grundschullehrerin. Vor allem die Termine mit den Kindern waren für mich sehr aufschlussreich. (schriftl.) (S14)

Besonders wichtig war mir, selber „Unterricht“ durchzuführen, um zu lernen wie man so etwas genau plant und auch durchführt. Gut fand ich auch, dass wir alles selber organisieren mussten (Material etc.). (schriftl.) (S16)

Meiner Meinung nach ist das Seminar sehr hilfreich für den späteren Beruf eines Lehrers. Man lernt anders als in vielen anderen Seminaren nicht nur eine theoretische Erprobung, sondern muss diese auch selber ausführen. Meiner Meinung nach lernt man dadurch sehr viel besser. (schriftl.) (S16)

Ich fand es hilfreich, einen Unterrichtsverlauf zu schreiben. Zum einem hat er mir geholfen, meine Stunde durchzuführen, da ich einen geplanten Ablauf hatte, wie ich die Stunde durchführen wollte und zum anderem war es eine gute Übung für meine spätere Unterrichtsplanung. (schriftl.) (S17)

Das Seminar wird insgesamt als anspruchsvoll eingestuft, aber durch die Behandlung der Anpassung für die Grundschule fachlich und didaktisch nicht als zu schwierig erlebt, so dass von einem angemessenen Anforderungsniveau und damit von einer günstigen Voraussetzung für die Förderung der Motivation (siehe Kapitel 4.1.6) ausgegangen werden kann:

Meine Erwartungen, etwas zu lernen und „Material“ für den späteren Unterricht zu sammeln, sind erfüllt worden. Ich habe die praktische Abwechslung zum theoriebelasteten Studium sehr genossen, auch wenn es teilweise anstrengend und mit viel Aufwand verbunden war. (schriftl.) (S14)

Durch eine weitere Frage werden Handlungsabsichten der Studierenden erfasst. Dazu werden sie aufgefordert anzugeben, ob sie vorhaben, etwas aus dem Seminar im FLEX in ihrem zukünftigen eigenen Unterricht umzusetzen. Dabei geben alle Studierenden an, Elemente aus dem Seminar in ihrem eigenen Unterricht umsetzen zu wollen:

Während des Kurses ist auch mein persönliches Interesse gestiegen, Chemie zu lernen und zu experimentieren. Diese Erfahrung und Möglichkeit möchte ich auch den SuS ermöglichen und hoffe so, das Interesse für Chemie zu wecken. (schriftl.) (S3)

Also, ich habe einige Eindrücke hier mitgenommen, die ich auf jeden Fall bei mir auch irgendwann im Sachunterricht machen möchte. (S11)

Einige erwähnen explizit einzelne Themen, die ihnen als besonders gut umsetzbar und gewinnbringend erscheinen, wobei insgesamt alle behandelten Themen genannt werden und keine Präferenzen für bestimmte Inhalte erkennbar sind. Weiterhin geben Studierende an, vermehrt Versuche und Experimente durchführen zu wollen und Kindern das eigene Aufstellen und Untersuchen von Hypothesen zu ermöglichen. Andere bekunden, eine offene und Selbsttätigkeit fördernde Unterrichtsgestaltung übernehmen zu wollen, indem sie künftig naturwissenschaftliche Themen nicht nur theoretisch, sondern praktisch behandeln und den Kindern Raum für Entdeckungen lassen sowie ihnen Gelegenheiten geben wollen, selber aktiv zu werden. Eventuell werden die Studierenden durch die Seminargestaltung mit ihren „offenen“ Elementen zu diesem Vorhaben angeregt:

Ich finde halt, dass im Unterricht immer viel dieses „der Lehrer sagt was, die Kinder lernen es dann“ passiert. Und ich finde jetzt so im FLEX hat man eben gesehen, dass es auch anders geht, nämlich die Kinder machen was und entdecken halt daran, so die wichtigen Dinge, die sie dann auch glaube ich leichter mitnehmen können. (S4)

Weil man den Kindern gesagt hat, wir wollen jetzt das und das, und wie könnte man jetzt prüfen, dass das passiert. Und dann konnten die halt selber mehr ihre Ideen einbringen und selber überlegen. [...] Dass man dann einfach ein bisschen selber so ausprobieren lässt. (S14)

Ergänzend wird danach gefragt, ob sie durch die Erfahrungen im Seminar ein Sachunterrichtsthema auf eine andere Weise behandeln würden als vor dem Seminar:

Ich würde auf jeden Fall versuchen, das anschaulicher zu machen. Und bei den Recherchen denke ich, dass man ein besseres Gefühl dafür bekommen hat, was die Kinder schon verstehen, dass man die weder über- noch unterfordert. Da besonders das Unterfordern in dem Alter blöd ist, weil die halt schon sich dafür interessieren und bestimmt auch mehr verstehen würden, als man ihnen so beibringen möchte. (S1)

Ich glaube, dass ich auf jeden Fall mich mehr an Experimente herantrauen werde. Weil ich auch im FLEX gesehen habe, was man alles so machen kann, und gerade auch in der Natur und das finde ich sehr schön. Also das begeistert einen ja auch noch als Erwachsenen.

Ich glaube, dass ich auch immer versuchen würde, das so zu mischen, dass es nicht immer nur rein Bio und rein Chemie und rein Physik, sofern das eben in der Grundschule überhaupt funktioniert, da ist ja eh immer alles so ein bisschen mehr gemischt. Aber ich glaube, ich würde da jetzt eben auch drauf achten, dass von allem was vorhanden ist (S4)

Durch das Seminar habe ich gelernt, verschiedene Themen eher umfassend zu betrachten und für verschiedene Aspekte der Chemie zu nutzen.

Damals [vor dem Seminar] habe ich halt immer so gedacht, ok, dann guckst du mal, was so im Schrank steht, in der Schule oder so, und jetzt denke ich mir so, gehst du mit den Kindern einfach mal raus. Da ist ja genug eigentlich. Man muss ja zum Beispiel nur den Unterschied zwischen Herbst und Frühling sehen, „ ok, jetzt verfärben sich die Blätter gelb“. Ja, warum ist das denn so. Und schon hat man ein Thema. Also da braucht man gar nicht mehr großartig jetzt im Schrank zu gucken und zu sagen „ oh nein, wir haben nicht genug Gelder, für das und das Material“. Sondern man geht einfach mal raus, da findet man schon genug Themen. Die dann auch physikalisch und chemisch sein können, also nicht nur biologisch. (S9)

Ich denke vor dem Seminar habe ich wirklich nur die biologische Perspektive mir angeguckt, also Tiere und so etwas, und ich denke, jetzt würde ich auf jeden Fall die chemische Perspektive bei den Themen auf jeden Fall viel mehr mit einbeziehen und auch bearbeiten. Also ich würde versuchen, halt ein Thema hinter verschiedenen Perspektiven zu betrachten, jetzt nicht nur biologische und chemische, auch geschichtliche und so weiter. Und ich glaube, das hat sich auf jeden Fall verändert, weil man die Themen einfach "einmal rum" betrachtet hat. Also ich finde, wir haben uns auch nicht immer nur auf Chemie beschränkt, sondern haben auch andere Sachen betrachtet. Und das hat mir einfach geholfen, so die Themen für den Unterricht ganz neu zu strukturieren und anzuschauen. (S10)

Ich werde die Methoden mit den Schülern umsetzen und versuchen ihnen nahezubringen, dass in allem auch chemische, physikalische Prozesse stecken, damit sie einen Bezug zu den Fächern bekommen. (S18)

Auch das Einbeziehen eines Unterrichts außerhalb des Klassenraums wird nach dem Seminar vermehrt angestrebt, beispielsweise das Anlegen eines Schulgartens, das Untersuchen von Getreidefeldern und der Besuch eines Müllers oder das Sammeln essbarer Pflanzen. Der Unterricht „draußen“ oder in der „Natur“ wird auch deswegen hervorgehoben, da viele naturwissenschaftliche Themen dadurch nicht aus dem Zusammenhang gerissen würden:

Ich finde es einfach schöner, in der Natur, weil man dann halt wirklich noch mal so ein bisschen diesen Bezug hat, dass das eben alles aus der Natur kommt, und eben von Tieren und Pflanzen. Das ist irgendwie immer ein anderes Gefühl, wenn man draußen ist, als wenn man da so drinnen im Klassenraum sitzt und dann da so eine Blume hingestellt bekommt. (S4)

Durch den Kurs bin ich mir sicher, dass ich versuchen werde, später mit meiner Klasse oft in die Natur zu gehen, um dort Phänomene zu betrachten oder auszuprobieren. (schriftl.) (S5)

Am Anfang hatte ich immer so das Gefühl, oh Gott, was kann man mit den Schülern draußen machen und kann man das wirklich auch teilweise alles draußen umsetzen. Aber ich habe das ja jetzt auch gesehen, man kann viele Sachen relativ minimal alle draußen machen und die Kinder können es trotzdem gut verstehen. Und die Kinder haben irgendwie den besseren Bezug nach draußen, würde ich mal sagen, es ist halt einfach nicht so aus dem Leben rausgerissen und steht dann im Klassenzimmer. Sondern man kann wirklich sagen, wir sind draußen und wir wissen, wo was herkommt oder haben es sogar selber gepflückt, wenn es um Pflanzen geht, zum Beispiel. (S8)

Zum Beispiel zu einem Bauern, sich das mal anzugucken, wie überhaupt gemolken wird, oder Pflanzen. Also viel besser kann man das draußen besprechen, als irgendwie auf Arbeitsblättern. Ich habe jetzt auch selber einiges dazugelernt. Man läuft über eine Wiese, macht sich da nie Gedanken zu, was wächst da eigentlich. Und dann kennt man nur so die geläufigen, zum Beispiel Löwenzahn und so was. Und jetzt kennt man sich mit den Pflanzen auch besser aus, was die für Wirkstoffe haben, wo die Verwendung finden. Also ich würde mich jetzt eher mit einer Klasse raus trauen. (S11)

Zum Beispiel habe ich einen Kompetenzzuwachs darin, dass ich jetzt mehr Ideen und Möglichkeiten kenne, was man draußen alles machen kann. (schriftl.) (S17)

Biologie, Chemie, Physik, man kann das echt alles draußen machen. Und das habe ich hier auch für mich einfach entdeckt. [...] Man sollte da keine Scheu vor haben, finde ich, rauszugehen. (S18)

Generell ist ein Bestreben erkennbar, Themen draußen zu behandeln, wobei Studierende angeben, bestimmte Themen auch im Klassenraum durchführen zu wollen, falls ein Unterricht außerhalb des Klassenraums nicht möglich sein sollte:

Also prinzipiell finde ich es besser, es draußen zu machen. Aber ich finde, die Themen eignen sich auch, um sie drinnen zu machen. Nur dann hat man natürlich nicht so den Bezug zur Natur. Aber wenn es halt nicht anders möglich ist, weil man sonst die anderen Schulklassen stört, sind diese Themen auch für drinnen durchführbar. (S9)

Im Gegensatz zu anderen universitären Veranstaltungen der Chemie, welche im Labor stattfinden, berichten Studierende davon, durch das Seminar im FLEX sicherer geworden zu sein, chemische Experimente nicht nur isoliert zu thematisieren, sondern in einen alltagsnahen Sinnzusammenhang zu betten und mit Kindern praktisch zu erproben:

Weil ich [im FLEX] so gesehen habe, was man halt so alles machen kann, also, ich hatte ja in den Experimenten, die wir ja machen müssen in der Chemie [Veranstaltung der Chemie-Didaktik im Labor] habe ich ja jetzt so ein paar Sachen gesehen. Aber was ich jetzt wirklich mit den Kindern machen kann, habe ich da ja jetzt nicht alles gesehen. (S4)

Somit hat diese chemische Reaktion [Backpulver mit Wasser] dann auch einen Sinn ergeben, warum man das braucht. Damit das Brot nämlich aufgeht.⁸⁹ Jetzt war es ja eher so, dass man das gemacht hat, um zu verstehen, warum man gewisse Bestandteile in einen Teig dazugegeben hat. [...]. Und dann musste man ja erst mal verstehen, wieso muss ich das [Backpulver] denn jetzt unbedingt dazutun. Hier [im Labor der Chemiedidaktik] ist das ja immer ein bisschen eingeschränkter, wenn man dann hier die Experimente macht, dann ist es auch ganz interessant zu sehen, was passiert, wenn man Backpulver mit Wasser verbindet. Aber ansonsten, da fehlt ja dann der Hintergrund. (S14)

Mir ist auch sehr wichtig, dass der Sinn eines Experimentes deutlich wird. Die von uns im Seminar durchgeführten Experimente konnten immer mit den alltäglichen Themenbereichen in Verbindung gebracht werden, sodass der Sinn nie verloren ging. (schriftl.) (S14)

Die Aussagen zu den zusätzlichen Gesichtspunkten zeigen Aspekte auf, die von den Studierenden als gewinnbringend erachtet werden und helfen dabei, die Seminargestaltung zu evaluieren. Demnach scheinen die verfolgten Ziele erreicht worden zu sein, so dass von einer gelungenen Konzeption des Seminars ausgegangen werden kann.

⁸⁹ Die Studentin bezieht sich hierbei auf ein Experiment, bei dem Backpulver und Wasser vermengt werden und Kohlenstoffdioxid entsteht. Während dieses Experiment häufig ohne Zusammenhang, z. B. in Form einer „Backpulverrakete“, durchgeführt wird (ggf. auch unter Zugabe von Essig), demonstriert im FLEX das Aufblasen eines Ballons die Bedeutung beim Aufgehen des selbst hergestellten Brotteiges. Durch das Auswaschen von Gluten aus Mehl kann zudem eine der Luftballonhaut ähnliche Substanz gewonnen werden.

6.2.5 Zusammenfassung Kapitel 6.2

Die Ergebnisse des Own Word Mappings und des bildbezogenen Assoziationstests deuten darauf hin, dass die Studierenden nach dem Seminar häufiger Begriffe der Konzepte *Biologie* und insbesondere *Chemie* verwenden und Verbindungen zwischen beiden herstellen können sowie biologischen und chemischen Aspekten in einer naturnahen Umgebung vermehrt ihre Aufmerksamkeit schenken. Diese Interpretation der Ergebnisse wird durch die ergänzende mündliche Befragung gestützt.

Mit Hilfe des Semantischen Differentials kann eine positive Wirkung des Seminars auf die unbewussten Einstellungen gegenüber dem Konzept *Chemie* festgestellt werden. Nicht nur die statistische Auswertung der Ergebnisse des Tests, sondern auch die Aussagen in der ergänzenden Befragung bekräftigen diese Deutung.

Zudem zeigen die Ergebnisse des Fragebogens und der zugehörigen mündlichen Befragung einen positiven Einfluss des Seminars auf die Selbstwirksamkeitserwartung der Seminarteilnehmenden bezüglich des Unterrichts chemischer Inhalte im Sachunterricht, auf ihr Fähigkeitsselbstkonzept hinsichtlich des Fachs Chemie sowie auf ihr Interesse an dem Fach und am Unterrichten chemischer Inhalte.

Offenbar unterstützt eine Behandlung chemischer und biologischer Aspekte in einer naturnahen Umgebung die Studierenden dabei, ihre Sicht auf *Chemie* zu erweitern und ihre unbewussten Einstellungen und ihr Interesse bezüglich des Konzeptes günstig zu beeinflussen.

Nach Aussage der angehenden Grundschullehrenden trägt die Gestaltung des Seminars dazu bei, die u. a. Elemente der Didaktik Wagenscheins und moderat-konstruktivistischer Lehr-Lernarrangements sowie Theorien zur Selbstwirksamkeitserwartung, zum Fähigkeitsselbstkonzept, zum Interesse und zur Motivation berücksichtigt. Das selbstständige Erarbeiten von exemplarischen Inhalten, die praktische Erprobung mit Kindern und damit verbundene Erfolgserlebnisse, ein angemessenes Anforderungsniveau und die unterstützende Atmosphäre scheinen in einer hohen Zufriedenheit zu resultieren.

Die Studierenden geben an, eine positivere Einstellung gegenüber *Chemie* und der Vermittlung chemischer Themen gewonnen zu haben und diese in ihrem eigenen zukünftigen Unterricht stärker berücksichtigen zu wollen. Auch wenn noch nicht vorhersehbar ist, inwieweit die geäußerten Handlungsabsichten zukünftig tatsächlich umgesetzt werden, ist dies im Hinblick auf die Problematik der Unterrepräsentanz chemischer Inhalte in der Grundschule ein durchaus ermutigendes Ergebnis.

7. Zusammenfassung

Ergebnisse vieler Untersuchungen zu den Lehrinhalten des Sachunterrichts zeigen, dass chemische und physikalische Inhalte deutlich unterrepräsentiert sind, während biologische sehr viel häufiger unterrichtet werden. Bemühungen seitens Bildungspolitik und Wirtschaft seit der Jahrtausendwende, wie beispielsweise der Perspektivrahmen der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) oder Projekte des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI), haben daran nicht viel geändert. Die Gründe für die Vernachlässigung physikalischer und chemischer Inhalte in der Grundschule liegen nicht in fehlenden curricularen Vorgaben, sondern darin, dass viele Lehrende in der Grundschule in den Naturwissenschaften nur unzureichend ausgebildet sind, sich einen entsprechenden Unterricht wenig zutrauen und kaum eigenes Interesse an chemischen und physikalischen Inhalten haben. Mangelndes Interesse, ein wenig ausgeprägtes Fähigkeitsselbstkonzept in Bezug auf chemische Inhalte und eine negative Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich des Unterrichtens entsprechender Themen sind dabei häufig Resultate der eigenen Erfahrungen in der Schulzeit, in der die Fächer Chemie und Physik im Gegensatz zur Biologie oft als abstrakt, lebensfern, uninteressant und schwierig empfunden wurden.

Um die Umsetzung chemiebezogener Inhalte in der Grundschule langfristig zu fördern scheint es daher sinnvoll, diese Problematik aufzugreifen und einen Lösungsansatz zu entwickeln. Akut könnten durch Lehrerfortbildungen ansatzweise Verbesserungen erzielt werden; besonders effektiv und mit recht zeitnahen Erfolgsaussichten erscheint aber eine Intervention bei angehenden Grundschullehrkräften.

Als konkrete Themenstellung für die vorliegende Arbeit wurde daher die Aufgabe formuliert, ein Lehrangebot für Grundschullehramtsstudierende des Sachunterrichts zu entwickeln und zu erproben, mit dem Interesse, unbewusste Einstellungen gegenüber Chemie sowie das Zutrauen gegenüber chemischen Themen und deren Vermittlung im Sachunterricht positiv beeinflusst werden sollen. Als zentrale Idee werden dazu chemische Aspekte mit biologischen Inhalten verknüpft, die bei den Grundschullehramtsstudierenden beliebter sind und als lebensnäher sowie weniger abstrakt und einfacher empfunden werden.

Neben einer positiven Veränderung der genannten Persönlichkeitsvariablen soll zudem die Aufmerksamkeit der Studierenden auf chemische Aspekte in ihrer natürlichen Umwelt gelenkt werden, so dass sie diese später in ihrem eigenen Sachunterricht stärker berücksichtigen können (Janssen et al. 2014a, S. 405–406).

Um intensiv und individuell mit den Studierenden zu arbeiten und ihnen ein aktives und möglichst selbstverantwortetes Lernen in kleinen Gruppen zu ermöglichen, fiel die Entscheidung auf die Lehrform Seminar. Als Veranstaltungsort wurde das Freilandlabor FLEX der AG Didaktik der Chemie an der Universität Siegen als naturnahe Lernumgebung ausgewählt, da die Studierenden dort die mannigfaltigen Verbindungen zwischen den Schulfächern Biologie und Chemie unmittelbar und an einer Fülle an Phänomenen bzw. fachlichen Bezügen erfahren können. Naturphänomene werden in dieser Lernumgebung von verschiedenen Perspektiven aus betrachtet und untersucht, ohne die Inhalte

schubladenartig den einzelnen naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen Biologie, Chemie und Physik distinktiv zuzuordnen.

Um die angestrebten kognitiven und motivationalen Ziele erreichen zu können, erfolgte die Seminargestaltung unter Beachtung der Lehrprinzipien Martin Wagenscheins und Kriterien einer moderat-konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernumgebung sowie Theorien zur Selbstwirksamkeitserwartung, zum Fähigkeitsselbstkonzept, zum Interesse und zur Motivation. Durch die Beschränkung auf eine überschaubare Anzahl exemplarischer Themen und eine möglichst selbstständige und aktive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten sollen Verstehen, Interesse und Lernmotivation unterstützt werden. Eine positive Lernatmosphäre und Erfolgserlebnisse, insbesondere bei der praktischen Erprobung eigenständig entwickelter Unterrichtssequenzen mit Schülerinnen und Schülern, sollen die positive Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartung und des Fähigkeitsselbstkonzeptes der Studierenden unterstützen.

Aus der Zielstellung des Seminars wurden drei Hypothesen entwickelt:

1. Durch die Behandlung von Naturphänomenen in einer naturnahen Umgebung erkennen Studierende verstärkt eine Verbindung zwischen den Konzepten *Biologie* und *Chemie*.
2. Nach dem Seminar schenken Studierende nicht nur biologischen, sondern auch chemischen Hintergründen ihrer natürlichen Umwelt vermehrt ihre Aufmerksamkeit.
3. Durch die Verbindung biologischer und chemischer Inhalte im Rahmen eines Seminars in naturnaher Umgebung können folgende Variablen positiv beeinflusst werden:
 - a) unbewusste Einstellungen gegenüber Chemie
 - b) Interesse am Fach Chemie und am Unterrichten chemischer Inhalte
 - c) selbstbezogene Kognitionen: das Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich chemischer Inhalte und die Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich des Unterrichtens dieser Inhalte.

Zur Überprüfung der ersten Hypothese wurde ein Own Word Mapping eingesetzt, bei dem zwei Bilder stellvertretend für die beiden Konzepte miteinander verbunden werden.

Die zweite Hypothese wurde mit Hilfe eines selbst entwickelten bildbezogenen Assoziationstests überprüft, der aus einer Konfrontation mit Bildern naturnaher Umgebungen besteht.

Um unbewusste Einstellungen zu ermitteln, wurde das Semantische Differential nach Osgood verwendet; eine Untersuchung mögliche Einflüsse des Seminars auf das Interesse und das Zutrauen bezüglich chemischer Aspekte und ihrer Vermittlung im Sachunterricht erfolgte mit Hilfe eines Fragebogens.

Die Ergebnisse der einzelnen Methoden wurden jeweils durch kurze spezifische Nachfragen zu den Antworten der Studierenden ergänzt.

Durch die Kombination der verschiedenen Methoden wurden die einzelnen Ergebnisse im Rahmen einer Methodentriangulation abgesichert und ergeben ein umfassendes Bild von den Effekten des Seminars.

Aufgrund der geringen Anzahl der Teilnehmenden und der auf zwei Jahre beschränkten Seminaruntersuchung sind keine verallgemeinernden Aussagen möglich, da dazu eine größere Stichprobe und ein längerer Untersuchungszeitraum nötig wären. Die vorgestellte Untersuchung kann daher auch keine statistisch gesicherten Aussagen zur Wirkung des Seminars liefern, sondern nur einen Einblick in Potentiale einer entsprechenden Seminargestaltung geben.

Die Untersuchungen zu den einzelnen Hypothesen zeigen jeweils deutliche Veränderungen nach dem Seminar auf:

- 1) Die Auswertung der Own Word Maps liefert Hinweise darauf, dass nach dem Seminar häufiger Begriffe der Konzepte *Biologie* und insbesondere der *Chemie* verwendet werden und Studierende vermehrt Verbindungen zwischen beiden herstellen können.
- 2) In Übereinstimmung dazu werden auch beim bildbezogenen Assoziationstest nach dem Seminar verstärkt naturwissenschaftliche und insbesondere chemiebezogene Assoziationen genannt. Zusammen mit den Aussagen der Studierenden deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass die Teilnehmenden nach dem Seminar neben biologischen vermehrt auch chemische Aspekte in einer naturnahen Umgebung wahrnehmen.
- 3) In Bezug auf die unbewussten Einstellungen gegenüber Chemie zeigt die Auswertung der Daten des Semantischen Differentials eine statistisch signifikante positive Veränderung bei den Seminarteilnehmenden auf.

Schließlich können durch den Fragebogen auch eine statistisch signifikante positive Veränderung des Interesses an Chemie und an chemischen Themen, des Fähigkeitsselbstkonzeptes bezüglich chemischer Inhalte und der Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf das Unterrichten entsprechender Themen konstatiert werden.

Die Ziele, eine Annäherung der Konzepte *Chemie* und *Biologie* anzubahnen, die Sicht auf Chemie zu erweitern und das Interesse an Chemie zu steigern, scheinen erreicht worden zu sein. Es kann somit von einem insgesamt positiven Einfluss des Seminars ausgegangen werden und von einer gelungenen Konzeption und Ausführung gesprochen werden.

Ob das langfristige Ziel, dass die Studierenden in ihrem zukünftigen Sachunterricht vermehrt naturwissenschaftliche und insbesondere chemische Themen behandeln werden, erreicht wird, ließe sich nur durch eine Längsschnittstudie klären. Die Untersuchungen zeigen jedoch, dass durch die spezifische Seminargestaltung eine erste Voraussetzung für die Entwicklung von Interesse und Befähigung zur Umsetzung entsprechender Inhalte geschaffen werden konnte.

Insbesondere die Verbindung von *Biologie* und *Chemie* scheint Grundschullehramtsstudierenden dabei zu helfen, negative Einstellungen, Desinteresse und mangelndes Zutrauen gegenüber chemischen Inhalten und ihrer Thematisierung zu überwinden. Somit kann die Grundidee des Seminars, mit biologischen Inhalten Brücken zur Chemie zu bauen, als erfolgreich umgesetzt angesehen werden.

8. Literatur

- Abel, Jürgen (2002): Kurswahl aus Interesse? Wahlmotive in der gymnasialen Oberstufe und Studienwahl. In: *Die Deutsche Schule* 94 (2), S. 192–203.
- Adamina, Marco; Möller, Kornelia (2010): Zugänge zum naturwissenschaftlichen Lernen öffnen. In: Peter Labudde (Hg.): *Fachdidaktik Naturwissenschaft*. 1. - 9. Schuljahr. 1. Aufl. Bern ; Wien u. a: Haupt, S. 103–116.
- Allport, Gordon W. (1967): Attitudes. In: Martin Fishbein (Hg.): *Readings in attitude theory and measurement*. New York: Wiley, S. 3–13.
- Altenburger, Pia; Starauschek, Erich (2011): Welchen Anteil haben physikalische Themen am Sachunterricht in Klasse 3 und 4? In: Dietmar Höttecke (Hg.): *Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik ; Jahrestagung in Potsdam 2010. Berlin; Münster: Lit (Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, 31), S. 232–234.
- Altrichter, Herbert; Posch, Peter (2007): *Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht. Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung*. 4. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Appleton, Ken (2007): The Elementary Science Teacher. In: Sandra K. Abell und Norman G. Lederman (Hg.): *Handbook of research on science education*. Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associates, S. 496–499.
- Armstrong, Janna; Wöhrmann, Holger (2008): CHEMIE im Sachunterricht. Eine Untersuchung zum Fortbildungsbedarf und -interesse bei Grundschullehrern. In: *Grundschule Sachunterricht* (2), S. 34–35.
- Ausubel, David Paul (1978): *Educational psychology*. 2. Aufl. New York [usw.]: Holt, Rinehart & Winston.
- Bader, Hans Joachim (2002): Zur Beliebtheit des Chemieunterrichts. In: Peter Pfeifer (Hg.): *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. 3. Aufl. München: Oldenbourg, S. 399–409.
- Baltes, Werner; Matissek, Reinhard (2011): *Lebensmittelchemie*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (Springer-Lehrbuch).
- Bandura, Albert (1997): *Self-efficacy. The exercise of control*. 1. Aufl. New York NY: Freeman.
- Behrendt, Helga; Dahncke, Helmut; Reiska, Preet (2000): Einsatz und computergestützte Auswertung von Concept Maps mit modalen Netzen und Bereichsdiagrammen. In: Helmut Fischler (Hg.): *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie*. Berlin: Logos-Verl., S. 117–145.
- Bergler, Reinhold (Hg.) (1975): *Das Eindrucksdifferential. Theorie und Technik*. Bern ; Wien u. a: Huber (Beiträge zur empirischen Sozialforschung).
- Berk, Laura E. (2011): *Entwicklungspsychologie*. 5. Aufl. München: Pearson Deutschland; Pearson Studium (Pearson Studium - Psychologie).
- Bierbaum, Harald (2007): Zu einigen Gründen des "Scheiterns" naturwissenschaftlichen Unterrichts. In: Dietmar Höttecke (Hg.): *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. Münster [u. a.]: Lit (Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, 27), S. 172–174.
- Blaseio, Beate (2004): *Entwicklungstendenzen der Inhalte des Sachunterrichts. Eine Analyse von Lehrwerken von 1970 bis 2000*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (Klinkhardt Forschung).
- Blaseio, Beate (2014): Zur aktuellen Situation des Schulfaches Sachunterricht in den Bundesländern. In: *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V.* Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 25–31.
- Böhme, Gernot (1996): Künstliche Natur. In: Peter Janich (Hg.): *Natürlich, technisch, chemisch. Verhältnisse zur Natur am Beispiel der Chemie*. Berlin u. a: de Gruyter (Philosophie und Wissenschaft, 11), S. 90–108.

- Borrows, Peter (2004): Chemistry trails. In: Martin Braund und Michael J. Reiss (Hg.): Learning science outside the classroom. London, New York: RoutledgeFalmer, S. 151–168.
- Borrows, Peter (2006): Chemistry outdoors. In: *School Science Review* 87 (320), S. 23–31.
- Bortz, Jürgen; Döring, Nicola (2006): Forschungsmethoden und Evaluation. Für Human- und Sozialwissenschaftler. 4. Aufl. Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).
- Bos, Wilfried; Bosen, Martin; Baumert, Jürgen; Prenzel, Manfred; Selter, Christoph; Walther, Gerd (Hrsg.) (2008): TIMSS 2007 Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Zusammenfassung. Berlin.
- Brämer, Rainer (2010): Natur: Vergessen? Erste Befunde des Jugendreports 2010. Bonn, Marburg.
- Brockhaus Wissensservice Verlag F. A. Brockhaus/wissenmedia in der inmediaONE] GmbH. Online verfügbar unter <https://siegen-ub.brockhaus-wissensservice.com/startseite> (letzter Zugriff: 18.04.2015).
- Bröll, Leena; Friedrich, Jens; Oetken, Marco (2007): Naturwissenschaftliche Bildung im Primarbereich?! Eine Untersuchung zur Bedeutung und Realisierung naturwissenschaftlicher Inhalte in der Grundschule. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule* 56 (6), S. 36–41.
- Brülls, Susanne (2004): Lehramtsstudierende und Wagenschein. Schwierigkeiten bei der Umsetzung des genetisch-sokratisch-exemplarischen Lehrens. 1. Aufl. Oldenburg: Didaktisches Zentrum, Carl-von-Ossietzky-Univ. (Beiträge zur didaktischen Rekonstruktion, 5).
- Brüschweiler, H.; Felber, Helene; Schwager, F. (1989): Bienenwachs – Zusammensetzung und Beurteilung der Reinheit durch gaschromatographische Analyse. In: *Fett Wiss. Technol* 91 (2), S. 73–79.
- Bühner, Markus; Ziegler, Matthias (2009): Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler. München: Pearson.
- Campbell, Neil A.; Reece, Jane B. (2003): Biologie. Heidelberg u. a: Spektrum Akad. Verl (Spektrum-Lehrbuch).
- Dawes, Robyn M. (1977): Grundlagen der Einstellungsmessung. Unter Mitarbeit von Bernhard Six. Weinheim u. a: Beltz (Beltz-Studienbuch).
- Deci, Edward L.; Ryan, Richard M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 39 (2), S. 223–238.
- Dillon, Justin (2009): On Scientific Literacy and Curriculum Reform. In: *International Journal of Environmental & Science Education* 4 (3), S. 201-213.
- Dörner, Dietrich (1995): Problemlösen und Gedächtnis. In: Dietrich Dörner und Elke van der Meer (Hg.): Das Gedächtnis. Probleme - Trends - Perspektiven. Göttingen: Hogrefe, S. 295–320.
- Drechsler, Beate; Gerlach, Simone (2001): Naturwissenschaftliche Bildung im Sachunterricht. Problembereich bei Grundschullehrkräften. In: Joachim Kahlert und Elke Inckemann (Hg.): Wissen, Können und Verstehen - über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht. 1. Aufl. Bad Heilbrunn/Obb: Klinkhardt (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 11), S. 215–225.
- Dresing, Thorsten; Pehl, Thorsten (2013): Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende. 5. Aufl. Marburg: Eigenverl.
- Duden Onlineportal: Bibliographisches Institut GmbH, Dudenverlag Berlin. Online verfügbar unter <http://www.duden.de/> (letzter Zugriff: 17.04.2015).
- Duit, Reinders (1996): Lernen als Konzeptwechsel. In: Reinders Duit und Christoph von Rhöneck (Hg.): Lernen in den Naturwissenschaften. Beiträge zu einem Workshop an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN, 151), S. 145–162.
- Einsiedler, Wolfgang; Martschinke, Sabine; Mammermeyer, Gisela (2008): Die Grundschule zwischen Heterogenität und gemeinsamer Bildung. In: Kai S. Cortina, Jürgen Baumert, Achim Leschinsky, Karl Ulrich Mayer und Luitgard Trommer (Hg.): Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland.

- Strukturen und Entwicklungen im Überblick; [der neue Bericht des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung]. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl, S. 325–374.
- Einsiedler, Wolfgang; Schirmer, Gudrun (1986): Sachunterrichtsreform und Unterrichtsgestaltung. Eine Analyse von Schülerarbeitsmappen 1968-1981. In: *Die Deutsche Schule* 78 (3), S. 316–326, zuletzt geprüft am 16.01.2014.
- Engl, Alexander; Risch, Björn (2014): CHEMIE PUR: Unterrichten im Freiland mit Naturstoffen. In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie* 25 (144), S. 34–37.
- Ernst, Christine (Hg.) (2001): Duden, Basiswissen Schule Chemie. Mannheim: Dudenverlag.
- Feige, Bernd (2004): Der Sachunterricht und seine Konzeptionen. Historische, aktuelle und internationale Entwicklungen. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Ferla, Johan; Valcke, Martin; Cai, Yonghong (2009): Academic self-efficacy and academic self-concept: Reconsidering structural relationships. In: *Learning and Individual Differences* 19, S. 499–505.
- Fischler, Helmut (Hg.) (2000): Concept mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie. Berlin: Logos-Verl.
- Flick, Uwe (2011): Triangulation. Eine Einführung. 3. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden (Qualitative Sozialforschung, 12).
- Flick, Uwe (2013): Triangulation in der qualitativen Forschung. In: Uwe Flick, Ernst von Kardorff und Ines Steinke (Hg.): *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. 10. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl, S. 309–318.
- Fonds der Chemischen Industrie im Verband der Chemischen Industrie e.V. Online verfügbar unter <https://www.vci.de/fonds/startseite.jsp> (letzter Zugriff: 07.04.2015).
- Fußangel, Kathrin; Schellenbach-Zell, Judith; Gräsel, Cornelia (2008): Die Verbreitung von Chemie im Kontext. Entwicklung der symbiotischen Implementationsstrategie. In: Reinhard Demuth (Hg.): *Chemie im Kontext. Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzepts*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- Gebhard, Ulrich (2008): Die Bedeutung von Naturerfahrungen in der Kindheit. In: Hans-Joachim Schemel (Hg.): *Kinder und Natur in der Stadt. Spielraum Natur; ein Handbuch für Kommunalpolitiker, Planer sowie Eltern und Agenda-21-Initiativen; [Dokumentation der wichtigsten Beiträge zum Kongress "Kinder und Natur in der Stadt" vom 24. und 25. November 2005 in München, ergänzt durch weitere Beiträge zum Thema]*. Bonn- Bad Godesberg: BfN (BfN-Skripten, 230), S. 27–44.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2002): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollst. überarb. u. erw. Ausg.* Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Ginsburg, Herbert; Opper, Sylvia (1988): *Piaget's theory of intellectual development*. 3. Aufl. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Gläser, Eva; Schomaker, Claudia (2014): Zur aktuellen Situation sachunterrichtsbezogener Studiengänge in den Bundesländern. In: *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V.* Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 43–48.
- Gräber, Wolfgang (1992): Untersuchungen zum Schülerinteresse an Chemie und Chemieunterricht. In: *Chemie in der Schule* 39 (7/8), S. 270–273.
- Gräber, Wolfgang; Lindner, Martin (2009): Interessensstudie Chemieunterricht: Vergleich 1990 - 2008. In: Dietmar Höttecke (Hg.): *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Schwäbisch Gmünd 2008*. Münster: Lit (Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, 29), S. 92–94.

- Gräber, Wolfgang; Nentwig, Peter (2002): Scientific Literacy - Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In: Wolfgang Gräber, Peter Nentwig, Thomas Koballa und Robert Evans (Hg.): Scientific literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Leske u. Budrich, S. 7–20.
- Gröger, Martin (2010): Das Freilandlabor FLEX in der Lehrerbildung. Ein Ansatz, Lehramtsstudierenden des Sachunterrichts chemische Wandlungsphänomene näher zu bringen. In: *www.widerstreit-sachunterricht.de* (15), S. 1–6. Online verfügbar unter <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebene/superworte/naturwiss/groeger.pdf>. (letzter Zugriff: 17.04.2015)
- Gröger, Martin; Janssen, Mareike; Spitzer, Philipp; Wurm, Katharina (2013): Naturwissenschaften naturnah erleben. Das Freilandlabor FLEX als Chance, naturwissenschaftliche Betrachtungen bei naturbezogenen Phänomenen zu beginnen. In: Peter Becker (Hg.): Abenteuer, Natur und frühe Bildung. Opladen: Budrich, S. 269–287.
- Gröger, Martin; Janssen, Mareike; Spitzer, Philipp; Wurm, Katharina; Brovelli, Dorothee; Fuchs, Karin et al. (2012): Das Freilandlabor mit Experimentierfeld (FLEX) als außerschulischer und außeruniversitärer Lernstandort. In: Dorothee Brovelli und Karin Fuchs (Hg.): Kompetenzentwicklung an ausserschulischen Lernorten. Berlin u. a: Lit (Ausserschulische Lernorte - Beiträge zur Didaktik. 2), S. 11–34.
- Gröger, Martin; Krischer, Daniela; Spitzer, Philipp (2014): Chemieunterricht? Draußen! In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie* 25 (144), S. 2–7.
- Gröger, Martin; Ziemek, Hans-Peter; Höttecke, Dietmar (2009): FLEX: Freilandlabor mit Experimentierfeld. In: Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung. In Schwäbisch Gmünd 2008. Münster: Lit Verl (Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 29; Jahrestagung / Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 2008), S. 474–476.
- Grygier, Patricia (2005): Wissenschaftsverständnis - schon in der Grundschule. In: Diethard Cech und Hartmut Giest (Hg.): Sachunterricht in Praxis und Forschung - Erwartungen an die Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn/Obb: Klinkhardt (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 15), S. 177–189.
- Hallpap, Peter; Klein, Otmar; Lux, Friedrich (2002): Die Fachsprache im Chemieunterricht. In: Peter Pfeifer (Hg.): Konkrete Fachdidaktik Chemie. 3. Aufl. München: Oldenbourg, S. 73–89.
- Harlen, Wynne (1997): Primary Teachers' Understanding in Science and its Impact in the Classroom. In: *Research in Science Education* 27 (3), S. 323–337.
- Harlen, Wynne; Holroyd, Colin (1997): Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching. In: *International journal of science education* 19 (1), S. 93–105.
- Heitzmann, Anni (2007): Naturwissenschaftsunterricht im Spannungsfeld: Wie steht die Lehrerbildung dazu? In: Dietmar Höttecke (Hg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Münster [u. a.]: Lit (Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, 27), S. 68–80.
- Heran-Dörr, Eva (2007): Die Qualität von naturwissenschaftsbezogenem Sachunterricht durch Lehrerfortbildung weiterentwickeln. In: Kornelia Möller, Christina Beinbrech, Petra Hanke, Anna Katharina Hein, Thilo Kleickmann und Ruth Schages (Hg.): Qualität von Grundschulunterricht. Entwickeln, erfassen und bewerten. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften/GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, S. 159–162.
- Herkner, Werner (1986): Psychologie. Wien: Springer.
- Hoffmann, Joachim; Engelkamp, Johannes (2013): Lern- und Gedächtnispsychologie. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hofheinz, Volker (2008): Erwerb von Wissen über "Nature of Science". Eine Fallstudie zum Potenzial impliziter Aneignungsprozesse in geöffneten Lehr-Lern-Arrangements am Beispiel von Chemieunterricht. Siegen: Univ. Siegen, Diss.
- Hofstätter, Peter R. (1959): Zur Problematik der Profilmethode. In: *Diagnostica* (Band 5), S. 19–25.

- Hofstätter, Peter R. (1990): Gruppendynamik. Kritik der Massenpsychologie. 2. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt (Rowohlts Enzyklopädie, 1680).
- Höger, Rainer (2011): Aufmerksamkeit und Blickbewegung. Wie wir Bilder durchmustern. In: Klaus Sachs-Hombach und Rainer Totzke (Hg.): Bilder - sehen - denken. Zum Verhältnis von begrifflich-philosophischen und empirisch-psychologischen Ansätzen in der bildwissenschaftlichen Forschung. Köln: von Halem, S. 253–264.
- Holstermann, Nina; Bögeholz, Susanne (2007): Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 13 (p71-86; 630 KB), S. 71-86.
- Horton, H. Robert; Moran, Laurence A.; Scrimgeour, K. Gray; Perry, Marc D.; Rawn, J. David; Biele, Carsten (2008): Biochemie. 4. Aufl. München: Pearson Studium (bio - Biologie).
- Janich, Peter (1992): Chemie als Kulturleistung. In: Jürgen Mittelstrass, Günter Stock und Martin Carrier (Hg.): Chemie und Geisteswissenschaften. Versuch einer Annäherung. Berlin: Akademie Verlag, S. 161–173.
- Janssen, Mareike; Spitzer, Philipp; Gröger, Martin (2014a): Durch Naturbezug mehr Chemie im Sachunterricht. In: Sascha Bernholt (Hg.): Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht. Jahrestagung München 2013: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (34), S. 405–407.
- Janssen, Mareike; Wurm, Katharina; Gröger, Martin (2014b): Naturerleben als Ausgangspunkt chemischen Lernens. Das FLEX als außerschulischer und außeruniversitärer Lernort. In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie* 25 (144), S. 38–42.
- Kalowsky, Johannes; Sbresny, Till; Brämer, Rainer (2010): Das Naturbild von Lehrern. Natur subjektiv. Hg. v. Studien zur Natur-Beziehung in der Hightech-Welt. natursoziologie.de (4).
- Kaufmann, Helmut (2000): Chemieunterricht und das Problem der antagonistischen Sicht von "Natur" und "Chemie". Zur grundlegenden Bedeutung unterschiedlichen Wissens und Wertens im Zusammenhang mit Lehr- und Lernprozessen. Univ. Siegen, Diss. Siegen, 1999. Münster, Hamburg: Lit (Naturwissenschaft und Technik - Didaktik im Gespräch, 34).
- Kleickmann, Thilo; Brehl, Theresia; Saß, Steffani; Prenzel, Manfred; Köller, Olaf (2012): Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In: Wilfried Bos, Heike Wendt, Olaf Köller und Christoph Selzer (Hg.): TIMSS 2011. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann, S. 123–169.
- Kleickmann, Thilo; Gais, Berenika; Möller, Kornelia (2005): Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht. Gibt es einen Zusammenhang zwischen Vorstellungen und Lehrerausbildung? In: Diethard Cech und Hartmut Giest (Hg.): Sachunterricht in Praxis und Forschung - Erwartungen an die Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn/Obb: Klinkhardt (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 15), S. 167–176.
- Kleickmann, Thilo; Jonen, Angela; Möller, Kornelia (2004): Für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht qualifizieren. Eine Aufgabe der Lehrerfortbildung. In: *Grundschule* 36 (6), S. 27–29.
- Kleinhüchelkotten, Silke; Neitzke, H.-Peter (2012): Naturbewusstsein 2011. Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt; Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Hannover: ECOLOG-Institut für sozial-ökologische Forschung und Bildung.
- Köhnlein, Walter (2000): Wirklichkeit erschließen und rekonstruieren - Herausforderung für den Sachunterricht. In: Joachim Kahlert, Elke Inckemann und Angelika Speck-Hamdan (Hg.): Grundschule: sich Lernen leisten. Theorie und Praxis. Neuwied: Luchterhand (Beiträge zur Schulentwicklung), S. 59–72.

- Köhn, Maja (2014): Was ist was? Biochemie, chemische Biologie et al. In: *Nachrichten aus der Chemie* 62 (2), S. 142–144.
- Kopp, Bärbel; Martschinke, Sabine; Giest, Hartmut; Wiesemann, Jutta (2008): Kompetenzgefühl und Selbstwirksamkeit Studierender im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. In: Hartmut Giest und Jutta Wiesemann (Hg.): *Kind und Wissenschaft. Welches Wissenschaftsverständnis hat der Sachunterricht?* Bad Heilbrunn: Klinkhardt (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. 18), S. 83–95.
- Krapp, Andreas (1998): Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. In: *Psych. Erz. Unterr.* 45, S. 185–201.
- Krischer, Daniela; Gröger, Martin (2013): Chemieunterricht in naturnaher Umgebung und naturbezogenen Kontexten - eine Konzeptidee. In: Sascha Bernholt (Hg.): *Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel*, S. 563–565.
- Krumbacher, Christina (2009): "Harte" Naturwissenschaften im Sachunterricht - eine Diskussionsgrundlage. In: *www.widerstreit-sachunterricht.de* (13), S. 1–6. Online verfügbar unter <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebene/superworte/naturwiss/hart.pdf>. (letzter Zugriff: 17.04.2015).
- Küchler-Krischun, Jonna; Schell, Christina; Erdmann, Karl-Heinz; Mues, Andreas W. (2014): *Naturbewusstsein 2013. Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt*. Berlin: BMUB.
- Kuckartz, Udo (2012): *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Weinheim: Beltz Juventa.
- Kunter, Mareike (2011): Forschung zur Lehrermotivation. In: Ewald Terhart, Hedda Bennewitz und Martin Rothland (Hg.): *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*. Münster: Waxmann, S. 527–539.
- Labudde, Peter; Bruggmann Minning, Martina (2010): *Der Heterogenität begegnen*. In: Peter Labudde (Hg.): *Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1. - 9. Schuljahr. 1. Aufl.* Bern; Wien u. a: Haupt, S. 197–210.
- Lamnek, Siegfried (2005): *Qualitative Sozialforschung. Lehrbuch. 4. Aufl.* Weinheim, Basel: Beltz, PVU (Lehrbuch).
- Landwehr, Brunhild (2002): *Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*. Zugl.: Lüneburg, Univ, Berlin.
- Lange, Kim; Kleickmann, Thilo; Tröbst, Steffen; Möller, Kornelia (2012): *Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften und multiple Ziele im naturwissenschaftlichen Sachunterricht*. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 15 (1), S. 55–75.
- Langlet, Jürgen; Schaefer, Gerhard (2008): *Einstellungen zu den Naturwissenschaften und naturwissenschaftlich relevante Haltungen bei deutschen und japanischen Jugendlichen. Eine neue Perspektive zur PISA-Debatte*. Frankfurt, M.; Berlin, Bern, Bruxelles, New York, NY, Oxford, Wien: Lang.
- LernortLabor - Bundesverband der Schülerlabore e.V. Online verfügbar unter <http://www.lernortlabor.de/data.php?tl=12> (letzter Zugriff: 07.04.2015).
- Lewis, David (2012): Bread-making: teaching science in primary school. In: *Science in School* (23), S. 33–37.
- Limke, Ulrike (1996): Welchen Beitrag kann die Chemie bei der universitären Ausbildung von Primarstufenlehrerinnen und -lehren leisten? In: Brunhilde Marquardt-Mau, Walter Köhnlein, Diethard Cech und Roland Lauterbach (Hg.): *Lehrerbildung Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 6), S. 217–223.
- Löwe, Bernd (1992): Bernd Löwe über Stefan Werths: Mensch-Chemie-Natur. Grundlegende Einstellungen von Lernenden und ihre Bedeutung. In: *Chimica Didactica* (18), S. 165–170.
- Lück, Gisela (1999): Faszination unbelebte Natur. In: *Grundschule* 31 (12), S. 46–49.

- Lück, Gisela (2000): Interesse und Motivation im frühen Kindesalter. Untersuchungen zur Primärbegegnung mit Naturphänomenen im Vorschulalter. In: Brechel, Renate (Hg.): *Zur Didaktik der Physik und Chemie*, S. 32-44.
- Lück, Gisela (2002): Interesse für die unbelebte Natur wecken. In: *Grundschule* (2), S. 48–49.
- Lutz, Bernd; Pfeifer, Peter (2002): Fachwissenschaft, Lebenswirklichkeit und Chemieunterricht. In: Peter Pfeifer (Hg.): *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. 3. Aufl. München: Oldenbourg, S. 36–72.
- Markl, Hubert (1987): Biologie und Chemie: Die Zukunft einer Wechselwirkung. In: *Nachrichten aus Chemie, Technik und Laboratorium* 35 (11), S. 1128–1138.
- Markl, Hubert (1989): Die ökologische Wirklichkeit. In: Rudolf Wildenmann (Hg.): *Stadt, Kultur, Natur. Chancen zukünftiger Lebensgestaltung ; Studie im Auftrag der Landesregierung Baden-Württemberg; Baden-Baden: Nomos (Schriftenreihe zur gesellschaftlichen Entwicklung, 4)*, S. 72–89.
- Markl, Hubert (1991): Die Natürlichkeit der Chemie. Über das modische Mißtrauen in die Chemie und die Sehnsucht nach sanfter Natürlichkeit. In: *Die Zeit Online*, 06.12.1991 (50), S. 1–8. Online verfügbar unter <http://www.zeit.de/1991/50/die-natuerlichkeit-der-chemie>. (letzter Zugriff: 17.04.2015)
- Markl, Hubert (1992): Die Natürlichkeit der Chemie. In: Jürgen Mittelstrass, Günter Stock und Martin Carrier (Hg.): *Chemie und Geisteswissenschaften. Versuch einer Annäherung*. Berlin: Akademie Verlag, S. 139–157.
- Mayring, Philipp (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 11. Aufl. Weinheim: Beltz (Beltz Pädagogik).
- Merzyn, Gottfried (2008): *Naturwissenschaften, Mathematik, Technik - immer unbeliebter? Die Konkurrenz von Schulfächern um das Interesse der Jugend im Spiegel vielfältiger Untersuchungen*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Metzger, Susanne (2010): *Die Naturwissenschaften fächerübergreifend vernetzen*. In: Peter Labudde (Hg.): *Fachdidaktik Naturwissenschaft*. 1. - 9. Schuljahr. 1. Aufl. Bern ; Wien u. a: Haupt, S. 30–44.
- MINT-Atlas 3 – 10 für Deutschland. Online verfügbar unter <http://www.znl-mintatlas3-10.de/> (letzter Zugriff: 07.04.2015).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2008): *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen. Deutsch, Sachunterricht, Mathematik, Englisch, Musik, Kunst, Sport, Evangelische Religionslehre, Katholische Religionslehre*. 1. Aufl. Frechen: Ritterbach (Schule in NRW, 2012).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2013): *Das Schulwesen in Nordrhein-Westfalen aus quantitativer Sicht 2012/13. Statistische Übersicht 379 – 1. Auflage*. Hg. v. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2014): *Verordnung über die Ausbildung und die Abschlussprüfungen in der Sekundarstufe I (Ausbildungs- und Prüfungsordnung Sekundarstufe I – APO-S I)*. Online verfügbar unter https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Recht/Schulrecht/APOen/HS-RS-GE-GY-SekI/APO_SI.pdf (letzter Zugriff: 08.04.2015).
- Möller, Jens; Brandt, Alexander; Herbers, Rudolf; Lück, Gisela; Kohse-Höinghaus, Katharina (2004a): *Schon im Grundschulalter für Chemie interessieren. Empirische Ergebnisse von Schülerbefragungen zum Mitmachlabor Teutolab*. In: *Grundschule* (4), S. 54–57.
- Möller, Kornelia (1996): *Zum Verhältnis von Theorie und Praxis in der universitären Ausbildung von Sachunterrichtslehrern*. In: Brunhilde Marquardt-Mau, Walter Köhnlein, Diethard Cech und Roland Lauterbach (Hg.): *Lehrerbildung Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 6), S. 111–122.

- Möller, Kornelia (2001a): Genetisches Lehren und Lernen. Facetten eines Begriffs. In: Walter Köhnlein, Diethard Cech, Bernd Feige, Joachim Kahlert, Gerhard Löffler, Helmut Schreier et al. (Hg.): Die Aktualität der Pädagogik Martin Wagenscheins für den Sachunterricht. Walter Köhnlein zum 65. Geburtstag. 1. Aufl. Bad Heilbrunn, Obb: Klinkhardt.
- Möller, Kornelia (2001b): Wissenserwerb und Wissensqualität im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht. In: Joachim Kahlert und Elke Inckemann (Hg.): Wissen, Können und Verstehen - über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht. 1. Aufl. Bad Heilbrunn/Obb: Klinkhardt (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 11), S. 115–126.
- Möller, Kornelia (2002): Anspruchsvolles Lernen in der Grundschule - am Beispiel naturwissenschaftlich-technischer Inhalte. In: *Pädagogische Rundschau* 56 (4), S. 411–435.
- Möller, Kornelia; Jonen, Angela; Hardy, Ilonca; Stern, Elsbeth (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: Manfred Prenzel und Jörg Doll (Hg.): Bildungsqualität von Schule. Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen 45. Weinheim [u. a.]: Beltz, S. 176–191.
- Möller, Kornelia (2004): Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule. Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In: Hans Merkens (Hg.): Lehrerbildung: IGLU und die Folgen. Opladen: Leske + Budrich, S. 65–84.
- Möller, Kornelia; Kleickmann, Thilo; Jonen, Angela (2004b): Zur Veränderung des naturwissenschaftsbezogenen fachspezifisch-pädagogischen Wissens von Grundschullehrkräften durch Lehrerfortbildungen. In: Andreas Hartinger und Maria Fölling-Albers (Hg.): Lehrerkompetenzen für den Sachunterricht. Bad Heilbrunn/Obb: Klinkhardt (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 14), S. 231–241.
- Möller, Kornelia (2007): "Primary Science" - ein internationaler Überblick. In: Dietmar Höttecke (Hg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Münster [u. a.]: Lit (Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, 27), S. 98–121.
- Möller, Kornelia; Kleickmann, Thilo; Sodian, Beate (2011): Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich. In: Wolfgang Einsiedler, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Friederike Heinzel, Joachim Kahlert und Uwe Sandfuchs (Hg.): Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 509–517.
- Mortimer, Charles E.; Müller, Ulrich; Beck, Johannes (2014): Chemie. Das Basiswissen der Chemie. 11. Aufl. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag KG. Online verfügbar unter http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/1366402. (letzter Zugriff: 17.04.2015).
- Moser, Heinz (1995): Grundlagen der Praxisforschung. Freiburg im Breisgau: Lambertus (Darmstädter Beiträge zu Studium und Praxis, 4).
- Multrus, Frank (2012): Forschung und Praxis im Studium. Befunde aus Studierendensurvey und Studienqualitätsmonitor. Bonn: BMBF (Wissenschaft - Ideen zünden!).
- Mummendey, Hans Dieter; Grau, Ina (2008): Die Fragebogen-Methode. 5. Aufl. Göttingen; Wien u. a: Hogrefe.
- Murmann, Lydia (2005): Zur Angemessenheit komplexer Inhalte im Studium für die Primarstufe: Das Seminar "Raum, Zeit, Einstein". In: Margarete Götz und Karin Müller (Hg.): Grundschule zwischen den Ansprüchen der Individualisierung und Standardisierung. Dordrecht: Springer (Jahrbuch Grundschulforschung), S. 263–268.
- Murphy, Colette; Neil, Peter; Beggs, Jim (2007): Primary science teacher confidence revisited: ten years on. In: *Educational Research* 49 (4), S. 415–430.
- Novak, Joseph D. (1990): Concept Mapping: A Useful Tool for Science Education. In: *Journal for Research in Science Teaching* 2 (10), S. 937–949.

- Novak, Joseph D. (2010): Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. In: *Journal of e-Learning and Knowledge Society* 6 (3), S. 21–30.
- Novak, Joseph D.; Cañas, Alberto J. (2006): The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. In: *Technical Report IHMC CmapTools* (01), S. 1–33.
- Nultsch, Wilhelm (1996): Allgemeine Botanik. Glossar mit 752 Stichworten. 10. Aufl. Stuttgart u. a: Thieme (Flexibles Taschenbuch).
- Obst, Heinz; Sommer, Katrin (2002): Prinzipien der Stoffauswahl und -anordnung - Überblick. In: Peter Pfeifer (Hg.): *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. 3. Aufl. München: Oldenbourg, S. 168–180.
- Ohle, Annika; Fischer, Hans Ernst; Kauertz, Alexander (2011): Der Einfluss des physikalischen Fachwissens von Primarstufenlehrkräften auf Unterrichtsgestaltung und Schülerleistung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 17, S. 357–389.
- Oldemeyer, Ernst (1983): Entwurf einer Typologie des menschlichen Verhältnisses zur Natur. In: Götz Grossklaus, Ernst Oldemeyer und Henning Eichberg (Hg.): *Natur als Gegenwelt. Beiträge zur Kulturgeschichte der Natur*. Karlsruhe: Von Loeper (Karlsruher kulturwissenschaftliche Arbeiten), S. 15–42.
- OECD (2000): *Measuring Student Knowledge and Skills. The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Online verfügbar unter <http://kurzlink.de/bkZ8lt4eu> (letzter Zugriff: 08.04.2015)
- Osborne, Jonathan; Simon, Shirley; Collins, Sue (2003): Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. In: *International journal of science education* 25 (9), S. 1049–1079.
- Osgood, Charles E.; Suci, George J.; Tannenbaum, Percy H. (1971): *The Measurement of Meaning*. Urbana, Chicago, London: University of Illinois Press.
- Parchmann, Ilka; Ralle, Bernd; Di Fuccia, David-S. (2008): Entwicklung und Struktur der Unterrichtskonzeption Chemie im Kontext. In: Reinhard Demuth (Hg.): *Chemie im Kontext. Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzepts*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, S. 9–48.
- Pech, Detlef (2009): Sachunterricht - Didaktik und Disziplin. Annäherungen an ein Sachlernverständnis im Kontext der Fachentwicklung des Sachunterrichts und seiner Didaktik. In: *www.widerstreit-sachunterricht.de* (13), S. 1–10. Online verfügbar unter http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebene/didaktiker/pech/did_dis.pdf. (letzter Zugriff: 17.04.2015).
- Peschel, Markus (2007): Wer unterrichtet unsere Kinder? SUN - Sachunterricht in Nordrhein-Westfalen. In: Kornelia Möller, Christina Beinbrech, Petra Hanke, Anna Katharina Hein, Thilo Kleickmann und Ruth Schages (Hg.): *Qualität von Grundschulunterricht. Entwickeln, erfassen und bewerten*. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, S. 171–174.
- Pfeifer, Peter (2002): Chemie - ein schwieriges Unterrichtsfach? In: Peter Pfeifer (Hg.): *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. 3. Aufl. München: Oldenbourg, S. 120–154.
- Prenzel, Manfred; Geiser, Helmut; Langeheine, Rolf; Lobemeier, Kristin (2003): Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In: Wilfried Bos, Eva-Maria Lankes, Manfred Prenzel, Knut Schwippert, Gerd Walther und Renate Valtin (Hg.): *Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann, S. 143–187.
- Prenzel, Manfred; Lankes, Eva-Maria; Minsal, Beate (2000): Interessensentwicklung in Kindergarten und Grundschule: Die ersten Jahre. In: Ulrich Schiefele und Klaus-Peter Wild (Hg.): *Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung*. Münster u. a: Waxmann, S. 11–30.
- Ramseger, Jörg (2009): Experimente, Experimente! Was lernen Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht? In: *Die Grundschulzeitschrift* 23 (225/226), S. 14–17.

- Rehm, Markus (2006): Allgemeine naturwissenschaftliche Bildung - Entwicklung eines vom Begriff "Verstehen" ausgehenden Kompetenzmodells. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 12, S. 23–44.
- Risch, Björn; Lück, Gisela (2004): Stiefkinder des Sachunterrichts. Lehrplananalyse des naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts. In: *Grundschule* 36 (10), S. 63–66.
- RÖMPP: Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart. Online verfügbar unter <https://www.thieme.de/de/thieme-chemistry/roempp-54669.htm> (letzter Zugriff: 18.04.2015).
- Royal Society of Chemistry: Chemistry Trails by Peter Borrows. Online verfügbar unter: http://www.rsc.org/Education/EiC/topics/Chemistry_trails.asp (letzter Zugriff: 18.04.2015).
- Ruiz-Primo, Maria A.; Shavelson, Richard J. (1996): Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment. In: *Journal for Research in Science Teaching* 33 (6), S. 569–600.
- Schaefer, Gerhard; Manitz-Schaefer, Regina (2002): Zickzack-Lernen. Ein erfolgreicher Weg vom Halbwissen zum Wissen. Frankfurt am Main; New York: P. Lang.
- Schaefer, Christine (2002): Forschung zur Lehrerbildung in Deutschland – eine bilanzierende Übersicht der neueren empirischen Studien. In: *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften* (24), S. 65–88.
- Scharf, Volker; Werth, Stefan (1989): Einstellungen und Chemieunterricht - Was bleibt eigentlich? In: *Chimica Didactica* (15), S. 55–70.
- Schick, Elisabeth (2012): Image und Akzeptanz der Chemie. Vertrauen braucht Zeit. In: *chemie report* (6), S. 12–13. Online verfügbar unter https://www.vci.de/Downloads/Publikation/chemie-report/cr2012_06.pdf (letzter Zugriff: 19.02.2014).
- Schiepe-Tiska, Anja; Schöps, Katrin; Rönnebeck, Silke; Köller, Olaf; Prenzel, Manfred (2013): Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2012: Ergebnisse und Herausforderungen. In: Manfred Prenzel, Christine Saelzer, Eckhard Klieme und Olaf Koeller (Hg.): PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland. Münster: Waxmann, S. 189–215.
- Schreier, Helmut (2011): Sachunterricht können. Ein Modell für die Lehrerbildung auf der Grundlage des Perspektivrahmens Sachunterricht. Braunschweig: Westermann.
- Schreier, Helmut (2013): Forum 20 Jahre GDSU: Der Perspektivrahmen Sachunterricht. In: Hans-Joachim Fischer, Hartmut Giest und Detlef Pech (Hg.): Der Sachunterricht und seine Didaktik. Bestände prüfen und Perspektiven entwickeln. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (Schriftenreihe der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e. V., 23), S. 33–37.
- Schrempp, Inge; Sodian, Beate (1999): Wissenschaftliches Denken im Grundschulalter. Die Fähigkeit zur Hypothesenprüfung und Evidenzevaluation im Kontext der Attribution von Leistungsergebnissen. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und pädagogische Psychologie* 31 (2), S. 67–77.
- Schulz, Siegfried (2004): Erlebnis Naturwissenschaft. Ein Lehr- und Arbeitsbuch. 1. Aufl. Braunschweig: Schroedel.
- Schwarzer, Ralf; Warner, Lisa Marie (2011): Forschung zur Selbstwirksamkeit bei Lehrerinnen und Lehrern. In: Ewald Terhart, Hedda Bennewitz und Martin Rothland (Hg.): Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster: Waxmann, S. 496–510.
- Seale, Clive (2007): The quality of qualitative research. Reprinted. London: SAGE (Introducing qualitative methods).
- Shavelson, Richard J.; Lang, Heather; Lewin, Bridget (1994): On concept maps as potential "authentic" assessments in science. Los Angeles: National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CSE technical report, 388).
- Sodian, Beate (2005): Entwicklung des Denkens im Alter von vier bis acht Jahren – was entwickelt sich? In: Titus Guldemann und Bernhard Hauser (Hg.): Bildung 4- bis 8-jähriger Kinder. 1. Aufl. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, S. 9–28.

- Sodian, Beate; Thoermer, Claudia; Kircher, Ernst; Grygier, Patricia; Günther, Johannes (2002): Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule. In: Manfred Prenzel und Jörg Doll (Hg.): *Bildungsqualität von Schule. Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen* 45. Weinheim [u. a.]: Beltz, S. 192–206.
- Sokolowski, Kurt (2013): *Allgemeine Psychologie für Studium und Beruf*. München u. a.: Pearson Higher Education (Ps: Psychologie).
- Spering, Miriam; Schmidt, Thomas (2009): *Allgemeine Psychologie. Kompakt; Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Denken, Sprache; mit Online-Materialien*. 1. Aufl. Weinheim: Beltz, PVU (Kompakt).
- Spitzer, Philipp; Gröger, Martin (2013): Chemie in naturnaher Umgebung und naturbezogenen Kontexten schon im Sachunterricht. In: Sascha Bernholt (Hg.): *Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel*, S. 572–574.
- Spitzer, Philipp; Gröger, Martin (2014): Chem-Tracking. Mit GPS auf der Spur der Chemie. In: Sascha Bernhold (Hg.): *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht. Jahrestagung München 2013: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel* (34), S. 402–404.
- Steffensky, Mirjam (2012): Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule. Was hat sich in den letzten Jahren getan? In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie* 23 (130/131), S. 39–43.
- Stern, Elsbeth (2002): Wie abstrakt lernt das Grundschulkind? Neuere Ergebnisse der entwicklungspsychologischen Forschung. In: *Individuelles und soziales Lernen in der Grundschule - Kindperspektive und pädagogische Konzepte (Jahrbuch Grundschulforschung No. 5)*, S. 27–42.
- Stevens, Carol; Wenner, George (1996): Elementary Preservice Teachers' Knowledge and Beliefs Regarding Science and Mathematics. In: *School Science and Mathematics* 96 (1), S. 2–9.
- Strunck, Ulrich; Lück, Gisela; Demuth, Reinhard (1998): Der naturwissenschaftliche Sachunterricht in Lehrplänen, Unterrichtsmaterialien und Schulpraxis - Eine quantitative Analyse der Entwicklung der letzten 25 Jahre. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 4 (1), S. 69–80.
- Tänzer, Sandra (2014): Konzeptionen und Positionen der Didaktik des Sachunterrichts in der Gegenwart. In: *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V. Bad Heilbrunn: Klinkhardt*, S. 57–74.
- Tiemann, Rüdiger (1999): *Analyse individueller Wissensstrukturen im Kontext Chemie mit Hilfe eines neuen Mapping-Verfahrens*. Münster: Lit.
- Tosun, Tarik (2000): The Beliefs of Preservice Elementary Teachers Toward Science and Science Teaching. In: *School Science and Mathematics* 100 (7), S. 374–379.
- Universität Siegen: Studierenden- und Absolventenstatistik 2010-2012. Online verfügbar unter <http://kurzlink.de/C1uqAvvIW> (letzter Zugriff: 08.04.2015).
- Vetrovsky, C.; Anton, M. (2008): Vom Naturerleben zur Naturwissenschaft. Motivationstransfer vom Sach- zum Fachinteresse. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule* 57 (3), S. 32–34.
- Wagenschein, Martin (1976a): *Die pädagogische Dimension der Physik*. 4. Aufl. Braunschweig: Westermann (Grundthemen der pädagogischen Praxis).
- Wagenschein, Martin (1976b): Rettet die Phänomene! In: *Scheidewege* 6, S. 77–93.
- Wagenschein, Martin (2008): *Verstehen lehren. Genetisch, sokratisch, exemplarisch*. 4. Aufl. Weinheim: Beltz (Beltz-Taschenbuch, 22).
- Wagenschein, Martin; Buck, Peter; Köhnlein, Walter (1981): Martin Wagenschein. Ein Interview zu seinem Lebenswerk. In: *Chimica Didactica* (7), S. 161–175.
- Weinert, Franz E. (2002): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Franz E. Weinert (Hg.): *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim: Beltz, S. 17–32.

- Weise, Georg (1975): *Psychologische Leistungstests*. Göttingen, Zürich: Hogrefe.
- Weitze, Marc-Denis (2007): Schöne Natur - böse Chemie? In: *Nachrichten aus der Chemie* 55, S. 140–141.
- Werth, Stefan (1991): *Mensch - Chemie - Natur. Grundlegende Einstellungen von Lernenden und ihre Bedeutung*. Univ. Siegen, Diss. Essen: Westarp-Wiss. (Naturwissenschaften und Unterricht, 12).
- Weusmann, Birgit (2013): *Überzeugungen zu Freilandunterricht bei angehenden Biologie- und Sachunterrichtslehrpersonen*. Oldenburg: BIS der Universität Oldenburg.
- White, Richard T.; Gunstone, Richard F. (1992): *Probing understanding*. London, New York: Falmer.
- Winteler, Adi (2000): Zur Bedeutung der Qualität der Lehre für die Lernmotivation Studierender. In: Ulrich Schiefele und Klaus-Peter Wild (Hg.): *Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung*. Münster u. a: Waxmann, S. 133–144.
- Wodzinski, Rita (2011): *Naturwissenschaftliche Fachkonzepte anbahnen - Anschlussfähigkeit verbessern*. Kiel: IPN Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel (Handreichungen des Programms SINUS an Grundschulen).
- Wöhrmann, Holger (1996): Umwelt erkunden. Chemie im naturwissenschaftlichen Aspekt des Sachunterrichts? In: *Grundschulunterricht* 43 (4), S. 21–22.
- Woyke, Andreas; Gröger, Martin; Scharf, Volker (2009): "Erlebbarere Zusammenhänge" als wesentlicher Gesichtspunkt bei der Konzipierung des Science Forums in Siegen. Anmerkungen zur Kultur von Schülerlaboren an wissenschaftlichen Einrichtungen. In: *Chimica et ceterae artes rerum naturae didacticae* 35 (102), S. 55–79.
- Zimmermann, Thomas Ede (2014): *Einführung in die Semantik*. Darmstadt: WBG Wiss. Buchges (Einführung Germanistik).

9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der eingesetzten Methoden zur Untersuchung der Seminarwirkung	5
Abbildung 2: Stellenwert der einzelnen Bereiche des Sachunterrichts (Spitzer und Gröger 2013, S. 573)	27
Abbildung 3: Beispiel der Aufgabenstellung (Tiemann 1999, S. 81)	85
Abbildung 4: Für das Own Word Mapping verwendete Zeichnungen (Blume verändert nach: http://www.schulbilder.org/malvorlage-blume-i9978.html , zuletzt aufgerufen am 24.04.2015)	87
Abbildung 5: Fotografie eines Fischkutters auf der Nordsee (erworben vom Fotografen Artur Schindler)	95
Abbildung 6: Fotografie eines Kreidefelsens auf Rügen (mit freundlicher Genehmigung des Fotografen Hellfried Reuschel; veröffentlicht unter: http://www.die-kreidefelsenauf-ruegen.de/0322ba9fe61047f1c/index.html , zuletzt aufgerufen am 19.04.2015)	96
Abbildung 7: Fotografie eines Lagerfeuers am See (erworben von: http://www.dreamstime.com/stock-images-bonfire-1-image1270374 , zuletzt aufgerufen am 19.04.2015)	96
Abbildung 8: Gegenüberstellungen der prozentualen Zahlenwerte der Assoziationstests von Experten und Laien	100
Abbildung 9: Konzepte <i>Chemie</i> , <i>Mensch</i> , <i>Biologie</i> und <i>Natur</i> im Semantischen Differential (Spitzer und Gröger 2013, S. 527)	106
Abbildung 10: Beispiel für Own Word Maps einer Studentin vor dem Seminar (oberes Map) und nach dem Seminar (unteres Map)	113
Abbildung 11: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps vor dem Seminar	115
Abbildung 12: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps vor dem Seminar in Relation zur Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe	115
Abbildung 13: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps nach dem Seminar	116
Abbildung 14: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps nach dem Seminar in Relation zur Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe	116
Abbildung 15: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps vor und nach dem Seminar für die Seminarteilnehmenden (beim zweiten Durchgang neu hinzugekommene Begriffe sind dunkelrot gekennzeichnet)	118
Abbildung 16: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps vor und nach dem Seminar für die Kontrollgruppe (beim zweiten Durchgang neu hinzugekommene Begriffe sind dunkelblau gekennzeichnet)	118
Abbildung 17: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps der Teilnehmenden vor und nach dem Seminar in Relation zu der jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe	119
Abbildung 18: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps der Kontrollgruppe vor und nach dem Seminar in Relation zu der jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe	119

Abbildung 19: Prozentuale Unterschiede in der Anzahl der verwendeten Begriffe in den Own Word Maps nach dem Seminar verglichen mit der Anzahl der verwendeten Begriffe vor dem Seminar in Relation zur jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe	120
Abbildung 20: Absolute Anzahlen der ganzen Wege und Verzweigungen in den Own Word Maps der Teilnehmenden	123
Abbildung 21: Absolute Anzahlen der ganzen Wege und Verzweigungen in den Own Word Maps der Kontrollgruppe	123
Abbildung 22: Prozentuale Anzahlen der ganzen Wege und Verzweigungen in den Own Word Maps der Seminarteilnehmenden in Relation zu der jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Schritte	124
Abbildung 23: Prozentuale Anzahlen der ganzen Wege und Verzweigungen in den Own Word Maps der Kontrollgruppe in Relation zu der jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Schritte	124
Abbildung 24: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor dem Seminar	127
Abbildung 25: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor dem Seminar in Relation zur Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe	127
Abbildung 26: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest nach dem Seminar	128
Abbildung 27: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest nach dem Seminar in Relation zur Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe	128
Abbildung 28: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor und nach dem Seminar für die Teilnehmenden (im zweiten Durchgang neu hinzugekommene Begriffe sind dunkelrot gekennzeichnet)	129
Abbildung 29: Absolute Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor und nach dem Seminar für die Kontrollgruppe (im zweiten Durchgang neu hinzugekommene Begriffe sind dunkelblau gekennzeichnet)	129
Abbildung 30: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor und nach dem Seminar für die Teilnehmenden in Relation zur jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe	130
Abbildung 31: Prozentuale Anzahlen der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest vor und nach dem Seminar für die Kontrollgruppe in Relation zur jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe	130
Abbildung 32: Prozentuale Unterschiede in der Anzahl der verwendeten Begriffe im bildbezogenen Assoziationstest nach dem Seminar verglichen mit der Anzahl der verwendeten Begriffe vor dem Seminar in Relation zur jeweiligen Gesamtanzahl der verwendeten Begriffe	131
Abbildung 33: Konzepte <i>Chemie</i> und <i>Biologie</i> im Semantischen Differential vor und nach dem Seminar	139

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Items des schülerbezogenen Faktors	29
Tabelle 2: Items des lehrerbezogenen Faktors	29
Tabelle 3: Ergebnisse des schülerbezogenen Faktors für chemische Inhalte	30
Tabelle 4: Ergebnisse des lehrerbezogenen Faktors für chemische Inhalte	30
Tabelle 5: Übersicht über die untersuchten Zielbereiche und die jeweils verwendeten Methoden	78
Tabelle 6: Beispiel für die Zuordnung verwendeter Begriffe der Own Word Maps in die Kategorien	91
Tabelle 7: Faktoren und zugehörige Adjektivpaare des verwendeten Semantischen Differentials	107
Tabelle 8: Ausschnitt der Aufgabe zu unbewussten Einstellungen gegenüber dem Konzept <i>Chemie</i>	108
Tabelle 9: Ergebnisse der gesamten Testgruppe für die unbewussten Einstellungen gegenüber <i>Chemie</i> und <i>Biologie</i> erhoben mit dem Semantischen Differential vor und nach dem Seminar (n=19)	138
Tabelle 10: Ergebnisse der gesamten Kontrollgruppe für die unbewussten Einstellungen gegenüber <i>Chemie</i> und <i>Biologie</i> erhoben mit dem Semantischen Differential vor und nach dem Seminar (n=19)	139
Tabelle 11: Ergebnisse des schülerbezogenen Faktors für chemische Inhalte	145
Tabelle 12: Ergebnisse des lehrerbezogenen Faktors für chemische Inhalte	146
Tabelle 13: Ergebnisse des schülerbezogenen Faktors für biologische Inhalte	147
Tabelle 14: Ergebnisse des lehrerbezogenen Faktors für biologische Inhalte	147

10. Anhang

Vortest zum Own Word Mapping

Hier werden die Begriffe aufgelistet, die im Rahmen des Vortest für das Own Word Mapping von 14 Lehramtsstudierenden zur Zeichnung der Blume und des Erlenmeyerkolbens mehr als einmal vorkamen. Für die Blume wurden insgesamt 113 Begriffe gefunden, von denen 41 nur einmalig benutzt wurden. Dies entspricht durchschnittlich 8,07 Begriffen pro Person. Für den Erlenmeyerkolben wurden insgesamt 87 Begriffe notiert, von denen 26 nur einmalig verwendet wurden. Dies entspricht durchschnittlich 6,2 Begriffen pro Person.

Begriffe für das Bild der Blume	Häufigkeit
Blume	11
Sommer	9
Frühling	7
Wiese	6
Bienen	6
(bunte) Farbe	5
grün	5
Düfte/Duft	4
bunt	3
Sonne	3
schön	3
Blumenwiese	2
Natur	2
Pflanze	2
versch. Arten	2
Liebe	2

Begriffe für das Bild des Erlenmeyerkolbens	Häufigkeit
Chemie	12
Versuche/Experimente	7
Chemikalien	5
Schule	5
Glas	5
Flüssigkeit	5
Labor	3
Erlenmyerkolben	3
Chemielabor	2
giftig	2
Bunsenbrenner	2
(kann man) erhitzen	2
Becher	2
Kolben	2
Experimentieren	2
Reaktionen	2

Semantisches Differential

Folgende Aufgaben wurden räumlich getrennt in den Fragebogen integriert, der vor und nach dem Seminar von den Studierenden beantwortet wurde.

Was empfinden Sie, wenn Sie an Chemie denken?

Bitte antworten Sie schnell und spontan, auch wenn Ihnen die entsprechende Zuordnung merkwürdig vorkommt.

Markieren Sie jeweils die Position zwischen zwei Adjektiven, die Ihre Empfindung am besten beschreibt.

C H E M I E

gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	böse
aggressiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	friedlich
schön	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	hässlich
nützlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	schädlich
natürlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	unnatürlich
krank	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	gesund
wertvoll	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	wertlos
unwichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	wichtig
ungiftig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	giftig
sauber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	schmutzig

Was empfinden Sie, wenn Sie an Biologie denken?

Bitte antworten Sie schnell und spontan, auch wenn Ihnen die entsprechende Zuordnung merkwürdig vorkommt.

Markieren Sie jeweils die Position zwischen zwei Adjektiven, die Ihre Empfindung am besten beschreibt.

B I O L O G I E

gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	böse
aggressiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	friedlich
schön	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	hässlich
nützlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	schädlich
natürlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	unnatürlich
krank	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	gesund
wertvoll	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	wertlos
unwichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	wichtig
ungiftig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	giftig
sauber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	schmutzig

Geschlossene Fragen

Die folgenden Fragen wurden in Anlehnung an Möller (Möller 2004) entwickelt und in den Fragebogen integriert.

Bitte kreuzen Sie an!

		stimmt überhaupt nicht	stimmt eher nicht	stimmt eher	stimmt voll und ganz	weiß nicht
A	Es ist leicht, Grundschüler für chemische Themen zu begeistern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	Es fällt mir überwiegend leicht, chemische Themen im Sachunterricht zu behandeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	Es ist wichtig, dass Grundschüler einige chemische Themen im Sachunterricht kennenlernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	Es fällt mir leicht, chemische Themen selbstständig zu erarbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	Ich habe Interesse an chemischen Themen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	Grundschüler sind in der Lage, chemische Themen zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G	Chemische Themen im Sachunterricht motivieren Grundschüler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H	Ich fühle mich kompetent, chemische Themen im Sachunterricht zu behandeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I	Es gibt chemische Themen, die für Grundschüler angemessen sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J	Ich finde es spannend, mich mit chemischen Themen zu beschäftigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K	Es ist für Grundschüler sinnvoll, chemische Themen im Sachunterricht zu behandeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L	Ich unterrichte gerne chemische Themen im Sachunterricht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M	Ich beschäftige mich gerne mit chemischen Themen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N	Ich finde es interessant, chemische Themen im Sachunterricht zu vermitteln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O	Chemie finde ich schwierig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P	Ich habe genug Wissen, um chemische Themen im Sachunterricht behandeln zu können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q	Ich kann Kindern chemische Themen verständlich vermitteln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte kreuzen Sie an!

stimmt überhaupt nicht	stimmt eher nicht	stimmt eher	stimmt voll und ganz
---------------------------	----------------------	----------------	-------------------------

weiß nicht

A	Es ist leicht, Grundschüler für biologische Themen zu begeistern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	Es fällt mir überwiegend leicht, biologische Themen im Sachunterricht zu behandeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	Es ist wichtig, dass Grundschüler einige biologische Themen im Sachunterricht kennenlernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	Es fällt mir leicht, biologische Themen selbstständig zu erarbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	Ich habe Interesse an biologischen Themen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	Grundschüler sind in der Lage, biologische Themen zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G	Biologische Themen im Sachunterricht motivieren Grundschüler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H	Ich fühle mich kompetent, biologische Themen im Sachunterricht zu behandeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I	Es gibt biologische Themen, die für Grundschüler angemessen sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J	Ich finde es spannend, mich mit biologischen Themen zu beschäftigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K	Es ist für Grundschüler sinnvoll, biologische Themen im Sachunterricht zu behandeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L	Ich unterrichte gerne biologische Themen im Sachunterricht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M	Ich beschäftige mich gerne mit biologischen Themen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N	Ich finde es interessant, biologische Themen im Sachunterricht zu vermitteln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O	Biologie finde ich schwierig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P	Ich habe genug Wissen, um biologische Themen im Sachunterricht behandeln zu können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q	Ich kann Kindern biologische Themen verständlich vermitteln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fragen/Aufgaben des Fragebogens vor dem Seminar:

Die folgenden Fragen/Aufgaben wurden nur im Fragebogen vor dem Seminar gestellt.

Bisherige Erfahrungen mit Kindern (über die Praktika im Studium hinaus):

(Stichpunkte möglich!)

Welche Themengebiete des Sachunterrichts würden Sie draußen unterrichten?

Nennen Sie jeweils konkrete Beispiele!

(Stichpunkte möglich!)

Welche chemiebezogenen Themen des Sachunterrichts würden Sie draußen unterrichten?

Nennen Sie konkrete Beispiele!

(Stichpunkte möglich!)

Fragen/Aufgaben des Fragebogens nach dem Seminar:

Die folgenden Fragen/Aufgaben wurden nur im Fragebogen nach dem Seminar gestellt.

Bitte beurteilen Sie spontan das Seminar im FLEX.

(Wurden Ihre Erwartungen erfüllt? Was war Ihnen persönlich besonders wichtig? Was hat Ihnen besonders gut gefallen? Was hat Ihnen weniger gut gefallen?)

(Stichpunkte möglich!)

Haben Sie vor, etwas aus dem Seminar im FLEX in Ihrem zukünftigen eigenen Unterricht umzusetzen?

Bitte erläutern Sie Ihre Antwort kurz.

(Stichpunkte möglich!)

Fühlen Sie sich nach dem Seminar im FLEX kompetenter, chemische (naturwissenschaftliche) Themen draußen zu unterrichten?

(In welchen Bereichen sehen Sie einen Kompetenzzuwachs? Wie stark würden Sie diesen Zuwachs bezeichnen?)

(Stichpunkte möglich!)

Platz für Anmerkungen: (z. B. zu Aufbau, Ablauf und Organisation des Seminars; Atmosphäre im Seminar; Nutzen des Seminars; Kritik...)