
**Entwicklung und Evaluation praxisbezogener
Kompetenzförderungsmodelle im Rahmen des
NAWillino-Projekts am Beispiel von Lehrerfort-
bildungsangeboten und eines Experimentier-
koffersets für naturwissenschaftliches Lehren
und Lernen im Grundschulbereich**

Leena Kristina Bröll



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

Entwicklung und Evaluation praxisbezogener Kompetenzförderungsmodelle im Rahmen des NAWilino-Projekts am Beispiel von Lehrerfortbildungsangeboten und eines Experimentierkoffersets für naturwissenschaftliches Lehren und Lernen im Grundschulbereich

Von der Pädagogischen Hochschule Freiburg
zur Erlangung des Grades

einer Doktorin der Philosophie (Dr. phil.)

genehmigte Dissertation
von

Leena Kristina Bröll
aus
Wiesbaden

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2009

Zugl.: (PH) Freiburg, Univ., Diss., 2009

978-3-86955-038-1

Fach:	Chemie
Erstgutachter:	Prof. Dr. Marco Oetken
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Jens Friedrich
Tag der mündlichen Prüfung:	01.07.2009

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2009

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2009

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-86955-038-1

Danke

In herzlicher Verbundenheit möchte ich Herrn Prof. Dr. Marco Oetken und Herrn Prof. Dr. Jens Friedrich für die Bereitschaft zur Betreuung dieser Arbeit, die Möglichkeit zur wissenschaftlichen Qualifikation und ihr Vertrauen in mich danken. Ganz besonders möchte ich mich dabei für den Einsatz um meine Lehrerabordnung, ohne die die vorliegende Arbeit sicherlich nicht in dieser Form möglich gewesen wäre, sowie für die vielen ausführlichen Diskussionen und die hilfreichen und präzisen Anmerkungen, die eine wichtige Grundlage für dieses Projekt und mir eine große Unterstützung waren, bedanken.

Zusätzlich möchte ich allen Mitarbeitern der Abteilung Chemie und des Instituts für Biologie, Chemie, Geographie und Physik für die Unterstützung danken. Besonderer Dank gilt dabei Herrn Dr. Thomas Zahn, der mir bei vielen physikalischen Fragen mit großem Fachwissen geduldig zur Seite stand, sowie Frau Nicole Kunze für ihre wie selbstverständliche Hilfsbereitschaft.

Auch Herrn Prof. Dr. Markus Wirtz, Herrn Gerhard Meder sowie Herrn Marco Petrucci vom Institut für Psychologie, Abteilung Forschungsmethoden, möchte ich danken. Aufgrund ihrer Hilfsbereitschaft hatte ich auch bezüglich empirischer Fragestellungen stets kompetente Ansprechpartner, von denen ich viel über Datenerhebung und -auswertung lernen durfte.

Weitere Dankesworte möchte ich an meine Hilfskräfte richten. Ohne die Hilfe von Frau Aline Maier, Frau Nicole Kunze, Herrn Jonas Kunze, Herrn HD Neff, Herrn Andreas Trautmann und Herrn Mario Ruprecht wäre es nicht möglich gewesen, so viele NAWilino-Boxen herzustellen. Für die finanzielle Unterstützung meiner Arbeit möchte ich mich an dieser Stelle bei der Landesstiftung Baden-Württemberg sowie beim Fonds der Chemischen Industrie bedanken. Ein herzliches Dankeschön gilt auch dem Vertrauen und dem Engagement der am Projekt beteiligten Lehrkräfte. Vor allem den Lehrkräften, die sich mit guten Ideen und Ratschlägen an der Entwicklungsarbeit der NAWilino-Box beteiligt haben, gilt mein persönlicher Dank.

Meinem Freund Marco Ragni möchte ich von Herzen dafür danken, dass er mich von Beginn des Promotionsaufbaustudiums an in allem, was ich getan habe, selbstverständlich und liebevoll unterstützt hat. Durch seine Geduld, das Vertrauen und seine Liebe wurde ich immer wieder gestärkt.

Meine letzten Dankesworte gelten meinen Eltern Anneli und Otto Bröll. Sie haben mich bei meinen Entscheidungen liebevoll unterstützt und gestärkt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Der Sachunterricht im Wandel der Zeit	5
2.1	Der Sachunterricht als Realienunterricht	5
2.2	Der Sachunterricht als Heimatkunde	7
2.3	Der Sachunterricht im Dritten Reich	9
2.4	Der Sachunterricht in der Nachkriegszeit	10
2.5	Der Sachunterricht auf dem Weg zur Wissenschaftsorientierung	11
2.6	Der Sachunterricht als Heimat- und Sachkunde	16
2.7	Gegenwärtige Situation in Deutschland	18
2.7.1	Aufgaben eines modernen Sachunterrichts	18
2.7.2	Mensch, Natur und Kultur – Eine Weiterentwicklung des Fa- ches Heimat- und Sachunterricht in Baden-Württemberg	19
2.7.3	Außerschulische Lernorte/Schülerlabore	22
3	Internationale Vergleichsstudien	29
3.1	Die Studien TIMSS und IGLU	29
3.2	Die IGLU-Ergänzung Naturwissenschaften	30
3.3	Ergebnisse und Konsequenzen aus der IGLU-Ergänzung	34
3.3.1	Einordnung der Schülerleistung bezüglich der Kompetenzstufen	34
3.3.2	Geschlechterdifferenzen und soziale Herkunft	35
3.3.3	Aussagekraft der IGLU-Ergänzung über den Sachunterricht	35
3.3.4	Motivation	36
3.3.5	Die Lehrkräfte	36
3.3.6	Internationale Einordnung	36
3.3.7	Konsequenzen	37
4	Lernen	39
4.1	Biologische Grundlagen von Lernen und Gedächtnis	39
4.1.1	Das menschliche Gehirn	39
4.1.2	Gehirngerechtes Lernen	41
4.2	Lernen und Lerntheorien	45
4.2.1	Lernen	45
4.2.2	Lerntheorien	45
4.3	Erste Konsequenzen für die Konzeption der NAWilino-Box	61

5	Naturwissenschaften und Experimentieren in der Grundschule	63
5.1	Lernpsychologische Voraussetzungen für naturwissenschaftliches Lernen	63
5.2	Kompetenz und Kompetenzentwicklung	67
5.2.1	Systematisierung von Kompetenzen	68
5.2.2	Kompetenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht	71
5.3	Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht	72
5.3.1	Begründung für Experimente im Unterricht	73
5.3.2	Kriterien für die Auswahl eines Experiments	74
5.3.3	Didaktische Funktion von Experimenten	75
5.3.4	Arten von Experimenten	76
5.3.5	Schülerexperiment oder Demonstrationsexperiment – was ist vorzuziehen?	77
5.3.6	Organisation von Schülerexperimenten	77
5.3.7	Konsequenzen für die Grundschule	78
5.3.8	Die Experimente in der NAWilino-Box	79
6	Empirie I	81
6.1	Wahl der Forschungsrichtung	81
6.2	Erhebungsinstrumentarium	82
6.3	Die Untersuchungsplanung	83
6.3.1	Der Fragebogen	83
6.3.2	Stichprobengewinnung	83
6.3.3	Statistik	83
6.4	Ergebnisse	84
6.4.1	Beschreibung der Stichprobe	84
6.4.2	Persönliches Interesse an Naturwissenschaften	84
6.4.3	Qualifikation durch Studium und Referendariat	85
6.4.4	Einschätzung der eigenen Kenntnisse	85
6.4.5	Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte	86
6.4.6	Experimentelle Umsetzung	87
6.4.7	Interesse an Fortbildungen	88
6.4.8	Erwartungen an eine Fortbildung	89
6.5	Diskussion und Ausblick	90
7	Konzeption der NAWilino-Box	93
7.1	Konzeptionelle Entwicklung von Unterrichtsmaterial	93
7.2	Experimentierkästen als Unterrichtsmaterial	95
7.3	Konzeptionelle Entwicklung der NAWilino-Box	96
7.3.1	Auswahl der Themen	96
7.3.2	Einsetzbarkeit in anderen Bundesländern	100

7.3.3	Erstellung der Arbeitsblätter nach psychologischen Gesichtspunkten	101
7.3.4	Didaktisch-methodisches Material	103
7.3.5	Aufbewahrung des Materials – Die NAWilino-Box	103
7.3.6	Handhabung im Unterricht	104
7.4	Rückmeldungen aus der Praxis	106
7.4.1	Kooperation mit dem Staatlichen Seminar für Didaktik und Lehrerbildung Offenburg	106
7.4.2	Kooperation mit der Clara-Grunwald-Grundschule Freiburg	109
8	Lehrerfortbildungen	113
8.1	Die Bildungsplanreform und Auswirkungen auf die Anforderungen an die Person des Lehrers	113
8.2	Dimensionen einer Lehrerfortbildung	114
8.3	Anforderungen seitens der Lehrkräften an eine Fortbildung	114
8.4	Effektive Lehrerfortbildungen gestalten	116
8.5	Praxisorientierte Lehrerfortbildungen zur Arbeit mit der NAWilino-Box	117
8.6	Rückmeldung zum entwickelten Fortbildungskonzept	119
9	Empirie II	123
9.1	Fragestellung	123
9.2	Wahl der Forschungsrichtung	124
9.3	Erhebungsinstrumentarium	124
9.3.1	Generierung des Itempools	126
9.3.2	Itemanalyse	126
9.4	Festlegen der abhängigen bzw. unabhängigen Variablen	134
9.5	Untersuchungsmethodik und -design	134
9.6	Stichprobe	136
9.7	Datenauswertung	137
9.8	Veränderungen in der Wahrnehmung der eigenen Kompetenz über die Zeit	137
9.9	Ergebnisse	138
9.9.1	Die Stichprobe	138
9.9.2	Veränderung in der Selbsteinschätzung der fachwissenschaftlichen Kompetenz	143
9.9.3	Veränderung in der Selbsteinschätzung der fachdidaktischen und experimentellen Kompetenz	148
9.9.4	Unterstützung und Kooperation im Kollegium	152
9.9.5	Entwicklung der Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts	153
9.9.6	Veränderung in der Experimentierhäufigkeit	154

9.9.7	Einweisung von Kollegen in das Arbeiten mit der NAWilino-Box – Multiplikatorenfunktion	155
9.9.8	Bewertung der NAWilino-Box	155
9.9.9	Benotung der NAWilino-Box	157
9.9.10	Einsatz der NAWilino-Box	158
9.10	Diskussion	161
9.10.1	Zusammensetzung der Stichprobe – Geschlecht, Alter, Staats-examen und Dienstjahre	161
9.10.2	Persönliches Interesse an Naturwissenschaften, Qualifikation durch das Studium sowie Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts	161
9.10.3	Veränderung der Selbsteinschätzung der fachwissenschaftlichen Kompetenz	162
9.10.4	Veränderung der Selbsteinschätzung der fachdidaktisch-experimentellen Kompetenz	163
9.10.5	Unterstützung und Kooperation im Kollegium	163
9.10.6	Entwicklung der Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts	163
9.10.7	Veränderung in der Experimentierhäufigkeit sowie Einsatz der NAWilino-Box	164
10	Zusammenfassung und Ausblick	167
10.1	Zusammenfassung	167
10.2	Ausblick	168
	Abbildungsverzeichnis	171
	Tabellenverzeichnis	175
	Literaturverzeichnis	177
	Anhang	193

1 Einleitung

„The fate of our country depends on the education of our youth.“
(Aristoteles, 384-322 v. Chr.)

Dieser Ausspruch von Aristoteles zeigt, dass dem Anspruch, die Jugend adäquat auf ihre zukünftigen Aufgaben vorzubereiten, nicht erst in unserer Zeit eine große Bedeutung beigemessen wird. Doch was genau bedeutet dieses Anliegen für den Bereich der Naturwissenschaften, vor allem in der Grundschule?

Damit die Diskussion um naturwissenschaftliche Bildung in der Grundschule konstruktiv vollzogen werden kann, ist es wichtig, sich mit der Geschichte des Sachunterrichts auseinanderzusetzen. Vor allem die Position der Naturwissenschaften muss dabei genau analysiert werden, wenn der Sachunterricht im Wandel der Zeit beschrieben wird. Nur mit diesem Wissen wird die Diskussion um Inhalte und Bildungsziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts der heutigen Zeit verständlich (vgl. Kapitel 2).

Die Zukunft unserer auf Naturwissenschaften und Technik beruhenden Industriegesellschaft ist in besonderem Maße abhängig von der Qualifizierung junger Menschen in eben diesen Fächern. Die internationalen Vergleichsstudien TIMSS, PISA und IGLU (inklusive Ergänzungsstudie) thematisieren unter anderem den Kenntnisstand deutscher Schüler¹ (vgl. Kapitel 3). Aufgrund der in diesen Studien aufgedeckten Defizite bezüglich der naturwissenschaftlichen Bildung sind vielfältige Konsequenzen diskutiert worden, um diese Misere zu beheben. Ein Ansatz, der durch neuere kognitionspsychologische Erkenntnisse gestützt wird, verfolgt das Ziel, mit dem naturwissenschaftlichen Unterricht nicht erst in der Sekundarstufe I zu beginnen, sondern bereits in der Grundschule. Als Konsequenz aus den Ergebnissen der Ergänzungsstudie von IGLU muss es darum gehen, eine Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Verständnisses bereits in der Grundschule anzustreben, denn „ein entsprechend hohes Verständnisniveau wird man [...] nur dann erreichen können, wenn die Möglichkeiten für einen anspruchsvollen Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht an den Grundschulen konsequent ausgeschöpft werden“ (Demuth, 2005, S. 104). Oftmals wird die mangelnde Thematisierung naturwissenschaftlicher Inhalte in der Grundschule damit belegt, dass Kinder in diesem Alter noch nicht in der Lage sind, kausale Schlussfolgerungen zu ziehen und zwischen Evidenz und Theorie zu unterscheiden. Aus diesem Grund ist es notwendig, biologische Grundlagen des Lernens, Lerntheorien (vgl. Kapitel 4) sowie lernpsychologische Voraussetzungen der Schüler zu kennen. Auch muss

¹ Anmerkung: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Rahmen dieser Arbeit stets das generische Maskulin verwendet, das sich sowohl auf Personen männlichen als auch weiblichen Geschlechts bezieht.

die Frage thematisiert werden, ob Kinder im Alter von sechs bis zehn Jahren bereits in der Lage sind, naturwissenschaftliche Beobachtungen erklären zu können oder ob naturwissenschaftliche Aspekte nur auf der phänomenologischen Ebene erarbeitet werden können (vgl. Kapitel 5). Dieses Wissen ist wichtig, um einen adressatengerechten naturwissenschaftlichen Unterricht zu konzipieren und die Schüler weder zu über- noch zu unterfordern.

Betrachtet man die Situation im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht, so fallen vor allem zweierlei Defizite auf: Zahlreiche Untersuchungen (Bolte und Streller, 2007; Bröll u. a., 2007; Möller, 2004) zeigen, dass viele Grundschullehrer sich im Rahmen ihrer Ausbildung nicht oder nur unzureichend mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen beschäftigen. Da aber bereits seit einigen Jahren naturwissenschaftliche Inhalte auch Themen in den Bildungsplänen der unterschiedlichen Bundesländer sind, müssen zahlreiche Grundschullehrkräfte fachfremd unterrichten. Aus diesem Grund behandeln viele Lehrer oftmals keine naturwissenschaftlichen Themenstellungen oder erschließen diese gar experimentell.

Ein weiteres Manko liegt in der Ausstattung der Grundschulen. Diese ist für einen experimentell ausgerichteten naturwissenschaftlichen Sachunterricht häufig nur unzureichend (Bröll u. a., 2007).

Um diese Defizite näher zu quantifizieren und einen aktuellen Einblick in die Situation des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Baden-Württemberg zu erhalten, werden im Rahmen einer empirischen Studie folgende Themenbereiche schwerpunktmäßig erforscht (vgl. Kapitel 6): Die Beurteilung der eigenen Qualifikation durch das Studium zur Behandlung naturwissenschaftlicher Themenfelder, die Einschätzung des eigenen Interesses, die Wahrnehmung der eigenen Kenntnisse zu naturwissenschaftlichen Themengebieten sowie der Stellenwert naturwissenschaftlicher Inhalte im eigenen Unterricht.

Als Konsequenz aus dieser Untersuchung sowie der bereits bekannten Forschungsergebnisse wird im Rahmen der hier vorliegenden Dissertation ein Experimentierkastensystem – die NAWilino-Box – konzipiert. Dieses beinhaltet Experimentiermaterialien für annähernd 100 Experimente. Ziel bei der Erstellung ist es, die vom Bildungsplan 2004 Baden-Württemberg vorgegebenen Versuche für die Klassenstufen 1 bis 4 abzudecken. Darüber hinaus soll den Lehrkräften ein Repertoire an grundschulrelevanten Versuchen zur Verfügung gestellt werden (vgl. Kapitel 7).

Als eine weitere sinnvolle Maßnahme zur Optimierung der naturwissenschaftlichen Kompetenz von Grundschullehrkräften ist die Verbesserung und Erweiterung eines sinnvollen Lehrerfortbildungskonzepts zu nennen. Damit die Grundschullehrer in das Arbeiten mit der Box eingewiesen werden und einen Einblick in die möglichen grundschulrelevanten Experimente und deren Einbettung in den Unterricht erhalten, wird deshalb parallel zur Konzeption der NAWilino-Box ein Fortbildungskonzept ausgearbeitet, das die Lehrkräfte im Idealfall vor dem Erwerb der NAWilino-Box durchlaufen. Damit die Lehrkräfte bestmöglich von der Fortbildung profitieren und die Inhalte auch in ihren Un-

terricht integrieren, wird darauf geachtet, dass sowohl Theorie- als auch Praxisaspekte thematisiert werden (vgl. Kapitel 8).

Um die Sinnhaftigkeit und Nachhaltigkeit der Konzeption zu belegen, wird diese im Rahmen einer breit angelegten empirischen Untersuchung evaluiert. Es wird untersucht, inwieweit das Fortbildungskonzept zu einer Veränderung des Selbstkonzepts der Lehrkräfte hinsichtlich fachwissenschaftlicher, fachdidaktischer und experimenteller Aspekte führt und inwieweit diese zu einer verstärkten Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Unterricht führt. Darüber hinaus soll belegt werden, dass die NAWilino-Box ein Hilfsmittel dafür sein kann, die experimentelle Vorgehensweise im Unterricht einer rein theoretischen Erarbeitung naturwissenschaftlicher Inhalte vorzuziehen (vgl. Kapitel 9). Mit einem Resümee und einem Ausblick schließt die Arbeit (vgl. Kapitel 10).

2 Der Sachunterricht im Wandel der Zeit

Der Sachunterricht wird in fachdidaktischen Publikationen gelegentlich als junges Fach eingestuft. Die Entstehung wird dabei auf die Zeit um 1970 datiert. Damals wird der Sachunterricht als Fach im Lehrplan etabliert und löst den bis dato vorherrschenden heimatkundlichen Unterricht ab. Wer allerdings so argumentiert, vernachlässigt die Geschichte des Sachunterrichts und verdrängt eine Vorgeschichte, der auch der moderne Sachunterricht seine Entstehung verdankt (Götz, 2007).

Ziele und Inhalte des Sachunterrichts und seiner Vorgänger ändern sich immer wieder, werden diskutiert und überarbeitet. Diese Entwicklung ist bis heute nicht abgeschlossen. Stets geht es darum, die Themenschwerpunkte des Sachunterrichts den unterschiedlichen Anforderungen der jeweiligen Zeit anzupassen. *Den* Sachunterricht als Fach gibt es dabei nicht, sondern er ist immer ein Konglomerat verschiedener Disziplinen.

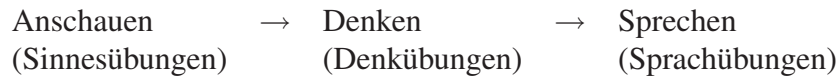
Im Folgenden soll ein Überblick über die Entwicklungen des Sachunterrichts gegeben werden. Insbesondere wird dabei aufgezeigt, wie sich die Anteile der Naturwissenschaften verändern. Dabei wird deutlich, dass auch die Politik stets Einfluss auf die Inhalte nimmt.

2.1 Der Sachunterricht als Realienunterricht

Der erste historisch bedeutsame Vorläufer des Sachunterrichts ist der sogenannte Realienunterricht mit seinen unterschiedlichen Ausprägungen. Unterrichtsgegenstand sind Realien, d. h. Sachverhalte und Kenntnisse hauptsächlich über naturwissenschaftliche Themen wie beispielsweise die Erdanziehungskraft, Magnetismus, etc. Davor gibt es nur Schreib-, Lese- und Rechenschulen. Elemente eines heutigen Sachunterrichts werden nicht gelehrt. Diese erste Änderung wird von Johann Amos Comenius (1592-1670) mit initiiert. Er führt die „Muttersprachschule“ für Kinder zwischen dem siebten und zwölften Lebensjahr ein. Durch sein Werk „Orbis sensualium pictus“ (Die sichtbare Welt, 1658) gibt er dem Realienunterricht erste Konturen. Dieses Buch verbindet Sprache mit bildlicher Sachdarstellung und bleibt auch für einen Zeitraum von über 100 Jahren das am meisten verbreitete Schulbuch in Deutschland (Reble, 1987).

Voraussetzung für die Entstehung des anschauungsorientierten Realienunterrichts ist das Aufkommen eines empirisch-induktiven Wissenschaftsverständnisses und des Paradigmas, dass jede Erkenntnis auf sinnlicher Wahrnehmung basiert.

Das didaktische Grundprinzip des Realienunterrichts ist die Abfolge:



auf der Grundlage der erfahrbaren Sachwelt und der Anwendung des Anschauungsprinzips: „... so viel als möglich die Weisheit nicht aus Büchern schöpfen, sondern aus der Betrachtung von Himmel und Erde, Eichen und Buchen... Die Dinge müssen den Sinnen nahe gebracht werden: Sichtbares den Augen, Hörbares den Ohren, Riechbares der Nase, Schmeckbares dem Geschmack, Fühlbares dem Gefühl. Der Anfang des Wissens soll vom Sinnlichen sein... mit realer Anschauung gemacht werden“ (Bäuml-Roßnagl, 1988, S. 146). Von dieser sinnlichen Auffassung glaubt man, zu den Naturgesetzen gelangen zu können.

Mit dem Realienunterricht wird hinsichtlich des unterrichtsmethodischen Vorgehens eine klare Abkehr vom reinen Verbalunterricht vollzogen, da alles, was gelehrt wird, entweder direkt oder durch bildliche Darbietung den Sinnen präsentiert werden soll (Bäuml-Roßnagl, 1988). Dieser Grundsatz findet sich auch in aktuellen Konzeptionen des Sachunterrichts wieder, wenn es darum geht, Schülern Lerngegenstände allumfassend, d. h. auf mentaler, emotionaler als auch auf handlungsorientierter Ebene nahezu bringen.

Andreas Reyher (1601-1673), ein Zeitgenosse von Comenius, leitet unter Beibehaltung des Anschauungsgedankens eine Säkularisierung des Realienunterrichts ein. Mit der von Reyher erarbeiteten Gothaer Schulordnung (1642) wird der Realienunterricht erstmals in einen offiziellen Lehrplan aufgenommen. In der von ihm entworfenen Konzeption findet eine Orientierung nicht mehr an einer göttlichen Schöpfungsordnung statt, sondern an utilitaristischen Ansprüchen. Der Unterricht soll vor allem niederen Bevölkerungsschichten nützliches und lebenspraktisch verwertbares Wissen vermitteln (Götz, 2007).

Im Zeitalter der Aufklärung (Vertreter u. a. Jean Jacques Rousseau (1712-1778)) erreichen die Realien in den Bildungseinrichtungen der Philanthropen eine gewaltige Wertschätzung. „Das manifestiert sich in der dominanten Stellung, die dem einzelfachlichen Realienunterricht in der philanthropischen Schulpraxis eingeräumt wird, in der bereits Fünf- und Sechsjährige sich z. B. mit Erdkunde, Naturlehre oder Geschichte beschäftigen. [...] Bedingt durch die Rezeption der Gedanken Rousseaus radikalisieren die Philanthropen mit ihrer Favorisierung der direkten Sachbegegnung den Anschauungsgrundsatz und ergänzen ihn durch die kindliche Selbsttätigkeit. [...] Es ist die Bildung aller Kräfte und Fähigkeiten des Kindes, mit der dem Realienunterricht eine neue subjektzentrierte Aufgabe wächst“ (Götz, 2007, S. 223).

Diese unterschiedlichen Ausprägungen des Realienunterrichts bleiben während des 18. Jahrhunderts auf wenige Gebiete beschränkt und erfahren keine großflächige Verbreitung. Erst im 19. Jahrhundert werden entscheidende Entwicklungsfortschritte erzielt, in deren Kontext der heimatkundliche Unterricht entsteht.

2.2 Der Sachunterricht als Heimatkunde

Mitte/Ende des 19. Jahrhunderts kommt Kritik am Sachunterricht als Realienunterricht auf. Vielerorts werden Fehlformen des Realienunterrichts beobachtet. Oftmals geht der Anschauungsunterricht im Sprachunterricht unter. Aber auch die Tatsache, dass der Realienunterricht mehr und mehr in Einzelfächer zerfällt, führt dazu, dass er aus den Volksschulen verbannt wird. Diese Klage über die Zersplitterung des Wissens begleitet die weitere Entwicklung des Sachunterrichts bis ins 20. Jahrhundert hinein. Stattdessen gibt es nun viele theoretische und praktische Vorschläge für einen sachbezogenen heimatlischen Anschauungsunterricht. Als Legitimationsgrundlage für diesen dient Pestalozzis Pädagogik und die von ihm vertretene Auffassung, dass „näheste Verhältnisse“ bildende Wirkung haben und Erkenntnisgewinn an Anschauung gebunden ist (Pestalozzi und Dietrich, 1983, S. 6). Christian Wilhelm Harnisch (1787-1864) und Friedrich Adolph Wilhelm Diesterweg (1790-1866) sind die wohl prominentesten Vertreter des heimatkundlichen Unterrichts¹ im 19. Jahrhundert. Leitgedanke für den neuen Unterricht ist die Ganzheit, die sich z. B. in der von Harnisch konzipierten *Weltkunde* (1816) repräsentiert und von der eine „Überwindung zusammenhangloser Einzelkenntnisse“ erwartet wird (Götz, 2007, S.224).

Für den heimatlischen Unterricht gilt darüber hinaus eine vierstufige Unterteilung, die vom Nahen zum Fernen schreitet: Über die unmittelbare Erfahrungsnähe ihres alltäglichen Lebens und die Erlebniswelt innerhalb der Familie hinaus sollen die Kinder auch für die Dorf- und Stadtgemeinschaft und zum Schluss für die Welt sensibilisiert werden (Plöger und Renner, 1996; Gervé, 2000b). Die Stoffanordnung ist also nicht durch das Fachprinzip, sondern durch das Raumprinzip bestimmt. Diese Festlegung währt sehr lange und beeinflusst den Heimatkundeunterricht bis in die 1960er Jahre hinein.

Dem Realienunterricht verhaftet bleibt Harnisch dahingehend, was die Methode der unmittelbaren Anschauung angeht. Heimatkundeunterricht erhält den Charakter eines Sachfaches, das ein fächerteiliges Lernen überwinden und somit einen fächerintegrierenden Unterricht ermöglichen soll.

Diese Konzeption, die bei Harnisch noch den Status einer Unterrichtsmethode hat, wird von Diesterweg zu einem Unterrichtsfach gemacht. Diesterweg fordert für die Kinder zuerst einen Anschauungsunterricht, der sich mit realen Gegenständen rund um das Schulhaus beschäftigen soll und somit die Heimat in einer ersten Stufe als Nahraum

¹ Synonym werden die Begriffe heimatlischer oder heimatkundlicher Anschauungsunterricht, heimatkundlicher Gesamtunterricht und heimatkundlicher Sachunterricht verwendet (Ragaller, 2001).

präsentiert. Im Anschluss daran soll ein Realienunterricht erfolgen, der sich an den einzelnen Fächern orientieren soll.

Zum Vorzeigemodell werden die unterrichtspraktischen Überlegungen von Friedrich August Finger (1808-1888), die er auch in dem Buch „Anweisungen zum Unterricht in der Heimatkunde, gegeben am Beispiel der Gegend von Weinheim an der Bergstraße“ (1844) festhält. Aus diesem Grund wird Finger auch als Vater der Heimatkunde gesehen. Finger versteht Heimatkunde als eigenständiges Fach. Geographische Aspekte dominieren bei Finger den heimatlichen Anschauungsunterricht und die Heimatkunde, aber auch naturkundliche und geschichtliche Inhalte werden thematisiert, wenn sie für das geographische Verständnis wichtig sind (Götz, 2007).

Trotz der Akzeptanz für diese Form von Heimatkundeunterricht entspricht die Realität in den Volksschulen den theoretischen Gedanken nur selten. Vor allem in ländlichen Volksschulen wird ein Unterricht betrieben, der sich auf den Erwerb von Kulturtechniken und religiöse und heimatliche Gesinnungsbildung beschränkt.

Bedingt durch die Zeit des Ersten Weltkriegs erhält die Gesinnungsbildung eine wichtige Rolle, was sich darin niederschlägt, dass als neue Aufgabe des heimatkundlichen Unterrichts die Erziehung zu Heimmattreue und -liebe hinzukommt. Es geht weniger um eine Qualifizierung als vielmehr um eine Sozialisierung (Bäumel-Roßnagl, 1988).

Eine Weiterentwicklung des heimatlichen Anschauungsunterrichts ist die Einführung des Gesamtunterrichts, innerhalb dessen der Sachunterricht in Form von Heimatkunde eine wichtige Position einnimmt. Vertreter wie Berthold Otto (1859-1933) oder auch der Leipziger Lehrerverein propagieren einen Gesamtunterricht, der die Grundlage des Unterrichts sein und der sich um die aus dem Anschauungsunterricht gewonnene Sacheinheit konzentrieren soll. Der Grundgedanke dieser Unterrichtsform ist, dass einzelne Fächer eingeschränkt bzw. aufgehoben werden, so dass das Kind ganzheitliche Erfahrungen der Lebenswirklichkeit machen und ein ganzheitliches Weltbild aufbauen kann.

Erst ab der Etablierung der Grundschulen durch die Weimarer Verfassung 1919, das große Grundschulgesetz 1920, die 1921 erlassenen preußischen Richtlinien sowie die Reichsrichtlinien von 1923 kann man von einer flächendeckenden Einführung der Heimatkunde sprechen. In den 1920er Jahren kommt eine Bewegung auf, in der der Sachunterricht sich wieder heimatkundlichen Themen zuwendet. Die Heimat als ganzheitliche, anschauliche Grundlage soll zu kindgemäßen Erkundungen der näheren Erfahrungswelt einladen (Bäumel-Roßnagl, 1988), was sich auch in der Tradition Rousseaus widerspiegelt. Vertreter wie Eduard Spranger (1882-1963) messen der Heimatkunde einen großen Bildungswert bei und sehen das neue Unterrichtsfach als „Ganzheitsfach“ an, welches die Fächertrennung überwinden soll. Auch einem subjektiven Bildungswert der Heimatkunde wird viel Wert beigemessen: „Der Mensch hat, wo er auch lebe, immer eine Umwelt... eine Heimat hat er nur da, wo er mit dem Boden und mit allem Naturhaft-Geistigen, das diesem Boden entsprossen ist, innerlich verwachsen ist“

(Bäuml-Roßnagl, 1988, S. 155). In diese Zeit fällt auch die Gründung der Grundschule als eigenständige Schulform. Grundschulen sollen Kinderschulen mit eigenem Profil sein und als Stätte einer grundlegenden Bildung dienen, die durch den ersten systematischen Unterricht vermittelt bzw. erarbeitet wird. Schulorganisatorisch wird dabei zwischen dem heimatkundlichen Gesamtunterricht während der ersten zwei Jahrgangsstufen und der eigentlichen Heimatkunde in Klasse 3 und 4 unterschieden. Das bedeutet, dass in den ersten zwei Grundschuljahren heimatliche Inhalte in einem ungefächerten Gesamtunterricht im Mittelpunkt stehen, Heimatkunde als eigenständiges Fach und als Vorbereitung auf den erdkundlichen, naturkundlichen und geschichtlichen Unterricht im dritten und vierten Schuljahr gelehrt wird. „Die lern- und entwicklungspsychologischen Paradigmen der Heimatkunde gingen von einer Ganzheitlichkeit des kindlichen Wesens und einer Totalauffassung der Welt aus, die ungefächert und umfassend gedacht wurde“ (Jung, 2007, S. 242).

Mit dem heimatkundlichen Unterricht werden im Wesentlichen zwei Ziele verfolgt:

- Erschließen, Verstehen und Bewältigen der umgebenden Sachwelt.
- Propädeutische Vorbereitung auf die Sachfächer der weiterführenden Schulstufen, dies gilt vor allem für den eigentlichen Heimatkundeunterricht in Klasse 3 und 4.

Diese beiden Ziele werden, bedingt durch das schockierende Kriegsende 1918, ergänzt durch eine verstärkte Hinführung zur Heimatliebe (Jung, 2007).

Als Grundprinzip wird mit dem heimatkundlichen Unterricht vor allem die *Orientierung am Kind* verfolgt, wobei damit nicht die Orientierung am einzelnen Individuum gemeint ist, sondern eine Orientierung am abstrakten Durchschnittskind der jeweiligen Altersstufe. Daneben wird *Anschaulichkeit* als wichtiges Prinzip gesehen. Aber auch *Heimatnähe*, *Ganzheitlichkeit*, *Eigentätigkeit* und *Schüleraktivität* sind wichtige Prinzipien des Unterrichts. Möglichst jeder Lerninhalt soll nicht nur rational, sondern auch affektiv und emotional aufgenommen werden.

2.3 Der Sachunterricht im Dritten Reich

Die Thematisierung des Heimatbegriffs gewinnt in der Zeit des Nationalsozialismus (1933-1945) an großer Bedeutung. Das Heimatprinzip wird im Sinne einer Ideologisierung der Heimatidee ausgenutzt und erfährt eine zusätzliche Verschärfung durch die rassenkundliche Extrapolierung zu Liebe und Stolz auf Volk und Rasse, Nation und Führer, so dass sich die Kinder als „verwurzelte Glieder des deutschen Volkes fühlen lernen“ sollen (Reichsrichtlinien 1937, S. VII, zitiert nach Jung (2007)). Schule wird insgesamt im Dienst einer Charakterformung gesehen. Die bis dahin geltende Orientierung am Kind wird dahingehend modifiziert, dass durch die Ideologie des Nationalsozialismus eine Ein- und Unterordnung auch der Kinder in den Dienst der Volksgemeinschaft

gefordert wird. Thematisch gesehen werden vor allem germanische Heldensagen oder auch legendenhafte Lebensgeschichten nationalsozialistischer Führerfiguren in den Unterricht transportiert (Götz, 1997).

2.4 Der Sachunterricht in der Nachkriegszeit

In der Nachkriegszeit ab 1945 wird die Heimatidee wieder aufgenommen. Heimatkunde dient wieder mehr dazu, den Schülern Heimatverbundenheit, Weltoffenheit, erdkundliche, naturkundliche, kultur- und sozialkundliche und geschichtliche Aspekte näher zu bringen. Ein heimatliches Weltbild soll nach folgendem Prinzip stufenweise vermittelt werden (Bäuml-Roßnagl, 1988): Ausgehend von der kindlichen Erfahrungswelt, dem Zuhause, soll die Welt in immer größeren Kreisen erschlossen werden (vgl. Abbildung 2.1).

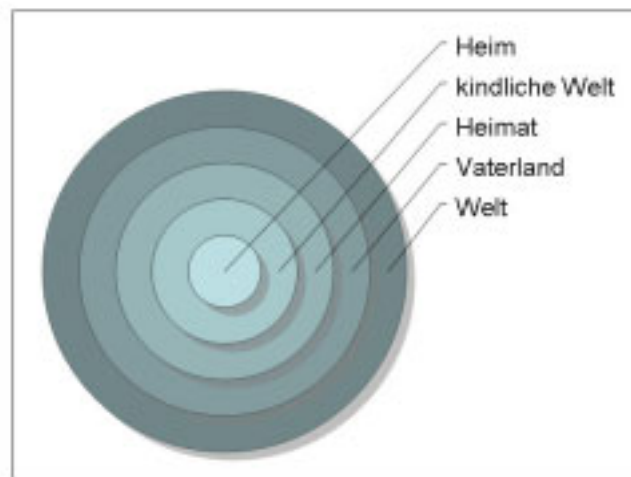


Abbildung 2.1: Schematische Darstellung des „heimatlichen Weltbildes“ in seiner Vermittlung im Sachunterricht der Nachkriegszeit.

In den 1950er Jahren orientiert sich die Heimatkunde am Prinzip der affirmativen Erziehung. Darunter ist eine wirklichkeitsbezogene, lebens- und sinnbejahende Erziehung zu verstehen, die das Kind in seiner jeweiligen entwicklungsbedingten Erfahrungswelt ernst nimmt. Ausgangspunkt ist dabei die Lebenswirklichkeit der Schüler (Ragaller, 2001).

2.5 Der Sachunterricht auf dem Weg zur Wissenschaftsorientierung

In den bildungspolitischen Diskussionen der ausgehenden 1960er Jahre kommt der heimatkundlich orientierte Unterricht unter anderem in die Kritik, weil er als ideologieanfällig angesehen wird (Kaiser, 1999). Bedingt durch die Themenauswahl wird den Kindern aber auch eine heile, harmonische Welt vorgespielt, anstatt sie auf die Anforderungen einer pluralistischen, wissenschaftlich geprägten Industriegesellschaft vorzubereiten (Jung, 2007). Dies soll überwunden werden mit einem Grundschulfach, das sich nur an den Wissenschaften orientiert. Bedingt durch den Sputnikschock² und die Mondlandung durch die USA 1969 ist die Zeit von einer großen Techniqueuphorie und Fortschrittszuversicht geprägt. Forderungen nach naturwissenschaftlichen Inhalten bereits in der Grundschule werden laut:

1. Es wird erkannt, dass die Entwicklungen in Wirtschaft und Gesellschaft eine Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen bereits in der Grundschule erforderlich machen. „Der Naturlehreunterricht auf der Unterstufe sollte nicht als naive, sondern als reflektierte Physik und Chemie angelegt werden, so daß also von vornherein auf eine theoretische Erfassung der Phänomene und den Aufbau einer entsprechenden Motivationsstruktur hingearbeitet wird. Das Tun der Hand einschließlich des zugehörigen Handlungswissens muß eingebettet werden in ein umgreifendes Erklärungswissen“ (Witte, 1966, S. 327).

Dass seine doch sehr fachwissenschaftlich geprägten Forderungen zu keiner kognitiven Überforderung der Schüler führen, kann er beispielsweise mittels einer Untersuchung an einer Hamburger Grundschule zum Thema Elektrizität aufzeigen. Er kommt zu dem Ergebnis, dass Schüler des dritten Schuljahrs beim Thema Stromkreis in der Lage sind, Zusammenhänge richtig zu erkennen, sich die Fachbegriffe wie Schalter, Leiter, usw. zu merken und im Kontext richtig zu verwenden (Witte, 1966). Eine Akzentverschiebung in der Unterrichtsmethodik vom kindlichen Erleben hin zu einer sachbezogenen Begriffserarbeitung und fachgerechten Grundlegung ist die Folge.

2. Der zweite Kritikpunkt liegt in der Tatsache begründet, dass im Fach Heimatkunde eine deutliche Überbetonung des Fachs Erdkunde zu verzeichnen ist (Katzenberger, 1975). Eine Untersuchung von Höcker (1968) belegt die Dominanz erdkundlicher Themen: Er wertet Klassenbücher von zehn vierten Klassen vier verschiedener Kieler Schulen aus. Diese dokumentieren das Schuljahr Ostern 1965 bis Ostern 1966. Sämtliche Unterrichtsstunden des Sachunterrichts ordnet er den

² Unter dem Sputnikschock versteht man die politisch-gesellschaftliche Reaktion der USA und Westeuropas nach dem Start des ersten künstlichen Erdsatelliten Sputnik am 4. Oktober 1957 (Ortszeit: 0:50 Uhr, 5. Oktober) durch die Sowjetunion. Dieses Ereignis beweist vordergründig, dass die Sowjetunion technologisch den USA überlegen oder mindestens ebenbürtig ist und im Besitz starker Interkontinentalraketen ist. Daraus folgt die Angst vor einer möglichen Bedrohung der USA durch Atombomben.

Bereichen Biologie, Sozialkunde, Geschichte, Erdkunde und Technik/Physik zu. Höcker kommt zu dem Ergebnis, dass mit 70,9% die erdkundlichen Themen überrepräsentiert sind, der Bereich Physik/Technik jedoch mit nur 4,7% aller Unterrichtsstunden drastisch unterrepräsentiert ist.

Am Heimatkundeunterricht kritisiert Höcker darüber hinaus, dass weder exemplarische Stoffauswahl betrieben wird noch genetisches Lehren, d. h. ein an Schülerfragen ausgerichteter Unterricht, stattfindet. Nach Höcker sollen die Anteile der verschiedenen Bereiche der Sachwelt am Unterrichtsstoff neu umgrenzt werden und der Sachunterricht der Grundschule eindeutig unter den Aspekten der jeweiligen Fachdidaktik gesehen werden. Er fordert, dass eingesehen werden muss, dass der Sachunterricht kein „Fach“ ist, sondern epochal unter wechselnden Fachaspekten steht.

Begriffe wie Effizienz und Effektivität werden nun mehr und mehr zur Richtschnur der Curriculumentwicklung (Ragaller, 2001). Nur so scheint es möglich, in der Konkurrenz zur UdSSR bestehen zu können. Ausdrücklich vom Deutschen Bildungsrat dazu aufgefordert (Deutscher Bildungsrat, 1970, S. 139f), werden amerikanische Konzepte und Unterrichtsmaterialien ins Deutsche übersetzt, für die hiesigen Bedürfnisse bearbeitet und weiterentwickelt (Wilde, 2005; Feige, 2007). Seitens der amerikanischen Lehrplanentwickler gibt es zwei unterschiedliche Auffassungen, wie die Vermittlung von Naturwissenschaften stattfinden kann (Feige, 2007):

- Durch Erschließung der den Naturwissenschaften innewohnenden Struktur (structure of discipline).
- Durch Vermittlung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen, Methoden und Erkenntnisverfahren (process as content).

Der in Deutschland erfolgreichste Ansatz eines strukturorientierten Curriculums im Sachunterricht basiert auf der Vorlage der „Science Curriculum Improvement Study“ (SCIS). SCIS ist ein begriffsorientiertes naturwissenschaftliches Curriculum für den Elementarbereich aus Kalifornien, welches unter der Leitung von Karplus, einem Professor für theoretische Physik, entwickelt und an 19.000 Grundschulkindern erprobt wird (Ragaller, 2001). Durch eine Übertragung dieses Ansatzes für das deutsche Schulwesen kommt es unter Leitung von Spreckelsen zu einer Erarbeitung von beinahe 100 strukturorientierten Lektionen, die folgenden naturwissenschaftlichen Basiskonzepten zugrunde liegen (Spreckelsen, 1971):

- Teilchenstrukturkonzept: Die Vorstellung, dass alle Stoffe aus einzelnen Partikeln bestehen und zusammensetzbar bzw. zerlegbar sind.
- Wechselwirkungskonzept: Die Vorstellung, dass bei chemischen und physikalischen Vorgängen die Interaktionspartner gegenseitig aufeinander einwirken.

- Erhaltungskonzept: Bei physikalischen oder chemischen Vorgängen finden zwar Veränderungen statt; bestimmte Größen bleiben aber erhalten, so z. B. Energie, die nicht verbraucht, sondern umgewandelt wird.

Auf Grundlage dieser Basiskonzepte entstehen sechs aufeinander bezogene, spiralcurricular angeordnete Unterrichtseinheiten (vgl. Abbildung 2.2).

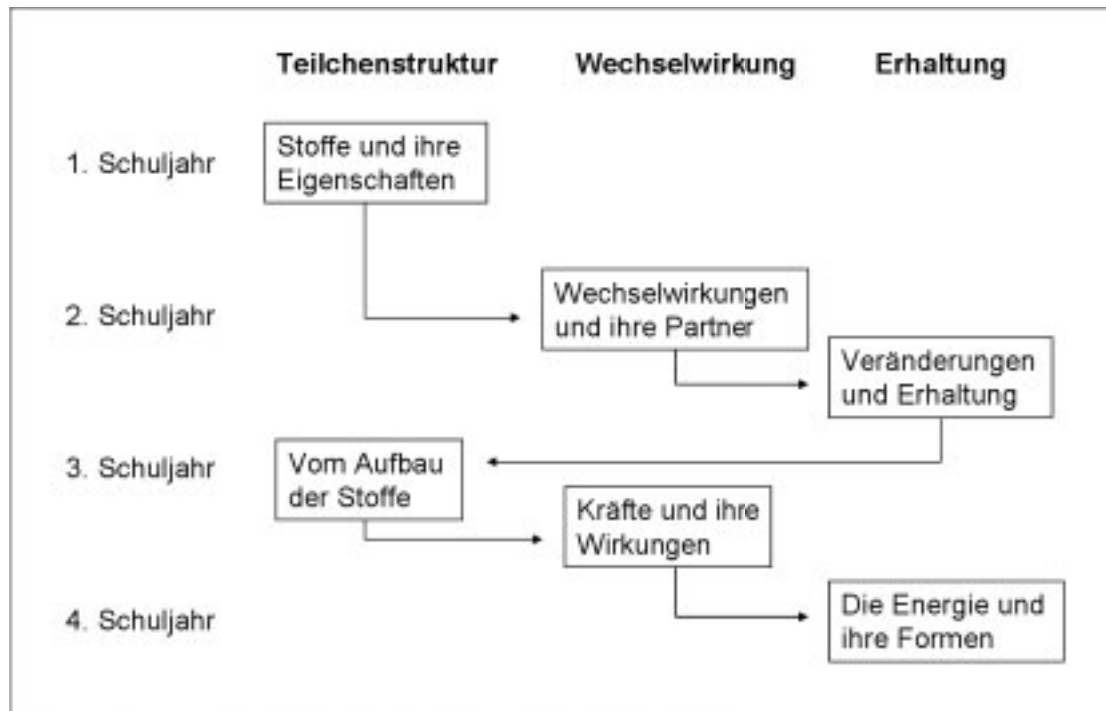


Abbildung 2.2: Das Spiralcurriculum nach Spreckelsen (1971).

Ein verfahrensorientierter Ansatz basiert auf „Science – A Process Approach“ (SAPA). Auch dieser Ansatz kommt aus den USA. Die Entwicklungsarbeiten beginnen dort bereits 1962 und das Konzept wird an 750.000 Grundschulkindern erprobt. Ziel des Ansatzes ist es, einem übermäßigen Enzyklopädismus entgegenzuwirken und den Schwerpunkt auf die Bildung formaler Fähigkeiten zu legen. Aufgrund der intellektuellen Fertigkeiten sollen die Schüler fähig sein, selbst Informationen über ihre Umwelt zu gewinnen (Ragaller, 2001).

In der deutschen Adaption „Weg in die Wissenschaft“ unter der Leitung von Tütken wird ähnlich wie auch in der Arbeitsgruppe um Spreckelsen versucht, den Kindern heuristische Strategien zu vermitteln. Merkmale dieses Curriculums sind die konkrete Beschreibung der Lernziele, eine perfekte Vorausplanung der Unterrichtsinhalte und dadurch ein geringer Handlungsspielraum für die Lehrperson, aber auch für die Schüler (Ragaller, 2001). Bereits 1971 aber distanziert sich die Projektgruppe von dieser Ge-

geschlossenheit und entwickelt bis 1977 einen eigenen Ansatz „Kinder und ihre naturwissenschaftliche Umwelt“. Dabei werden folgende Aspekte in den Vordergrund gestellt (Ragaller, 2001, S. 75):

- Stärkere Berücksichtigung inhaltlicher Aspekte.
- Komplexere Lernzielformulierungen.
- Situationsbezogenere Planung.
- Öffnung des Lernprozesses.
- Handelndes, selbstständiges, entdeckendes, kooperatives und kommunikatives Lernen.

Dies führt dazu, dass das Curriculum nicht mehr so stark lehrerzentriert ist.

Auch der Deutsche Bildungsrat gibt in seinem Strukturplan 1970 Anregungen zu bundesweiten Initiativen zur Neufassung der Lehrpläne. So werden Forderungen nach wissenschaftsorientiertem Lernen laut, wobei „Wissenschaftsorientierung der Bildung bedeutet, daß die Bildungsgegenstände, gleich ob sie dem Bereich der Natur, der Technik, der Sprache, der Politik, der Religion, der Kunst oder der Wirtschaft angehören, in ihrer Bedingtheit und Bestimmtheit durch die Wissenschaften erkannt und entsprechend vermittelt werden... Die Wissenschaftsorientiertheit von Lerngegenstand und Lernmethode gilt für den Unterricht auf jeder Altersstufe“ (Deutscher Bildungsrat, 1970, S. 33). Das bedeutet nicht, dass die Schule zu einem kompletten Wissenschaftsbetrieb wird. Wissenschaft soll durchschaubar gemacht werden, um sie „kritisch in den eigenen Lebensvollzug aufzunehmen“ (Deutscher Bildungsrat, 1970, S. 33). In der Folge werden bis Mitte der 1970er Jahre neue Bildungspläne in allen Bundesländer eingeführt.

Dabei wird der frühere Gesamtunterricht abgeschafft. In allen Fächern erhält Wissenschaftsorientierung ein erhebliches Gewicht: Der Deutschunterricht wird um linguistische Unterrichtsinhalte erweitert; im Mathematikunterricht, der bislang ein Rechenunterricht ist, wird der Schwerpunkt auf die Mengenlehre gelegt; in Musik werden kommunikationstheoretische Zusammenhänge betont. Lediglich das Fach Heimatkunde ist in der bisherigen Form für die Wissenschaftsorientierung ungeeignet. Aus diesem Grund wird ein neuer Sachunterricht konzipiert (Feige, 2007).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der wissenschaftsorientierte Unterricht im Wesentlichen vier Prinzipien verfolgt (Gervé, 2000a). Er ist

- fachorientiert und soll neben der Wissensvermittlung auf die weiterführende Schule vorbereiten.
- verfahrensorientiert und soll dem Kennenlernen und Anwenden wissenschaftlicher Methoden zur Erschließung der Phänomene der Welt dienen.
- begriffs-/strukturorientiert und soll in exemplarische Prinzipien und Modelle einführen, die zur Verallgemeinerung dienen.

- mehrperspektivisch und soll ein Erkennen von Abhängigkeiten und gesellschaftlichen Zusammenhängen durch Analyse unterschiedlicher Perspektiven ermöglichen.

Diese Entwicklungen führen zu einer Zunahme naturwissenschaftlicher Themen: Thurn kann in Bayern bereits in den Jahren 1969-1971 eine Zunahme physikalisch-chemischer Inhalte von 8,5% auf 11,3% erkennen (Einsiedler und Schirmer, 1986). Im Raum Kassel führt Schreier (1979) zwischen 1968 und 1974 Analysen von Klassenbüchern durch und kann dabei feststellen, dass der Anteil von Biologie und Physik jeweils um ca. 20% ansteigt.

Doch diese Version eines wissenschaftlichen Sachunterrichts ist nur von kurzer Dauer. In der Rückbesinnung kehrt man zu einem Sachunterricht zurück, der durch Heimatbezug gekennzeichnet ist, aber auch Aspekte der Wissenschaftsorientierung mitberücksichtigt, ihr aber keine Monopolstellung mehr einräumt. Denn nur wenige Jahre nach der Reform hin zur Wissenschaftlichkeit setzt Kritik ein (Freise, 1972; Höcker, 1972; Bäuml-Roßnagl, 1988; Ragaller, 2001):

- Die Lehrpläne sind immer mehr stofflich überfrachtet.
- Die Unterrichtsinhalte und Lernwege sind umwelt- und lebensfern, was dazu führt, dass die Schüler isoliertes Fachwissen erwerben.
- Durch die übertriebene Orientierung an der Wissenschaft sind die Kinder häufig kognitiv überfordert. Aber auch auf sprachlicher Ebene werden überhöhte Anforderungen an die Grundschüler festgestellt.
- Auf der Erfahrungs-/Erlebensebene erhalten die Schüler nur noch wenige Lernchancen, was sicherlich auch dadurch bedingt ist, dass keine Verknüpfung von Unterricht und außerschulischer Welt stattfindet.
- Es herrscht eine geschlossene, zu eng lern- und leistungsorientierte Unterrichtsorganisation. Der Unterrichtsablauf ist stark vom Lehrer gelenkt, wobei im Laufe der Zeit immer mehr überladene Verlagsmaterialien in den Unterricht Einzug halten und dazu führen, dass die Beteiligung des Lehrers an der Vorbereitung des Unterrichts immer mehr abnimmt.
- Eigeninitiative und Selbstständigkeit der Schüler werden unterdrückt. Für entdeckende und problemlösende Situationen ist in dem neuen Fach kein Platz vorgesehen.
- Es wird immer mehr erkannt, dass es methodisch schwierig ist, wissenschaftliche Fakten zu elementarisieren.
- Die erzieherische und emotionale Dimension von Unterricht wird komplett vernachlässigt.
- Ein letzter Kritikpunkt liegt darin, dass die „harten“ Naturwissenschaften (Physik und Chemie) den Unterricht dominieren und für soziokulturelle Themen, vor

allem für Geschichte, kein Platz mehr ist (Berkmüller, 1976, vgl. Einsiedler und Schirmer (1986)).

In der Folge wendet man sich Mitte der 1970er/Anfang der 1980er Jahre vom wissenschaftsorientierten Sachunterricht ab. Das Fach Sachunterricht wird in Heimat- und Sachkunde umbenannt.

2.6 Der Sachunterricht als Heimat- und Sachkunde

Die Aufgabe dieses Faches wird stärker darin gesehen, die Persönlichkeit der Schüler zu fördern. Die Polarisierung zwischen Kindorientierung und Wissenschaftsorientierung wird durch vermittelnde Positionen überwunden und die beiden Aspekte werden nicht mehr als Gegensatz gesehen (Ragaller, 2001). „Die neuere Diskussion um die Didaktik des Sachunterrichts ist von dem Bemühen gekennzeichnet, vorschnelle Dichotomisierungen zu vermeiden und zwischen verschiedenen Zielen dialektisch zu vermitteln“ (Möller, 1991, S. 37). Dies soll durch Integration von Fachinhalten an den kindlichen Erfahrungsbereich gewährleistet werden. Bei der Auswahl der Unterrichtsinhalte werden die Alltagserfahrungen und die Lebenswirklichkeit der Schüler verstärkt in den Blick genommen und der Heimatbezug wieder vermehrt betont. Der Unterricht soll den Schüler dazu befähigen, am Leben aktiv und gestaltend teilzuhaben und in seiner Konzeption vor allem alltagsbezogen und erlebnisorientiert sein (Gervé, 2000a). Dies führt dazu, dass der naturwissenschaftliche Bereich wieder vernachlässigt wird.

Eine Analyse von Schülerarbeitsmappen von Einsiedler und Schirmer (1986) für die Jahre 1968-1981 zeigt die Auswirkungen der erneuten Reformen des Sachunterrichts: Im Fach Biologie ist ein Anstieg von 15% (1968-1971) auf 21% (1971-1976) zu verzeichnen, der durch die Tatsache, dass Sexualerziehung und Gesundheitslehre verpflichtende Teile im Lehrplan sind, begründet ist. Ein weiterer Anstieg auf 26% nach 1976 ist zu erkennen, obwohl bei der Lehrplanrevision für die Grundschule 1976 viele biologische Themen gestrichen und auch die Inhalte von Sexualkunde erheblich gekürzt werden.

Ist zwischen den Jahren 1968-1971 (11%) und den Jahren 1971-1976 (26%) ein deutlicher Anstieg in den Fächern Physik, Chemie und Technik zu erkennen, so fällt dieser im Zeitraum 1976-1981 bedingt durch die Wende zum Heimat- und Sachunterricht wieder auf 11% zurück.

Viele Untersuchungen teilen die Gebiete des Sachunterrichts meist nur in fünf bis acht Gruppen ein und unterscheiden im naturwissenschaftlichen Bereich nur zwischen Biologie und Physik/Chemie/Technik. Eine Studie von Strunck u. a. (1998) unterteilt dagegen in 10 Bereiche. Biologie, Physik, Chemie und Technik werden separat betrachtet. Diese genauere Differenzierung erscheint notwendig, um detailliertere Ergebnisse zu erhalten. Analysiert werden in dieser Studie nicht nur die Lehrpläne, sondern auch die

Schulbücher, Fachzeitschriften und Klassenbücher. Der Analysezeitraum erstreckt sich dabei auf 1973 bis 1997 und zeigt sehr eindrückliche Ergebnisse über die Entwicklung der „harten“ Naturwissenschaften (Physik und Chemie) im Sachunterricht der Grundschule: In den 1970er Jahren stellen sie einen recht hohen Anteil im Lehrplan dar. Seit den 1980er Jahren ist ein ständiger Rückgang der Fachinhalte aus den Bereichen Physik, Chemie und Technik zu beobachten. Physikalisch und chemisch akzentuierte Themen sind in den Lehrplänen bis zur Jahrtausendwende nur noch marginal vertreten und fehlen in einigen Bundesländern ganz.

Die Analyse amtlicher Lehrpläne von Einsiedler (1998) stimmt im Wesentlichen mit den Ergebnissen von Strunck u. a. (1998) überein. Einsiedler bemerkt dabei, dass die Biologie 60% aller naturwissenschaftlichen Inhalte umfasst und damit das umfangreichste Themengebiet im Sachunterricht darstellt, während Themen aus den übrigen Naturwissenschaften kaum vorkommen.

Die Analyse der Schulbücher ergibt ähnliche Ergebnisse, zumindest was den naturwissenschaftlichen Bereich anbelangt. Innerhalb von 20 Jahren wird eine Abnahme der naturwissenschaftlichen Anteile von über 6% auf 2% festgestellt.

Doch nicht nur quantitativ kann ein Rückschritt verzeichnet werden, es kommen auch Veränderungen in qualitativer Hinsicht hinzu: „Der Vergleich der Lehrpläne macht eine zurückgehende Orientierung an Elementen der jeweiligen Fachsystematik offenkundig, etwa wenn der hessische Lehrplan von 1995 für die ersten beiden Schuljahre vorschlägt, „im und mit Wasser zu spielen, zu matschen usw.“ oder „Seifenblasen herzustellen“ (S. 137), während der nordrhein-westfälische Lehrplan von 1973 für diese Schuljahre die Einführung von Stoff- und Teilchenmodell forderte (S. 5ff)“ (Strunck u. a., 1998, S. 75).

Aufschlussreich ist auch das Ergebnis der Analyse der Klassenbücher. Sie zeigt eine große Variationsbreite bezüglich der einzelnen Fächern, die wohl von den fachlichen Vorlieben einzelner Lehrer abhängig ist – Erdkunde, Biologie und Geschichte werden generell als unverzichtbar angesehen. Diese Unterrichtsreihen werden auch länger und gründlicher gestaltet als andere Bereiche. Physikalisch-chemische Inhalte dagegen sind nur in etwa der Hälfte der Klassen Gegenstand. Chemische Inhalte, die der Lehrplan vorschreibt, werden bei weitem nicht erfüllt. Wenn überhaupt, dann wird fast ausschließlich der Themenbereich „Wasser-Verdunstung-Wasserkreislauf“ behandelt, nur zwei Klassen (von 56) behandeln zusätzlich noch das Thema Luft. „Es drängt sich der Eindruck auf, daß naturwissenschaftliche Themen offenbar um so weniger unterrichtet werden, je höher ihr fachlicher Anspruch an die Lehrperson ist. Das Lehrplanthema „Stoffumwandlungen durch Erhitzen oder Verbrennen“ etwa war in den Klassenbüchern mit keiner einzigen Stunde dokumentiert“ (Strunck u. a., 1998, S. 77). Wie später (vgl. Kapitel 6.4.5) gezeigt wird, ist diese Aussage auch exemplarisch für eine Momentaufnahme der heutigen Situation.

2.7 Gegenwärtige Situation in Deutschland

Unsere hochtechnisierte und moderne, durch naturwissenschaftliche Erkenntnisse geprägte Welt setzt immer mehr ein naturwissenschaftliches Verständnis voraus. Sowohl im Alltag, als auch im Beruf und im gesellschaftlichen Kontext ist dies erforderlich, um zweckmäßig und verantwortlich Entscheidungen treffen und handeln zu können. Die Entwicklung unterliegt dynamischen Prozessen und um mithalten zu können, müssen Grundkonzepte verfügbar sein, die es ermöglichen, neue Erkenntnisse einzuordnen und weiterzulernen. Es liegt auf der Hand, dass mit dieser naturwissenschaftlichen Bildung bereits in der Grundschule begonnen werden muss. Die letzte Welle der Naturwissenschaftseuphorie aus den 1970er Jahren liegt dabei noch gar nicht lange zurück. Damalige Fehler müssen in der Diskussion des aktuellen Sachunterrichts beachtet werden, so dass nicht wieder eine Gegenbewegung einsetzt. Damit stellt sich die Frage, was ein Mensch heute über Naturwissenschaften wissen muss, um im Alltag und im Beruf bestehen zu können, um Entwicklungen verfolgen und mündig an Diskussionen und Entscheidungen teilhaben zu können. Diese Frage ist auch Kernpunkt der internationalen Diskussion über naturwissenschaftliche Grundbildung im Sinne von „Scientific Literacy“. Scientific Literacy meint eine „Schreib- und Lesefähigkeit im Bereich von Naturwissenschaften und Technik im Sinne von Grundkenntnissen und -fertigkeiten, die eine Orientierung in der von den Erkenntnissen von Wissenschaft und Technologie geprägten Lebenswelt und sinnvolle, wissensbasierte Entscheidungen als mündiger Bürger ermöglicht“ (Schallies, 2002, S. 55). Die Teilhabe aller Menschen an einer naturwissenschaftlich und technisch geprägten Gesellschaft ist das Ziel.

Sicherlich ist es sinnvoll, naturwissenschaftliche Grundbildung weiter zu fassen als nur naturwissenschaftliche Kompetenz (zum Kompetenzbegriff vgl. Kapitel 5). Hinzu kommen müssen auch motivationale Aspekte wie Interesse und Engagement und ebenso Wertorientierungen, Einstellungen und Überzeugungen, damit man den Begriff naturwissenschaftliche Grundbildung abrundend definieren kann (Prenzel u. a., 2003). So wird in neueren Konzeptionen des Sachunterrichts versucht, eine Orientierung am Kind und an der Wissenschaft in Einklang zu bringen.

2.7.1 Aufgaben eines modernen Sachunterrichts

Der Begriff Wissenschaftsorientierung ist heute nicht mehr von derart zentraler Bedeutung wie in den 1970er Jahren, allerdings ist die Orientierung an den Wissenschaften deswegen nicht verloren gegangen. So betont die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) neben dem Lebensweltbezug ausdrücklich auch fachliche Perspektiven. Die erste schulische Beschäftigung der Kinder mit naturwissenschaftlichen Themenbereichen ist der Sachunterricht. Im Perspektivrahmen Sachunterricht, der von der GDSU 2002 veröffentlicht wird, wird zu den Zielen des Sachunterrichts Stellung ge-

nommen: „Aus pädagogischer und aus didaktischer Perspektive hat die Grundschule die anspruchsvolle Aufgabe, Schülerinnen und Schüler dabei zu unterstützen,

- sich in ihrer Umwelt zurechtzufinden,
- diese angemessen zu verstehen und mitzugestalten,
- systematisch und reflektiert zu lernen,
- Voraussetzungen für späteres Lernen zu erwerben.

Inhalte und Verfahren des Unterrichts müssen deshalb gegenwärtigen und künftigen Bedürfnissen und Anforderungen gerecht werden, Bildung ermöglichen und grundlegen sowie die Leistungsfähigkeit und -bereitschaft der Kinder entfalten und fördern“ (GDSU, 2002, S. 2).

2.7.2 Mensch, Natur und Kultur – Eine Weiterentwicklung des Faches Heimat- und Sachunterricht in Baden-Württemberg

Zum Schuljahr 2004/2005 tritt für die Klassen 1 und 2, 2005/2006 für die Klassen 3 und 4 ein neuer Bildungsplan für die Grundschulen in Baden-Württemberg in Kraft. Die wichtigste Neuerung ist, dass erstmals für die Grundschule ein Fächerverbund eingeführt wird: Der bisherige Heimat- und Sachunterricht wird um die Fächer Musik, Bildende Kunst und Textiles Werken ergänzt und vom Fächerverbund „Mensch, Natur und Kultur“ (kurz MeNuK) abgelöst. Neu ist auch, dass nur noch für zwei Drittel der Zeit verbindliche Vorgaben für Ziele und Inhalte gemacht werden. Die restlichen 33% des Schuljahres sollen die Lehrer selbst mit Unterrichtsstoff füllen (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004).

Auch wird nicht mehr angegeben, wie viele Schulstunden pro Jahr in den einzelnen Fächern zu absolvieren sind. Stattdessen gibt eine Kontingenztafel die Gesamtjahreswochenstunden für die Fächer und den Fächerverbund vor, die frei über die vier Jahre Grundschulzeit verteilt werden können. Für den Fächerverbund MeNuK steht eine Gesamtjahreswochenstundenzahl von insgesamt 25 Stunden zur Verfügung.

Für den Fächerverbund Mensch, Natur und Kultur werden vier Zielbereiche vorgegeben: **fachliche** (z. B. inhaltliches Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten), **methodische** (z. B. Fähigkeit zur Teamarbeit, Lernen lernen), **soziale** (Miteinander von Menschen) und **personale Kompetenz** (z. B. Entwicklung der Persönlichkeit, Ich-Stärke, Selbstwahrnehmung). Diese Kompetenzen können in eine Neunfeldertafel eingeordnet werden (vgl. Tabelle 2.1): „Die Spalten gruppieren nach drei bedeutsamen Bereichen der Lebenswirklichkeit: Menschliches Leben, Kulturphänomene und Umwelt, Naturphänomene und Technik. Die Zeilen wiederum gehen vom Kind als einzelner Subjekt aus, beziehen dann das Kind auf die Gruppe und schließlich auf die Welt als Ganzes“ (Reinhoffer, 2006, S. 11).

Tabelle 2.1: Die Neunfeldertafel für den Fächerverbund MeNuK, nach Reinhoffer (2006).

Klasse 2 bzw. 4	Menschliches Leben	Kulturphänomene und Umwelt	Naturphänomene und Technik
Das Kind als Individuum, sein Leben und Lernen als Schulkind	Kompetenzfeld 1 Wer bin ich – was kann ich: Kinder entwickeln und verändern sich, stellen sich dar	Kompetenzfeld 4 Raum und Zeit erleben und gestalten	Kompetenzfeld 7 Natur macht neugierig: Forschen, experimentieren, dokumentieren, gestalten
Das Kind als Mitglied der Gemeinschaft, Zusammenleben in der Heimat	Kompetenzfeld 2 Ich – du – wir. Zusammen leben, miteinander gestalten, voneinander lernen	Kompetenzfeld 5 Heimatliche Spuren suchen, entdecken, gestalten und verändern	Kompetenzfeld 8 ErfinderInnen, KünstlerInnen, KomponistInnen entdecken, entwerfen, entwerfen und bauen, stellen dar
Das Kind als künftiger Bürger, Schlüsselfragen des Lebens	Kompetenzfeld 3 Kinder dieser Welt: Sich organisieren, sich verständigen, sich verstehen	Kompetenzfeld 6 Mensch, Tier und Pflanze: Staunen, schützen, erhalten und darstellen	Kompetenzfeld 9 Energie, Materialien, Verkehrswege: Vergleichen und bewusst nutzen

Mit der Grundorientierung an der Lebenswirklichkeit der Schüler sollen aber dennoch die fachlich orientierten Ansprüche nicht vernachlässigt werden. Aus diesem Grund werden so genannte Bildungsstandards für die Fächer Mathematik und Deutsch für das Ende von Klasse 2 und Klasse 4 definiert, welche die zu erreichenden Kompetenzen aus personaler, sozialer, methodischer und fachlicher Sicht beschreiben. Die Bildungsstandards messen also mehr als Kulturtechniken wie beispielsweise Lesen, Schreiben und Rechnen, „denn die sind längst nicht alles, was die Schulen an Bildungs- und Erziehungsleistungen erbringen [sollen]“ (Reinhoffer, 2006, S. 11).

Mit dem neu konzipierten Fächerverbund wird außerdem versucht dem Anliegen Rechnung zu tragen, dass die Schulstunden nicht mehr vom 45-Minuten-Rhythmus bestimmt, sondern thematisch um ein Sachgebiet gestaltet werden. Berührungspunkte zwischen den Fächern sollen gesucht und in komplexen Themeneinheiten, am Kind orientiert, umgesetzt werden. Dabei sollen die einzelnen Fächer stärker als bisher miteinander verbunden werden.

Ferner sind die den Fächerverbund Mensch, Natur und Kultur unterrichtenden Lehrkräfte aufgerufen, die Person des Schülers in den Mittelpunkt zu stellen.

MeNuK setzt bei der Weltwahrnehmung der Schüler an und regt zur Auseinandersetzung mit Natur und Kultur an. Die Neugier der Schüler auf Naturphänomene und Technik ist dabei Ausgangspunkt des Unterrichts. Neben dem Erwerb von Wissen ist auch der Aufbau von Einstellungen und Haltungen bei den Schülern von Bedeutung. Als drittes ist neben inhaltlichem Wissen und Orientierungswissen auch Methodenwissen über die selbstständige und selbsttätige Aneignung von Wissen zu lehren.

Bei der Themenauswahl wird darauf geachtet, dass sowohl fachlich als auch personalbildungsbedeutsame Themen behandelt werden. Selbstgesteuertes, exploratives Lernen nimmt viel Zeit in Anspruch. Deshalb ist eine Konzentration auf das Wesentliche erforderlich (exemplarisches Lernen). Eine Verknüpfung der MeNuK-Inhalte mit Deutsch, Mathematik, Religion und der Grundschulfremdsprache ist im Bildungsplan vorgesehen – mit einer speziellen Förderung der Sprach- und Lesekompetenzen (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004).

Diese Vorgaben des Bildungsplans müssen behutsam und stets am Schüler und seinen Fähigkeiten orientiert umgesetzt werden. Ansonsten ist zu befürchten, dass es zu einer kognitiven Überforderung der Schüler kommt.

Bei einer Umsetzung der geforderten Inhalte durch eine vielseitig gebildete Lehrkraft können die Naturwissenschaften durch den Bildungsplan 2004 Baden-Württemberg eine Aufwertung erfahren. So werden im dritten zentralen Bereich „Naturphänomene und Technik“ durch die drei Kompetenzfelder

- „Natur macht neugierig: Forschen, experimentieren, dokumentieren“,
- „Erfinder, Künstler und Komponisten entdecken, entwerfen und bauen, stellen dar“ und
- „Energie, Materialien, Verkehrswege: Vergleichen und bewusst nutzen“

zahlreiche naturwissenschaftliche Themen aufgezählt.

Im Anhang an die zu lehrenden Kompetenzen und Inhalte werden insgesamt 29 verbindliche Experimente zu biologischen, chemischen und physikalischen Phänomenen gefordert; zehn für die Klassen 1 und 2 und 19 für die Klassen 3 und 4 (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004).

Derartige Entwicklungen lassen sich nicht nur in Baden-Württemberg feststellen, sondern sind bundesweit beobachtbar.

So finden sich in den aktuellen Bildungsplänen der unterschiedlichen Bundesländer explizit Hinweise auf die Thematisierung naturwissenschaftlicher Inhalte bereits in der Grundschule. In Schleswig-Holstein beispielsweise werden im Lehrplan für die Grundschule sechs Lernfelder genannt. Im fünften Lernfeld (Natur und Umwelt) werden naturwissenschaftliche Inhalte wie beispielsweise Schwimmen und Sinken, Temperaturmessung, Lufthülle, Stoffgemische, Lösungen, Magnetismus und Stoffumwandlungen

aufgeführt, die im Laufe der vier Grundschuljahre thematisiert werden sollen (Landesbildungsserver Schleswig-Holstein, 1997). Auch im Rahmenplan für Grundschulen in Berlin (Klasse 1-6) werden dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess und dem Experiment große Wichtigkeit zugesprochen. So sollen die Schüler beispielsweise Körper- und Stoffeigenschaften erforschen, chemische und physikalische Trennverfahren durchführen (Filtration, Sedimentation, Papierchromatographie, Eindampfen), Wasser auf seine Eigenschaften hin untersuchen (Siede- und Schmelztemperatur) und Versuche zum Verbrennen von Stoffen durchführen (Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2006). In Bayern stehen Naturphänomene in Form von „Erkunden der Umwelt“ im Lehrplan für die Grundschule. Die Lehrer sollen beispielsweise die Themenbereiche Luft, Wasser, Feuer, Magnetismus und Elektrizität im Unterricht behandeln, wobei auch hier der Unterricht an Vorerfahrungen und Erlebnissen der Schüler anknüpfen und aktives Lernen gefördert werden soll (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München, 2000).

2.7.3 Außerschulische Lernorte/Schülerlabore

Inzwischen gibt es neben den innerschulischen Bemühungen, die naturwissenschaftliche Bildung im Rahmen verschiedener Programme zur schulischen Qualitätsentwicklung zu verbessern, parallel außerschulische Bildungsangebote. Bereits in der Zeit vor den Studien TIMSS, PISA und IGLU (vgl. Kapitel 3) gibt es erste Initiativen, die Möglichkeiten außerschulischen Lernens anbieten. Durch die internationalen Vergleichsstudien und die dadurch angeregten Bildungsdiskussionen ist aber eine deutlich größere Offenheit gegenüber solchen Formen des Lernens zu verspüren. Eine Kooperation mit außerschulischen Partnern wird mittlerweile sogar im Bildungsplan 2004 (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004) gefordert. Angetrieben von der Motivation, das Interesse der Jugendlichen bezüglich Naturwissenschaften und Technik zu fördern, werden im letzten Jahrzehnt mehr als 200 Schülerlabore in Kooperation mit Universitäten, Forschungseinrichtungen, Science Centern, Museen und der Industrie ins Leben gerufen (Hillebrandt und Dähnhardt, 2005).

Um Beratung, Vernetzung, Koordinierung, Förderung und Evaluation der noch jungen Schülerlaborbewegung zu koordinieren, wird im August 2004 am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel mit Fördergeldern des Bundesministeriums für Bildung und Forschung Lernort Labor (LeLa) gegründet. 2007 übernimmt die Deutsche Telekom Stiftung diese Förderung.

Charakteristika von Schülerlaboren

Schülerlabore verstehen sich als Lernorte für Schüler. Im Zentrum steht die praktische Erfahrung und Bearbeitung von authentischen Problemen. Die Schüler haben die Mög-

lichkeit, Experimente zu den unterschiedlichsten Themenbereichen (je nach Ausrichtung des Schülerlabors) selbstständig durchzuführen. Sie haben somit die Gelegenheit, Erfahrungen zu sammeln und sich mit wissenschaftlichen Fragestellungen auseinanderzusetzen. Betreut werden die Schüler dabei von wissenschaftlichen Mitarbeitern, Studenten oder abgeordneten Lehrkräften.

Die einzelnen Schülerlabore unterscheiden sich durch die Institution, der sie angegliedert sind, die angebotenen Themen, die angesprochene Zielgruppe und ihre Kapazität. Die meisten Schülerlabore sind Hochschulen (z. B. NAWilino, Pädagogische Hochschule Freiburg), Forschungseinrichtungen (Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg) oder der Industrie (H₂O & Co., BASF Ludwigshafen) zugeordnet. Die Themen entstammen den Bereichen Biologie, Physik, Chemie oder Technik oder sind interdisziplinär. Schülerlabore decken alle Klassenstufen von der ersten Klasse bis zur 13. Jahrgangsstufe ab, hauptsächlich sind Schülerlabore aber ausgerichtet auf Schüler an Gymnasien ab der Sekundarstufe I (vgl. Abbildung 2.3).

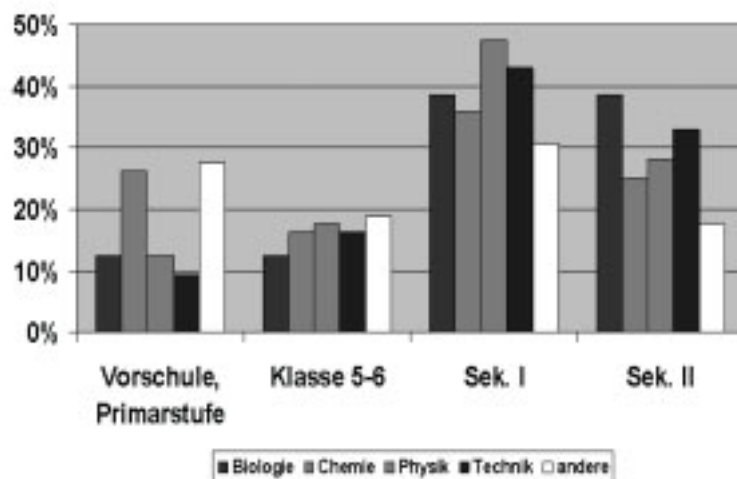


Abbildung 2.3: Zielgruppen der Schülerlabore, aufgeteilt nach Altersstufen.

Große, bereits gut etablierte Schülerlabore haben die Möglichkeit, täglich Schulklassen zu empfangen, während kleinere Schülerlabore, die personell und finanziell nicht so gut ausgestattet sind, ihr Angebot auf einige Tage pro Woche beschränken.

Trotz ihrer unterschiedlichen Schwerpunkte und Entstehungsgeschichte verfolgen die Schülerlabore gemeinsame Ziele (Hillebrandt und Dähnhardt, 2005; Engeln, 2004; Engeln und Euler, 2004):

- Förderung des Interesses an Naturwissenschaften und Technik.
- Selbstständiges Arbeiten und Auseinandersetzen mit naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen.

- Förderung und Gewinnung von naturwissenschaftlichem Nachwuchs.
- Förderung des Dialogs zwischen Wissenschaft und Gesellschaft.
- Verbesserung der naturwissenschaftlichen Bildung.
- Gelegenheit schaffen, Tätigkeitsfelder im naturwissenschaftlich-technischen Bereich kennen zu lernen.
- Bedeutung der Naturwissenschaften und Technik für die Gesellschaft aufzeigen.

Neben den Schülern gehören ausgebildete oder sich in der Ausbildung befindende Lehrer zu der Zielgruppe von Schülerlaboren. Im Rahmen von Informationsbesuchen und Lehrerfortbildungen soll diese Zielgruppe mögliche Hemmschwellen bezüglich Naturwissenschaften abbauen. Lehramtsstudierende erhalten darüber hinaus die Möglichkeit, durch die Betreuung der Schüler erste unterrichtliche Erfahrungen zu sammeln.

Die Erwartungen an Schülerlabore sind groß, und auf den ersten Blick betrachtet sind Schülerlabore ein großer Erfolg: Das Angebot wird von Lehrern wie von Schülern sehr gerne angenommen und die Labore sind gut ausgelastet, teilweise auf Monate und Jahre hin ausgebucht (Engeln, 2004).

Wissenschaftliche Untersuchungen über die Wirksamkeit und Nachhaltigkeit von Schülerlaboren liefern ein differenziertes Bild: Bezüglich des kognitiven Aspekts kann gezeigt werden, dass das Vorwissen der Schüler sowie die inhaltliche Vorbereitung auf den Besuch im Schülerlabor positive Effekte auf den Lernprozess haben (Feher, 1990; Tunnicliffe u. a., 1997; Kubota und Olstad, 1991; Anderson und Lucas, 1997; Rix und McSorley, 1999). Allerdings ist diese Vorbereitung im Unterricht in den seltensten Fällen gegeben, wie Untersuchungen von Griffin und Symington (1997) und Price und Hein (1991) belegen. Eysel und Schallies (2003) führen diese fehlende Einbindung auch als Grund an, weshalb der Laborbesuch häufig reinen „Ausflugscharakter“ hat. Guderian (2007) beschreibt im Wesentlichen drei Gründe für diese mangelnde Vor- und Nachbereitung eines Schülerlaborbesuchs:

- Die geringe Kompetenz für das entsprechende Fach: Dies betrifft vor allem Grundschullehrkräfte, die oftmals nicht für das Unterrichten von Naturwissenschaften ausgebildet sind und ohne Hilfe einen Laborbesuch weder vor- noch nachbereiten können.
- Fehlende Zusammenarbeit zwischen den Lehrern und den Betreibern der Schülerlabore: So kommen Absprachen im Vorfeld nicht zustande und die Lehrkräfte bekommen keine Materialien und Handreichungen für die Arbeit in der Schulklasse zur Verfügung gestellt.
- Organisatorische Probleme: Oftmals ist es nicht möglich, dass der Termin des Laborbesuchs ausgewählt werden kann. Lange Wartezeiten oder von den Schulen festgelegte Termine für Ausflüge lassen nicht immer zu, dass der Laborbesuch sinnvoll in die Unterrichtseinheit integriert werden kann.

Bezüglich des Vorsatzes, das Interesse an Naturwissenschaften zu wecken, sind die Forschungsergebnisse eher ernüchternd. Jarvis und Pell (2005) können nachweisen, dass das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften nur kurzfristig gesteigert werden kann. Engeln (2004) differenziert in ihrer Untersuchung das Interesse in emotionale, epistemische (erkenntnistheoretische) sowie wertbezogene Komponenten (z. B. Wichtigkeit des Besuchs im Schülerlabor für die eigene Person). Nur für die wertbezogenen Komponenten kann sie in ihrer Untersuchung einen Zuwachs verzeichnen.

Auch bezüglich der Motivation der Schüler für die Beschäftigung mit Naturwissenschaften kann Brandt (2005) in seiner Untersuchung nur kurzfristige Effekte beobachten.

Allen Untersuchungen aber ist gemeinsam, dass die Autoren sich von einer Vor- und Nachbereitung des Laborbesuchs im Unterricht positivere Ergebnisse erhoffen: „Eine bessere Verzahnung von Schulunterricht und Labor wäre zur Förderung langfristiger Effekte hilfreich. Es ist anzunehmen, dass die motivationalen, aber auch kognitiven Effekte eines Besuches [...] sehr viel stärker wären, wenn eine adäquate Vor- und Nachbereitung der Inhalte und des Besuches im Experimentierlabor erfolgen würden“ (Brandt, 2005, S. 185).

Es gibt aber auch Stimmen, die einen Besuch im Schülerlabor negativ sehen: Einem Besuch in einem außerschulischen Lernort fehlt oft die Ernsthaftigkeit und den Schülern geht es nur darum, sich ein paar schöne Stunden zu machen (Claussen, 2004). Tatsache ist aber auch, dass eine „Erfahrungsarmut“ bei den Kindern vorherrscht, d. h. diese haben oftmals keine direkten, nicht medial vermittelten Realbegegnungen mehr. Damit einhergehend ist eine „Handlungsferne“ zu verzeichnen, d. h. die Schüler haben häufig nicht die Möglichkeit, bewusst und unmittelbar lernen zu können und dieses Lernen als bedeutsam für sich zu erkennen (Claussen, 2004, S. 5).

Am besten lassen sich die Möglichkeiten des Besuchs eines außerschulischen Lernorts entfalten, wenn es der Lehrkraft gelingt, einen Zusammenhang zwischen dem schulischen und außerschulischen Lernen herzustellen. Dadurch können die oben genannten Negativpunkte entkräftet werden und beides kann „als Teil eines sich gegenseitig stützenden Gesamt-Lernprozesses gesehen [werden]“ (Schreiber, 2004, S. 6).

Das NAWilino-Labor an der Pädagogischen Hochschule Freiburg

In Freiburg wird im Juli 2007 die Internetplattform „ScienceNet Region Freiburg“ ins Leben gerufen. Interessierte Lehrkräfte können aus zahlreichen Bildungsangeboten der Region Angebote auswählen, die ihren Unterricht ergänzen oder durch praxisnahes Lernen erweitern sollen. Insgesamt sind 60 Institutionen mit mehr als 250 Angeboten beteiligt. Das Portal wird im Rahmen der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ zertifiziert. Die inhaltlichen Schwerpunkte der Weltdekade sind Naturwissenschaften, Technik, Umwelt sowie Eine-Welt-Themen (Stadt Freiburg, 2007).

Ein Angebot innerhalb der Bildungsregion Freiburg ist das Schülerlabor NAWIlino an der Pädagogischen Hochschule in Freiburg. Bereits im Wintersemester 2004/2005 wird mit der Konzeption begonnen. Das Akronym beinhaltet zugleich Intention wie auch Zielgruppe des Schülerlabors: NAWIlino setzt sich aus NAWI und lino zusammen und soll veranschaulichen, dass es ein Projekt über **Naturwissenschaften** für Grundschulkinder ist (Verkleinerungsform „-lino“ aus dem Italienischen). Seit dem Sommersemester 2005 haben Grundschullehrkräfte die Möglichkeit, ihre Klasse an einem Vormittag für das Schülerlabor anzumelden. In den Laborräumen der Abteilung Chemie können die Schüler ausgewählte Versuche zu den Bereichen Wasser, Luft, Feuer und Erde selbstständig unter der Betreuung von Studierenden durchführen.

Bei einer Tagung der MNU (Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e. V.) im Jahr 2004 zur Ausbildung von Chemielehrern in Chemiedidaktik an Hochschule und Seminar werden explizit Projekte gefordert, die Studierende und Schüler zusammenführen mit dem Zweck, für Realitätsnähe zu sorgen und den Studierenden ihr eigentliches Ziel, die Arbeit mit den Schülern, immer wieder ins Bewusstsein zu bringen (MNU und GDCh, 2004). Auch Studierende sowie Junglehrer äußern immer wieder den Wunsch, schon im Studium mehr Möglichkeiten für Einblicke in Aufgaben und Anforderungen des späteren Berufsfeldes zu bekommen, verbunden mit ersten „Gehversuchen“ unter Begleitung. Ganz explizit wird darauf verwiesen, dass damit Praxiserfahrung gewünscht wird, die es den Studierenden bereits in einem frühen Stadium ermöglicht, die eigene Lehrerrolle kennen zu lernen und zu reflektieren.

Mit dem Aspekt der Vernetzung von Studium und Schulpraxis wird das NAWIlino-Projekt diesen Empfehlungen gerecht.

Die Betreuung Die Studienordnung der Studierenden des Grundschullehramts an der Pädagogischen Hochschule Freiburg ist dahingehend angepasst, dass das Projekt NAWIlino in das Grundschullehramtsstudium integriert ist und die Studenten die Möglichkeit haben, durch erfolgreiche Teilnahme an dem Projekt studienrelevante Bereiche abzudecken und einen Seminarschein zu erwerben. Die betreuenden Studenten besuchen im Vorfeld vor der Betreuung eine Veranstaltung, in der sie die Versuche alle selbst ausprobieren, um bezüglich möglicher Fehler- und Problemquellen sensibilisiert zu werden, damit beim gemeinsamen Experimentieren mit den Schülern adäquat reagiert werden kann. Außerdem werden die Versuche fachwissenschaftlich besprochen und es werden mögliche Erklärungen für Schüler, die elementarisiert sind – d. h. so aufbereitet, dass sie den Schülern leichter oder überhaupt zugänglich sind – erarbeitet.

Die Versuche Die Versuche stammen aus den Bereichen Feuer, Wasser, Luft und Erde in Anlehnung an die klassische Vier-Elemente-Lehre von Platon.

Wichtiges Auswahlkriterium für einen Versuch ist die Tatsache, dass er mit einfachen Mitteln durchgeführt werden kann (keine Gift- und Gefahrstoffe), beliebig oft reproduzierbar ist und einen deutlichen, eventuell verblüffenden Effekt zeigt und die Schüler dadurch anregt, Erklärungsmodelle zu suchen. Auf eine Chemieshow mit phänomenologisch ansprechenden Demonstrationsexperimenten wird bewusst verzichtet. Wichtig ist, dass die Schüler selbst aktiv werden können. Außerdem soll die Theorie, die die Versuche erklärt, für einen Grundschüler verständlich sein.

3 Internationale Vergleichsstudien

Im Zuge der Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) gerät auch die Grundschule in den Blick. Zentrale Fragestellungen sind hierbei: Werden die Begabungen der Schüler angemessen gefördert, erleichtert diese Förderung späteres naturwissenschaftliches Lernen und kann einem Interessenverfall im Bereich der Naturwissenschaften entgegengewirkt werden?

3.1 Die Studien TIMSS und IGLU

Die einzige Studie, die es bislang über naturwissenschaftliche Grundbildung in der Grundschule gibt, ist die Ergänzungsstudie der Internationalen Grundschul-Lese-Untersuchung (IGLU-E) aus dem Jahr 2001. Die neuere IGLU-Studie aus dem Jahr 2006 beschäftigt sich neben der Orthographieuntersuchung mit dem Leseselbstkonzept, der spezifischen Förderung für Jungen, mit digitalen Medien, einer neuen Schuleingangsphase, dem Ganztagsangebot sowie dem soziokulturellen Hintergrund in den Familien.

Bereits 1995 gibt es im Rahmen von TIMSS die Möglichkeit, den mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzstand auch am Ende der Grundschulzeit zu erheben. In Deutschland konzentriert man sich allerdings auf die Sekundarstufen I und II, da es zum Zeitpunkt dieser Entscheidung bereits schwierig ist, die Finanzierung dieser beiden Studien sicherzustellen (Prenzel, 2004). Doch bereits bei der ersten Analyse wird diese Einschränkung bedauert, da ungeklärt bleibt, welche in der Sekundarstufe I festgestellten Defizite bereits in der Grundschule angelegt werden.

Die nächste Möglichkeit bietet sich mit IGLU 2001. IGLU wird weltweit unter der Bezeichnung „Progress in International Reading Literacy Study“ (PIRLS) durchgeführt. Initiiert und organisiert wird die Studie von der „International Association for the Evaluation of Educational Achievement“ (IEA). Neben der Lesekompetenz werden auch andere Kompetenzbereiche in einer nationalen Ergänzungsstudie untersucht. In der Zeit von April bis Juni 2001 werden jeweils an zwei aufeinanderfolgenden Testtagen in Deutschland zusätzlich zum Leseverständnis die Bereiche Mathematik, Naturwissenschaften, Orthographie und Aufsatz untersucht. Ein internationaler Vergleich wird allerdings nur für das Leseverständnis durchgeführt (Prenzel, 2004).

3.2 Die IGLU-Ergänzung Naturwissenschaften

Mit der Ergänzungsstudie sollen Fragen beantwortet werden, die ebenfalls in der Diskussion der PISA¹-Ergebnisse von 2000 aufkommen (Prenzel u. a., 2003, S. 144):

- „Wie ist die naturwissenschaftliche Kompetenz deutscher Schülerinnen und Schüler am Ende der Primarstufe im internationalen Vergleich einzuschätzen?
- Verfügen die Schülerinnen und Schüler über naturwissenschaftliche Konzepte und Prozesskompetenzen, die für das Weiterlernen bedeutsam sind?
- Gibt es Hinweise auf Risikoschüler oder auf besonders leistungsfähige Kinder?
- Sind die Schülerinnen und Schüler am Ende der Grundschulzeit interessiert und motiviert, sich mit naturwissenschaftlichen Themen zu befassen?
- Welche Bedeutung messen die Lehrkräfte naturwissenschaftlichen Themen bei und welchen Unterstützungs- und Fortbildungsbedarf haben sie?“

Für den naturwissenschaftlichen Test stehen am zweiten Testtag 20 Minuten zur Verfügung. Die Testaufgaben beziehen sich auf Kompetenzen, die in der Lebenswelt von Viertklässlern wichtig sind und die zugleich eine Basis für anschließendes erfolgreiches Lernen in der Sekundarstufe I sind.

Die Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt nehmen an der Ergänzung zu IGLU nicht teil.

Um die Ergebnisse der nationalen Ergänzungsstudie international in die Ergebnisse der früher durchgeführten TIMS-Studie für die Grundschule einordnen zu können, wird für die IGLU-Ergänzung auf Aufgaben aus der TIMS-Studie zurückgegriffen: Aus dem TIMSS-Aufgabenpool werden 24 Items ausgewählt, die nach Expertenmeinung als bedeutsam für die Altersstufe gelten und die für eine nachfolgende schulische Auseinandersetzung mit den Naturwissenschaften als wichtig eingestuft werden. Diesen Aufgaben werden weitere hinzugefügt, die sich in anderen Studien als geeignet und aussagekräftig für die naturwissenschaftliche Kompetenz erweisen (15 Items aus der Crosstel-Untersuchung² und 10 Items aus einer Untersuchung einer Arbeitsgruppe von Einsiedler an der Universität Erlangen-Nürnberg aus dem Jahre 1976). Von diesen 49 Items sind 41 Multiple-Choice und acht haben ein offenes Format. Insgesamt wird ein

¹ Programme for International Student Assessment. Diese Studie wird bislang dreimal in den Jahren 2000, 2003 und 2006 durchgeführt. Generelle Zielsetzung ist es, den jeweiligen OECD-Staaten Indikatoren für Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten von 15-jährigen Schülerinnen und Schülern in den Bereichen Leseverständnis, Mathematik und Naturwissenschaften zur Verfügung zu stellen.

² Grundschulstudie von 1993. Das Projektkurzwort bedeutet „**C**rosscultural Study of **T**elevision Viewing, **T**echnical Everyday Experiences, **S**cience Learning in School, and **T**echnical Problem Solving“. In Zusammenarbeit zwischen dem Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften in Kiel und Prof. Dr. R. Evans, North Carolina, wird eine empirisch-ländervergleichende Studie über das Problemlösen von Kindern in Abhängigkeit vom Medienkonsum durchgeführt.

breites Spektrum von Themen angesprochen. Fachlich betrachtet können die Items den Bereichen Physik/Chemie (28 Items), Biologie (17 Items) und Erde/Umwelt (4 Items) zugeordnet werden (Prenzel u. a., 2003).

Diese erhobenen Items lassen sich in unterschiedliche Fähigkeitsniveaus einteilen. Insgesamt gibt es zur Unterscheidung fünf verschiedene Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz (vgl. Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: Kompetenzstufen und Skalenbereich, nach Prenzel u. a. (2003).

Stufe	Naturwissenschaftlicher Kompetenzbereich	Punkte
	Vorschulisches Alltagswissen	<323
I	Einfache Wissensreproduktion	323-400
II	Anwenden alltagsnaher Begriffe	401-468
III	Anwenden naturwissenschaftlicher Begriffe	469-522
IV	Beginnendes naturwissenschaftliches Verständnis	523-637
V	Naturwissenschaftliches Denken und Lösungsstrategien	>637

Eine Zuordnung zu den einzelnen Kompetenzbereichen ergibt sich aufgrund der Punkte, die bei den gelösten Aufgaben erreicht werden können.

Schüler, die weniger als 323 Punkte erreichen, haben bis zum Ende ihrer Grundschulzeit nicht einmal rudimentäre sachkundliche Vorstellungen und verfügen über das Alltagswissen von Vorschulkindern.

Schüler der Stufe I kennen einfache naturwissenschaftliche Bezeichnungen und können diese wiedergeben.

Die Kompetenzstufe II erreichen Schüler, die ihr naturwissenschaftliches Alltagswissen anwenden, einfache naturwissenschaftliche Zusammenhänge aber nur schwer nachvollziehen können.

Schüler der Kompetenzstufe III können ihr erworbenes Wissen anwenden. Ein erstes Verständnis von naturwissenschaftlichem Arbeiten ist erkennbar.

Schüler ab Stufe IV bauen grundlegende naturwissenschaftliche Vorstellungen auf und können diese anwenden.

In Stufe V wird angenommen, dass die Schüler beginnen naturwissenschaftlich zu denken.

Zur Erläuterung und näheren Darstellung der Kompetenzstufen dient ein Aufgabenbeispiel, vgl. Abbildungen 3.1 und 3.2.

Kompetenzstufe

V

637

IV

522

III

468

II

401

I

323

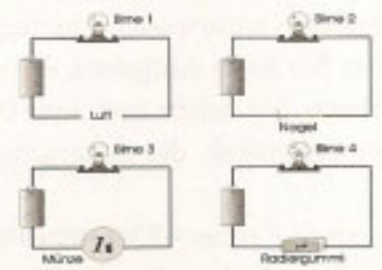
673

Um herauszufinden, ob Samen im Licht oder im Dunkeln besser wachsen, kannst Du einige Samen auf ein feuchtes Papier legen und

A. sie an einen warmen, dunklen Ort stellen.
 B. einen Teil an einen hellen Ort und einen Teil an einen dunklen Ort stellen.
 C. sie an einen warmen, hellen Ort stellen.
 D. sie an einen hellen oder dunklen, aber kühlen Ort stellen.

546

Die folgenden Bilder zeigen eine Taschenlampenbatterie und eine Glühbirne, die durch Drähte mit verschiedenen Substanzen verbunden sind.



Welche der Glühbirnen werden leuchten?

Glühbirnen 1 und 2
 Glühbirnen 1, 2 und 3
 Glühbirnen 2,3 und 4
 Glühbirnen 2 und 3
 Glühbirnen 3 und 4

474

Welches Tier säugt seine Jungen?

Huhn
 Frosch
 Affe
 Schlange

Abbildung 3.1: Aufgabenbeispiele für die einzelnen Kompetenzstufen, aus Prenzel u. a. (2003, S. 158).

Kompetenzstufe

V
637

IV
522


III
468

II
401

I
323

448

Ein Schmetterling setzte sich auf ein Blatt und legte einige kleine Eier. Die Bilder zeigen die Veränderungen, die an den Eiern stattgefunden haben.



In welcher Reihenfolge haben die Veränderungen stattgefunden?

A. 1, 2, 3, 4
B. 1, 3, 2, 4
C. 1, 4, 3, 2
D. 1, 4, 2, 3

373

Schau Dir bei den **nächsten 3 Fragen** die folgende Tabelle an. Sie zeigt die Temperaturen, die an drei Tagen zu verschiedenen Zeiten gemessen wurden:

	6 Uhr morgens	9 Uhr morgens	12 Uhr mittags	3 Uhr nachmittags	6 Uhr abends
Mo.	15 °C	17 °C	20 °C	21 °C	19 °C
Di.	15 °C	16 °C	17 °C	10 °C	9 °C
Mi.	7 °C	10 °C	14 °C	14 °C	13 °C

a) Wann wurde die höchste Temperatur gemessen?

Am Montag um 12 Uhr
 Montagnachmittag um 3 Uhr
 am Dienstag um 12 Uhr
 am Mittwoch um 12 Uhr
 Mittwochnachmittag um 6 Uhr

Abbildung 3.2: Aufgabenbeispiele für die einzelnen Kompetenzstufen, aus Prenzel u. a. (2003, S. 159).

3.3 Ergebnisse und Konsequenzen aus der IGLU-Ergänzung

3.3.1 Einordnung der Schülerleistung bezüglich der Kompetenzstufen

Bei der Auswertung der Ergebnisse ergibt sich folgende Verteilung auf die einzelnen Kompetenzstufen (vgl. Tabelle 3.2):

Tabelle 3.2: Verteilung der Schüler in Deutschland auf die fünf Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz (Grundschule), nach Prenzel u. a. (2003).

Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz (Grundschule)		Gesamt	Mädchen	Jungen
		(in Prozent)		
Stufe V	(>637) Naturwissenschaftliches Denken	8,1	6,6	9,7
Stufe IV	(523-637) Beginnendes naturwissenschaftliches Verständnis	33,7	30,9	36,5
Stufe III	(469-522) Anwenden naturwissenschaftsnaher Begriffe	21,3	21,9	20,7
Stufe II	(401-468) Anwenden alltagsnaher Begriffe	20,2	21,0	19,4
Stufe I	(323-400) Einfache Wissensreproduktion	12,8	14,3	11,4
	<323 Vorschulisches Alltagswissen	3,9	5,3	2,4

Es wird ersichtlich, dass knapp 17% der Schüler als Risikogruppe angesehen werden müssen, da sie lediglich Kompetenzstufe I und darunter erreichen. Diese Schüler verfügen über so geringe Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Bereich, dass ein schulisches Scheitern vorhersehbar ist.

Aber auch auf Stufe II und teilweise Stufe III ist nicht das naturwissenschaftliche Verständnis erreicht, über welches Schüler nach der vierten Klasse verfügen müssen, um schulischen wie auch außerschulischen Anforderungen gewachsen zu sein (Prenzel u. a., 2003).

Nicht einmal die Hälfte aller Schüler, nur knapp 42%, erreichen eine Stufe, auf der sie über ein naturwissenschaftliches Grundverständnis verfügen, an das ein Naturwissenschaftsunterricht der weiterführenden Schule mit guten Erfolgsaussichten anknüpfen kann.

3.3.2 Geschlechterdifferenzen und soziale Herkunft

Es wird deutlich, dass Mädchen auf den unteren, Jungen hingegen auf den höheren Kompetenzstufen überrepräsentiert sind. Der internationale Vergleich zeigt aber, dass solche Unterschiede nicht in allen OECD-Ländern auftauchen und deshalb durch kulturelle oder pädagogische Faktoren bedingt sein müssen (Prenzel u. a., 2003).

Auch wird festgestellt, dass Kompetenzunterschiede mit dem Merkmal „soziale Herkunft“ korrelieren. In der leistungsschwachen Gruppe (Stufe I und darunter) sind Kinder aus „sozial benachteiligten Elternhäusern“ (Demuth und Sommer, 2009, S. 21) weit überrepräsentiert – höher als im internationalen Durchschnitt. Offensichtlich gelingt es dem Sachunterricht nicht, diese unterschiedlichen Bedingungen in den Elternhäusern zu kompensieren (Prenzel u. a., 2003).

Ein Sachunterricht, der diese Missstände beheben möchte, muss stärker die Interessenlage der Mädchen berücksichtigen, ohne dabei die Jungen zu vernachlässigen. Außerdem muss Kindern aus bildungsfernen und sozial schwachen Familien in der Schule die Möglichkeit gegeben werden, durch anregungsreiche Lernumgebungen mögliche Defizite auszugleichen (Prenzel u. a., 2003).

3.3.3 Aussagekraft der IGLU-Ergänzung über den Sachunterricht

Da naturwissenschaftliche Inhalte im Sachunterricht nur marginal auftreten, liegt die Vermutung nahe, dass die oben genannten Unterschiede zu einem beträchtlichen Anteil durch unterschiedliche Anregungen und Unterstützungen seitens der Eltern bedingt werden.

Einschätzungen von Lehrplanexperten zeigen, dass die Items nur zu 36,4% einen expliziten Bezug zum Lehrplan haben, bei einem Drittel der Items lässt sich ein implizierter Bezug zum Lehrplan erkennen, der allerdings eher allgemeiner Art ist, bei gut 30% aller Items aber ist kein Lehrplanbezug festzustellen. Dies unterstreicht die Aussage, dass durch die Ergänzungsstudie von IGLU nicht feststellbar ist, ob die Vorgaben der Lehrpläne von den Schülern erreicht werden oder nicht, denn die Kompetenzen der Viertklässler lassen sich nur zu einem geringen Teil auf den Sachunterricht der Grundschule zurückführen. Es ist viel eher anzunehmen, dass die Schüler ihr Wissen außerhalb der Schule, im Elternhaus, über die Medien (hier ist vor allem das Fernsehen zu nennen) oder im Spiel erwerben. Dafür spricht die Tatsache, dass Schüler aus oberen sozialen Schichten besser abschneiden als Kinder aus niedrigeren. Dem Sachunterricht gelingt es folglich nicht, die Schüler auf ein vergleichbares Niveauverständnis zu bringen (Prenzel u. a., 2003).

Die Meinung der Lehrplanexperten über die Relevanz des abgefragten Wissens für das Lernen in höheren Klassenstufen fällt positiv aus: Über 73% der Items werden als wichtig oder sehr wichtig für das nachfolgende Lernen von Naturwissenschaften erachtet (Prenzel u. a., 2003).

3.3.4 Motivation

Insgesamt ist die Motivation, sich mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu beschäftigen, bei den Grundschulkindern sehr hoch; auch bei denen, deren naturwissenschaftliches Verständnis niedrigen Kompetenzstufen zuzuordnen ist.

Betrachtet man die Motivation der Schüler hinsichtlich des Sachunterrichts, dann fällt auf, dass 85,7% der Schüler angeben, gerne im Sachunterricht zu lernen. Nur 7,7% finden den Sachunterricht langweilig. Der Unterricht wird von den Schülern nicht als zu schwierig eingeschätzt. Auch die Themen des Sachunterrichts stoßen bei den Schülern auf Interesse (Prenzel u. a., 2003).

3.3.5 Die Lehrkräfte

Von den befragten Lehrkräften geben 47% an, dass ihre Klasse ein sehr großes naturwissenschaftliches Interesse hat, weitere 39% der Befragten sehen ein immerhin mittleres Interesse. Über 80% aller Lehrkräfte halten die naturwissenschaftlichen Themen des Sachunterrichts für Mädchen und Jungen gleich interessant. Die Notwendigkeit naturwissenschaftlicher Bildung für die Bewältigung vieler Alltagsaufgaben bejahen 90,5% der Lehrkräfte. Dabei ist festzuhalten, dass ein Großteil (über 90%) der Lehrkräfte starkes Interesse an Biologie besitzt, während hingegen nur 40% ein solches Interesse an Physik und Chemie haben (Prenzel u. a., 2003). Hier lassen sich einige Probleme aufzeigen: Warum ist das Interesse an Biologie so überragend, das an „harten“ Naturwissenschaften aber so gering? Hat eine solche Motivationslage auch Auswirkungen auf die Förderung des Interesses der Schüler? Es ist wohl schwer bestreitbar, dass Schüler Feuer und Flamme nur für die Inhalte sind, die eine überzeugte und sicher auftretende Lehrkraft ihnen präsentiert.

An dieser Stelle zeigt sich eine erste Begründung und Notwendigkeit für die Konzeption und Einführung der NAWIilino-Box durch Lehrerfortbildungen.

3.3.6 Internationale Einordnung

Als Ergebnis erreicht Deutschland, wenn die sechs Jahre später gemessenen Ergebnisse von IGLU-E in die Tabelle der Ergebnisse der TIMS-Studie eingetragen werden, den sechsten Platz; deutlich hinter Korea und Japan, in etwa vergleichbar mit dem Ergebnis der USA, Österreichs und Australiens, weit über dem internationalen Mittelwert (Prenzel u. a., 2003).

Hierbei muss aber hervorgehoben werden, dass es sich bei IGLU-E um keine vollständige nationale Stichprobe handelt, da sich, wie bereits erwähnt, die Bundesländer Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen sowie Sachsen-Anhalt nicht

beteiligen. Auch muss man beachten, dass bei TIMSS ein breites Spektrum von Ländern aus aller Welt verglichen wird. Vergleicht man nur die Leistungen in Industriestaaten (z. B. der OECD, wie auch bei PISA), dann liegen die Leistungen der deutschen Schüler am Ende der Grundschulzeit etwa auf dem Durchschnittsniveau der OECD- oder EU-Staaten (Demuth, 2005). Außerdem muss ferner der doch beträchtliche Zeitabstand zwischen TIMSS (1995) und IGLU-E (2001) berücksichtigt werden. Es ist auch nicht auszuschließen, dass sich zahlreiche andere Länder in diesem Zeitraum im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit im naturwissenschaftlichen Bereich weiterentwickelt haben.

3.3.7 Konsequenzen

Als Konsequenz aus IGLU-E muss es darum gehen, eine Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Verständnisses anzustreben. „Ein entsprechend hohes Verständnisniveau wird man jedoch nur dann erreichen können, wenn die Möglichkeiten für einen anspruchsvollen Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht an den Grundschulen konsequent ausgeschöpft werden“ (Demuth, 2005, S. 104).

Es muss sichergestellt sein, dass die Lehrer durch Ausbildung und Fortbildung in der Lage sind, verständnisorientierten und bedeutungsvollen Naturwissenschaftsunterricht zu erteilen. Neuere Untersuchungsergebnisse (vgl. Kapitel 6) zeigen aber, dass diese Forderung nicht der Realität entspricht und deswegen Handlungsbedarf dahingehend besteht, die naturwissenschaftliche Bildung der Lehrkräfte zu verbessern.

Die Ergebnisse von IGLU-E zeigen, dass Grundschulkindern ein gutes kognitives und motivationales Potential beim Übergang von der Primar- in die Sekundarstufe I haben, dies aber weder im Sachunterricht der Grundschule, noch im Naturwissenschaftsunterricht der Sekundarstufe I gefördert sowie schüler- und zielorientiert weitergeführt wird. Deshalb stellt sich die Frage nach dem Lernort für naturwissenschaftliche Kompetenzen.

Als Folge von TIMSS werden einige Konzepte für einen Sachunterricht mit naturwissenschaftlichen Inhalten entwickelt, so das BIQUA-Programm der DFG und das SINUS-Transfer-Grundschule-Programm zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK). Ziel dieser Aktivitäten ist es, gemeinsam in enger Zusammenarbeit mit Lehrkräften den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht weiterzuentwickeln. Dabei werden drei Ziele verfolgt: Erstens soll ein mathematisch-naturwissenschaftliches Wissen aufgebaut werden, das die Kinder in ihrer Lebenswelt anwenden und nutzen können. Zweitens sollen die Schüler Kompetenzen erwerben, die für erfolgreiches nachfolgendes Lernen eine Grundlage sind. Drittens soll die Bedeutung der Mathematik und Naturwissenschaften deutlich werden, Neugier soll geweckt und Interesse gefördert werden.

Aber auch außerschulisch ereignet sich in der naturwissenschaftlichen Bildungslandschaft sehr viel, um die positiven Grundvoraussetzungen der Schüler aufzugreifen und zu fördern (vgl. Kapitel 2.7.3).

4 Lernen

*Sage es mir, und ich werde es vergessen.
Zeige es mir, und ich werde es vielleicht behalten.
Lass es mich tun, und ich werde es können.*
Konfuzius (551-479 v. Chr.)

In diesem Kapitel soll der Lernprozess näher betrachtet werden. Was genau bedeutet Lernen? Was passiert dabei in unserem Gehirn? Und funktioniert Lernen wirklich so einfach wie in dem Zitat von Konfuzius?

„Veränderte und schnellere Zyklen des Wissensumschlags führen dazu, dass Erlern-tes heute schneller veraltet und dass ständig Neues hinzukommt, das erlernt werden muss, sei es im Beruf, in der Freizeit oder in der Familie“ (Schwarzer und Buchwald, 2007, S. 213). Lernen ist somit für den Menschen existenziell, denn Lernen als Ergebnis individueller Erfahrungen ermöglicht eine Anpassung an veränderte Lebensbedingungen. Lernen führt zu einer Weiterentwicklung auf allen Gebieten (Diederich, 1996). Für Pädagogen ist das Ermöglichen von Lernprozessen von jeher ein wichtiges Thema und so wird bis heute gestritten, welches der beste, effektivste und optimalste Lernweg ist. Doch auch Psychologen, Mediziner, Neurowissenschaftler und Psychiater beschäftigen sich mit dem Thema Lernen.

4.1 Biologische Grundlagen von Lernen und Gedächtnis

Das Gehirn des Menschen, das aus Milliarden von Zellen, den Neuronen, besteht, ist eines der kompliziertesten und komplexesten Informationsverarbeitungssysteme, das man kennt, „mit mehr möglichen Verbindungen zwischen seinen grundlegenden Einheiten, den **Neuronen**, als es Partikel im bekannten Universum gibt“ (Lefrançois, 2006, S. 139). Diese Komplexität ist es auch, die es Forschern erschwert, ein vollständiges Verständnis aller im Gehirn ablaufenden Prozesse zu gewinnen. Dies gilt auch für das Phänomen des Lernens. Informationen werden nicht einfach wie in einem Aktenschrank systematisch abgelegt und gespeichert, sondern zu sehr komplexen neuronalen Netzen angeordnet (Edelmann, 2000).

4.1.1 Das menschliche Gehirn

Das menschliche Gehirn kann man in drei Hauptteile untergliedern: Das Hinterhirn, das Mittelhirn und das Vorderhirn (vgl. Abbildung 4.1).

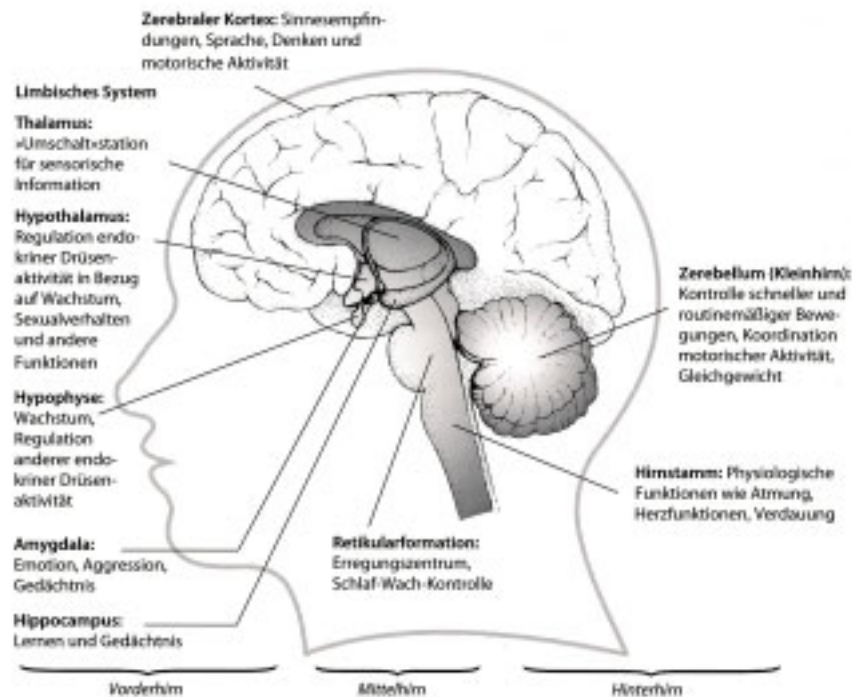


Abbildung 4.1: Ein Sagittalschnitt des menschlichen Gehirns, aus Lefrançois (2006, S. 140), © Springer-Verlag, Heidelberg.

Das **Hinterhirn** enthält den unteren Teil des Hirnstamms und das Kleinhirn. Strukturen im Hirnstamm sind für physiologische Prozesse wie Atmung und Herzfrequenz zuständig. Das Kleinhirn ist für motorische Abläufe wie Bewegung und Gleichgewicht verantwortlich.

Das **Mittelhirn** beinhaltet den oberen Hirnstamm, der für die Regulation von Wachen und Schlafen zuständig ist und zudem das Erregungsniveau kontrolliert. Auch Nervenfasern, die für Bewegungsabläufe wichtig sind, finden sich im Mittelhirn.

Das **Vorderhirn** ist der größte Teil des Gehirns. Es ist wichtig für das Verstehen, also auch für das Lernen. Die wichtigsten Teile sind der Hypothalamus, der Thalamus, das limbische System, das Großhirn und der zerebrale Kortex (äußere Decke des Großhirns).

Der Hypothalamus, ein bohngroßer Bereich mitten im Gehirn, regelt die physiologischen Funktionen des autonomen Nervensystems und von verschiedenen Drüsen im Körper. Der Thalamus, der sich genau über dem Hypothalamus befindet, agiert als Umschaltstation für Eindrücke, die über die Sinne mit Ausnahme des Geruchssinns aufgenommen werden. Das limbische System ist für das Empfinden von Emotionen notwendig. Das Großhirn teilt sich in zwei Hälften und ist die größte und komplexeste

Hirnstruktur. Lernen, Denken und Erinnern sind im zerebralen Kortex lokalisiert. Die Frontallappen, die sich am vorderen Teil des zerebralen Kortex befinden, sind für motorische Aktivitäten zuständig sowie für höhere Denkprozesse. Die Temporallappen an der Seite sind bei Hören, Sprache und Sprechen beteiligt. Die Parietallappen, die sich hinter den Frontallappen und oberhalb der Temporallappen befinden, sind für Sinnesindrücke, Bewegung, Erkennungsleistungen und Orientierung wichtig. Die Okzipitalappen ganz hinten im Gehirn sind für den Sehprozess verantwortlich. Obwohl man den einzelnen Lappen Hauptfunktionen zuordnen kann, spielen doch auch die anderen Areale des Gehirns stets eine zentrale Rolle (Lefrançois, 2006).

Das Gehirn besteht aus zwei Hälften, den Hemisphären. Obwohl vom Aufbau her gesehen sehr ähnlich, haben zahlreiche Untersuchungen ergeben, dass die Hemisphären ihre jeweilige Funktion nicht doppelt ausüben. Hemisphärenasymmetrien kann man beispielsweise an der Tatsache erkennen, dass etwa 90% aller Menschen Rechtshänder sind und nur 10% Linkshänder (Halpern und Coren, 1990).

Diese Befunde führen zu Spekulationen über rechts- und linkshirnige Menschen. Die linke Gehirnhälfte ist eher für Logik, Mathematik, Wissenschaft und sprachliche Fähigkeiten wichtig, während die rechte Gehirnhälfte für künstlerische und musikalische Aspekte verantwortlich ist. Pädagogen wie Sonnier (1991) behaupten, dass die Schule nur die linke Gehirnhälfte trainiert und das rechte Gehirn vernachlässigt. Aus diesem Grund befürworten sie eine ganzheitliche Erziehung, bei der auf vernachlässigte künstlerische und musikalische Interessen verstärkt eingegangen wird.

4.1.2 Gehirngerechtes Lernen

Vereinfacht zusammengefasst kann man die Rolle des Gehirns für das Lernen wie folgt beschreiben (Lefrançois, 2006):

1. Über die Sinnesorgane gelangen Informationen in das Gehirn.
2. Alle sensorischen Informationen mit Ausnahme der Gerüche werden über den Thalamus an die entsprechenden funktionalen Bereiche des zerebralen Kortex weitergeleitet.
3. Wichtige Informationen über nicht-emotionale Fakten werden über den Hippocampus zur Langzeitspeicherung weitergeleitet. Emotionale Fakten gelangen über den Thalamus zur Verarbeitung ins Langzeitgedächtnis.
4. Die tatsächliche Verarbeitung und damit die Überprüfung von Informationen auf Wichtigkeit und Assoziation geschieht im zerebralen Kortex.

„Lernen“ ist neurobiologisch in unserem Gehirn nicht so eindeutig lokalisierbar wie zum Beispiel die Sprachzentren. Foerster (1996) bezeichnet Lernen als allgemeines Erklärungsprinzip, mit dem wir alle möglichen Anpassungsleistungen und Problemlösungen umschreiben. Und so werden ständig neue Lernbegriffe erfunden, z. B. ganzheitlich,

emanzipatorisch, kritisch, antizipatorisch, partizipatorisch oder global (Siebert, 1998). Bekannt ist, dass dem Sinnesempfinden, dem Verhalten, aber auch dem Denken Übertragungen von Nervenimpulsen zugrunde liegen.

„Unter Gedächtnis wird die Fähigkeit des Gehirns verstanden, Informationen aufzunehmen, zu behalten und abzurufen“ (Ragni, 2008, S. 17). So werden bis zu Beginn der 1980er Jahre in der Gedächtnispsychologie drei separate, miteinander agierende Gedächtnisbereiche unterschieden: Das sensorische Gedächtnis, auch sensorisches Register oder Ultrakurzzeitgedächtnis genannt, das Kurzzeitgedächtnis sowie das Langzeitgedächtnis (Engelkamp, 1991). Diese haben unterschiedliche Speicherzeiten sowie -mechanismen.

Das sensorische Gedächtnis Das sensorische Gedächtnis wird nur für Sekundenbruchteile erregt. Es werden also Muster neuronaler Erregung hervorgebracht, die sehr schnell wieder zerfallen, sofern sie nicht weiter verarbeitet werden. Diese Erregungen werden mit anderen eintreffenden Reizen und inneren Zuständen verknüpft. So ist es möglich, dass wir soeben Erlebtes wiedergeben können.

Das Kurzzeitgedächtnis Auch die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses ist nur beschränkt. Es dient dem Behalten und Verarbeiten aktueller Informationen zu Wissen, sodass der Mensch in der Lage ist, aktuelle Situationen zu meistern. Die zeitliche Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses beträgt ca. 10 bis 50 Sekunden, gelegentlich sogar bis zu vier Minuten. Die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses beträgt 7 ± 2 Bedeutungseinheiten und hängt nicht von deren Inhalt ab (Seel, 2003). Anderson (1980) zeigt, dass das Zusammenlegen von Einheiten zu Informationsblöcken, sogenannten Chunks, auch die Speicherung größerer Informationsmengen wie beispielsweise längeren Sätzen erklärt.

Das Langzeitgedächtnis Das Langzeitgedächtnis hat eine sehr große, sehr dauerhafte Speicherkapazität und beinhaltet das gesamte Wissen einer Person (Edelmann, 2000). Es übernimmt Gelerntes aus dem Kurzzeitgedächtnis und speichert es für zukünftige Aufgaben. Diesen Prozess der Überführung vom Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis nennt man Konsolidierung.

Dieses Modell, das verschiedene Teilsysteme im Gedächtnis unterscheidet, wird Mehrspeichermodell bezeichnet (vgl. Abbildung 4.2).

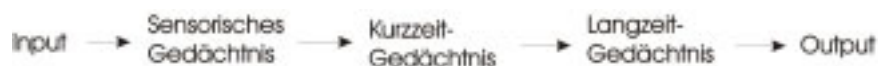


Abbildung 4.2: Einfaches Modell einer Mehrspeicherkonzeption, nach Seel (2003).

In den 1980er Jahren zeigen neuere Forschungen auf, dass ein Arbeitsgedächtnis notwendig ist, um die Prozesse der bewussten Wahrnehmung erklären zu können und ein präziseres Modell für das Kurzzeitgedächtnis zu erhalten (Anderson, 2001). Das Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley (1986) ist das am meisten akzeptierte Arbeitsgedächtnismodell und besteht im Wesentlichen aus drei Teilsystemen: Dem räumlich-visuellen Notizblock, der artikulatorischen Schleife und der zentralen Exekutive (vgl. Abbildung 4.3).

Der **räumlich-visuelle Notizblock** ist für die kurzfristige Speicherung von räumlichen und visuellen Informationen zuständig und die **artikulatorische Schleife** für die Speicherung verbaler Informationen. Die **zentrale Exekutive** steuert den Informationsfluss und ist aus diesem Grund die eigentliche Hauptkomponente des menschlichen Arbeitsgedächtnisses. Ihre Funktionsweise ist bisher kaum untersucht (Baddeley, 2001). Sie verfügt nur über eine beschränkte Kapazität, so dass die beschränkte Aufnahme des Kurzzeitgedächtnisses somit zu erklären ist (Ragni, 2008).

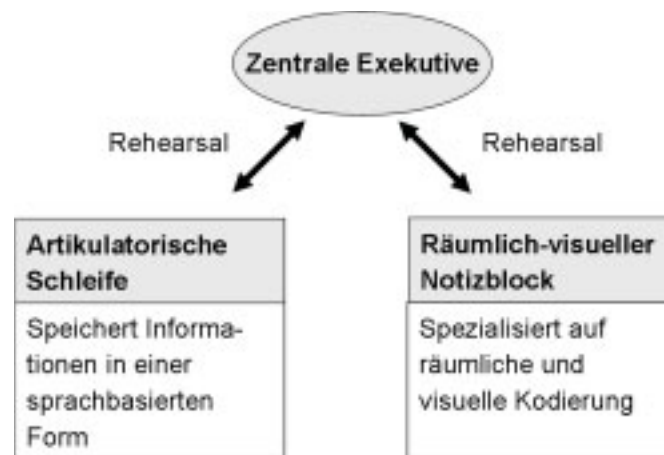


Abbildung 4.3: Eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten des Arbeitsgedächtnismodells, nach Baddeley (1999).

Bezüglich des Wissens unterscheidet man heutzutage zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen:

Unter **deklarativem Wissen** („Wissen, dass ...“) versteht man statisches Wissen, also Faktenwissen. Ein Beispiel dafür ist das kleine 1x1, das in der Grundschule gelernt wird.

Prozedurales Wissen („Wissen, wie ...“) dagegen bezieht sich auf das Wissen, wie mit einer bestimmten Aktion ein gewünschtes Wissen erreicht werden kann. Es handelt sich also um ein dynamisches Wissen. Ein Beispiel ist das Verfahren der schriftlichen Multiplikation zweier Zahlen, beispielsweise 15 und 25. Es werden zuerst die Zehner des Multiplikators mit den Einern des Multiplikanten multipliziert, dann die Zehner

des Multiplikators mit den Zehnern des Multiplikanten, die Einer des Multiplikators mit den Einern des Multiplikanten und zuletzt die Einer des Multiplikators mit den Zehnern des Multiplikanten.

Für das Problemlösen ist prozedurales Wissen wichtig, es hat somit eine größere Bedeutung als Faktenwissen. Allerdings dient Faktenwissen als Voraussetzung bzw. Grundlage für prozedurales Wissen (Multhaup, 2002).

Analog zu diesen beiden Wissenstypen gibt es zwei Bereiche im Langzeitgedächtnis: Das deklarative und das prozedurale Gedächtnis.

Diese zwei Grundfunktionen (vgl. Abbildung 4.4) beruhen auf der Tätigkeit unterschiedlicher Zentren im Gehirn (Seel, 2003).

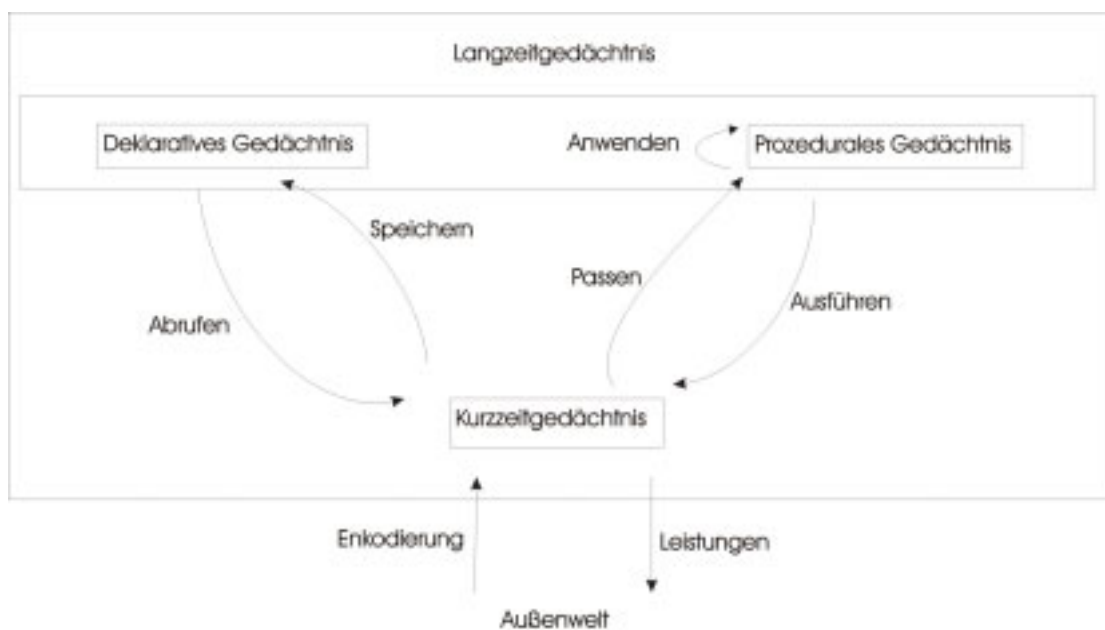


Abbildung 4.4: Zusammenspiel von Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis und dabei involvierter Prozesse, nach Seel (2003).

Das **deklarative Gedächtnis**, auch explizites Gedächtnis genannt, wird vom Bewusstsein geleitet. Es teilt sich in drei Teilfunktionen: Episodisches Gedächtnis, welches an die eigene Biographie gebunden ist und das Erinnern konstruiert (*remembering*), Wissens- und Faktengedächtnis, welches für die Konstruktion von Wissen zuständig ist (*knowing*), sowie das Bekanntheits- bzw. Vertrautheitsgedächtnis, welches bekanntes von weniger bekanntem differenziert (*familiarity memory*). „Alle drei Gedächtnisse hängen hierarchisch miteinander zusammen“ (Roth, 2001, S. 152f), das dritte Gedächtnis bildet dabei die Basis, die anderen beiden bauen darauf auf.

Das **prozedurale Gedächtnis**, auch implizites oder nicht-deklaratives Gedächtnis genannt, muss nicht vom Bewusstsein geleitet sein. Man unterscheidet hier das Fer-

tigkeitsgedächtnis, das für motorische Abläufe wie z. B. Klavier spielen oder Fahrradfahren zuständig ist, sowie Gewohnheiten, Priming, Kategorisieren, Klassische Konditionierung und nichtassoziatives Lernen wie Gewöhnungen oder Habituationen.

4.2 Lernen und Lerntheorien

4.2.1 Lernen

Fragt man jemanden, was Lernen eigentlich ist, bekommt man in den meisten Fällen eine Antwort, die Lernen irgendwie als den Erwerb von Informationen bezeichnet. Aber auch Verhaltensänderungen können in die Definition mit einfließen. Doch nicht alle Verhaltensänderungen sind Belege für Lernen. Beispielsweise kann sich das Verhalten unter dem Einfluss von Drogen ändern, ohne dass ein Lernprozess stattgefunden hat. Lefrançois (2006, S. 6) definiert Lernen allgemein als „alle relativ dauerhaften Veränderungen im Verhaltenspotential, die aus Erfahrungen resultieren, aber nicht durch Müdigkeit, Reifung, Drogengebrauch, Verletzung oder Krankheit verursacht sind. Strenggenommen wird Lernen natürlich nicht durch tatsächliche oder potentielle Verhaltensänderungen definiert. Stattdessen ist Lernen das, was im (menschlichen oder nichtmenschlichen) Organismus als Resultat von Erfahrung geschieht. Verhaltensänderungen sind lediglich Belege dafür, dass Lernen stattgefunden hat“ (vgl. Abbildung 4.5).

Beim Lernen unterscheidet man zwischen formellen und informellen Lernprozessen. Formelle Lernprozesse, auch intentionale Lernprozesse genannt, werden oft mit einer bestimmten Zielsetzung von Erziehern, Lehrern oder Aus- und Weiterbildern geplant und finden in dafür bestimmten Umgebungen wie Schule, Volkshochschule oder Hochschule statt. Informelle Lernprozesse hingegen finden oft an Orten statt, die genuin nicht für das Lernen vorgesehen sind, z. B. am Arbeitsplatz, im Verein oder Urlaub. Informelle Lernprozesse laufen häufig unbewusst ab. Lernen ist also mehr als das reine Abspeichern von Informationen, es beinhaltet auch die Wahrnehmung der Umwelt, das Verknüpfen mit bereits Bekanntem und das Erkennen von Regelmäßigkeiten (Schwarzer und Buchwald, 2007). In der aktuellen pädagogisch-psychologischen Forschung wird Lernen als aktive, zielgerichtete und konstruktive Aktivität des Erwerbs von neuem Wissen aufgefasst (Corte, 1995).

4.2.2 Lerntheorien

Lerntheorien sind Modelle und Hypothesen, die versuchen, den Lernprozess unter psychologischen Aspekten zu beschreiben und zu erklären. Der komplexe Vorgang des Lernens soll mit möglichst einfachen Prinzipien und Regeln erklärt werden. Die genaue Funktionsweise des Lernens ist allerdings wissenschaftlich noch nicht geklärt, weshalb es unterschiedliche Lerntheorien gibt, die sich mitunter auch widersprechen können. Im



Abbildung 4.5: Lernen ist ein individueller Prozess. Was gelernt wird, ist nicht immer vorhersagbar..., aus Lefrançois (2006, S. 24), © Springer-Verlag, Heidelberg.

Folgenden sollen die gängigen Lerntheorien, die behavioristische, die kognitivistische und die konstruktivistische (vgl. Tabelle 4.1), kurz vorgestellt sowie Konsequenzen für den Schulalltag aufgezeigt werden. Diese Theorien sind vor allem im amerikanischen Raum die drei grundlegendsten und erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Es sind immer wieder Nebenströmungen zu verzeichnen, die aber im Rahmen dieser Arbeit nicht aufgelistet werden können. Auch die Einordnung einzelner Vertreter ist nicht immer widerspruchsfrei. Schlussendlich sind auch die Übergänge zwischen den einzelnen Theorien fließend, und eine neue Theorie negiert nicht immer zwangsläufig die Postulate einer älteren, sondern ist oftmals auch eine Erweiterung des Blickwinkels auf das Lernen.

Behavioristische Lerntheorien

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wird die Psychologie als „das Studium der Wissenschaft der Phänomene des Bewusstseins“ (Watson, 1914, S. 1) angesehen. John Broadus Watson jedoch ist der Meinung, dass die Psychologie nur dann eine richtige Wissenschaft werden kann, wenn sie vollkommen objektiv ist und sich mit dem tatsächlichen Verhalten befasst und nicht mit Dingen wie Gedanken und Emotionen. Die Theorie des Behaviorismus verfolgt somit den Ansatz, dass das Verhalten des Menschen oder auch

Tabelle 4.1: Die wesentlichen Inhalte der Lerntheorien im Überblick, nach Schwarzer und Buchwald (2007).

	Behaviorismus	Kognitivismus	Konstruktivismus
Wissensmodell	Input-Output	Interner Verarbeitungsprozess	selbstaktiv konstruiert
Paradigma	Reiz-Reaktion	Problemlösen	Konstruktion
Lernsetting	Darbietung	Dialog	Interaktion
Lehrer ist	Vermittler	Anleiter	Moderator, Trainer
Lehrstrategie	Verstärken, löschen	Instruieren, vorstrukturieren, vormachen	Kooperieren, Wissen als Rohmaterial vorbereiten
Lernziel	Erinnern, wiedererkennen	Problem lösen, verstehen	Reflektierend handeln, ausdenken

von Tieren mit Methoden der Naturwissenschaften untersucht werden muss. Der Begriff Behaviorismus leitet sich vom englischen behavior=Verhalten ab. Watson als Begründer des Behaviorismus folgt einem mechanistischen Menschenbild und sieht das Individuum als rein reagierendes Subjekt: „Der einzige Weg, die Persönlichkeit gründlich zu ändern, besteht also in einem Neuaufbau des Individuums, indem man seine Umwelt so verändert, dass sich neue Gewohnheiten bilden müssen“ (Watson, 1968, S. 293). Mit seinem Beitrag „Psychology as the Behaviorist views it“ wendet er sich gegen die damals in der Psychologie verwendete Methode der Introspektion (Watson, 1968). Watson möchte die Psychologie neu begründen und dabei ausschließlich auf die „objektive Methode“ setzen, in der jede Form von Verhalten in Reiz und Reaktion zerlegt wird (englisch: stimulus-response). Reize sind dabei sämtliche Veränderungen in der äußeren Umwelt oder im Inneren des Menschen.

Die einem beobachtbaren Verhalten zugrunde liegenden physiologischen Vorgänge dagegen sind für die Behavioristen uninteressant. Der Organismus gilt für den Behavioristen als Black-Box. Ziel ist es Gesetze abzuleiten, die zwischen vorausgehenden Bedingungen (Stimuli), Verhalten (Reaktion) und den Konsequenzen (Belohnung, Bestrafung, neutrale Auswirkung) gelten (Lefrançois, 2006).

Als Vorläufer des Behaviorismus kann man den russischen Mediziner und Physiologen Iwan Petrowitsch Pawlow ansehen, der im 19. Jahrhundert folgendes Prinzip mehr oder weniger zufällig entdeckt: Ein neutraler Reiz, der keinen Reflex zur Folge hat, lässt sich „umkonditionieren“.

Klassische Konditionierung Die wohl älteste und eine der grundlegendsten Lerntheorien ist die der klassischen Konditionierung. Zimbardo und Gerrig (2005, S. 246) definieren klassische Konditionierung als „eine Art des Lernens, bei der das Verhalten (konditionierte Reaktion) durch einen Stimulus (konditionierter Stimulus) hervorgerufen wird, der seine Wirkung durch eine Assoziation mit einem biologisch bedeutsamen Stimulus (unkonditionierter Stimulus) erlangt.“ Durch wiederholte Kopplung eines neutralen Reizes mit einem unbedingten Reiz wird folglich der ursprünglich neutrale Reiz zu einem bedingten Reiz, der eine bedingte Reaktion auslöst.

Pawlow untersucht in einem Experiment die psychische Erregung der Speichelabsonderung der Wangenspeicheldrüse bei Hunden (vgl. Abbildung 4.6). Dafür wird ein Hund auf einem Tisch festgeschnallt. Präsentiert man ihm Futter fängt er, ausgelöst durch Reflexe, sofort an zu speicheln. Dieses Speicheln ist nach Pawlow eine unkonditionierte Reaktion (UR)¹, die durch den Reiz des Futters automatisch ausgelöst wird und angeboren ist. Dieser Reiz wird auch unkonditionierter Reiz genannt, da er ohne vorangegangenes Lernen eine Reaktion auslöst (Lefrançois, 2006).

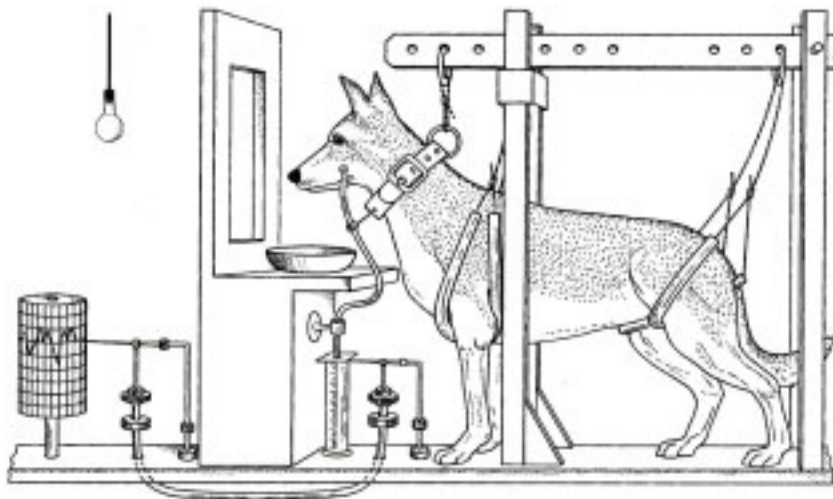


Abbildung 4.6: Die Versuchsanordnung von Pawlow, aus Lefrançois (2006, S. 34), © Springer-Verlag, Heidelberg.

In einem zweiten Versuch wird jeweils kurz vor dem Stimulus Essen noch ein weiterer Reiz, das Klingeln einer Glocke, dargeboten. Auf den neutralen Reiz alleine zeigt der Hund keinen Speichelfluss. Durch die Koppelung der beiden Reize (Futter und Glockenton) beginnt der Hund nach einiger Zeit bereits beim Erklingen des Glockentons

¹ Pawlow selbst verwendet nie die Begriffe *konditioniert* und *unkonditioniert*. Er selbst spricht von *konditional* und *nicht konditional*; zwei Begriffe, die wesentlich sinnvoller sind, da ein Reflex durch die Darbietung eines Reizes bedingt wird. Die Übersetzer erst prägen die Begriffsterminologie des Konditionierten – aus Unwissenheit (Lefrançois, 2006).

zu speicheln, ohne dass eine Futtergabe erfolgt. Wichtig dabei ist, dass der neutrale Reiz stets vor dem unbedingten Reiz dargeboten wird. Aus dem ursprünglich neutralen Reiz wird ein bedingter Reiz, der eine unbedingte Reaktion, den Speichelfluss, hervorruft. Der neutrale Reiz hat die Signalfunktion übernommen. Deshalb wird bei der klassischen Konditionierung auch vom Signallernen gesprochen (Bednorz und Schuster, 2002). Für seine Forschung über die Verdauungsdrüsen erhält Pawlow 1904 den Nobelpreis für Physiologie und Medizin.

Klassische Konditionierung ist bei Menschen wie auch bei Tieren möglich. Menschen sind mit einer Vielzahl von Reflexen ausgestattet (beispielsweise Kniesehnenreflex, Pupillenreflex, Schlucken, Husten, Niesen, Erbrechen, Klammer- und Saugreflex beim Säugling), von denen viele für das Überleben wichtig sind. Die meisten Reflexe, die von einem Stimulus ausgelöst werden, können auch klassisch konditioniert werden. So kann beispielsweise der Lidschlagreflex auf verschiedene Stimuli konditioniert werden. Sogar das Urinieren oder auch Geschmacksaversionen können klassisch konditioniert werden.

Wie leicht eine klassische Konditionierung erworben werden kann, hängt von vielen Einflussfaktoren ab. Wichtig ist vor allem eine gute Unterscheidbarkeit des konditionierten Stimulus. In Tierversuchen erweisen sich Töne als gute Stimuli (Lefrançois, 2006).

Für die Erklärung der Stimulus-Reaktions-Assoziationen bietet die Konditionierungstheorie zwei Möglichkeiten: **Kontiguität** und **Verstärkung**.

Kontiguität meint das simultane oder fast simultane Auftreten von Ereignissen. Dabei müssen die Ereignisse nicht voneinander abhängig sein. Klassische Konditionierung basiert auf Kontiguität.

Verstärkung ist ein komplexeres Konzept, das mit der Wirkung des Stimulus zu tun hat. Bei der operanten Konditionierung (vgl. Seite 50) dient die Verstärkung als Erklärungsmuster.

Klassisch konditionierte Assoziationen sind bemerkenswert dauerhaft und können auch nach Jahren noch auftreten, obwohl kein Kontakt zu dem konditionierten Stimulus mehr besteht. Dennoch können klassisch konditionierte Reaktionen wieder gelöscht werden. Diesen Prozess nennt Pawlow Extinktion (Löschung). Eine Möglichkeit besteht darin, den konditionierten Stimulus zu wiederholen, ohne den unconditionierten Stimulus zu präsentieren.

Bedeutung der klassischen Konditionierung für den Schulalltag In der Schule tritt klassische Konditionierung sehr häufig auf, vor allem bei emotionalen Reaktionen. Dies kann dazu führen, dass die Schule generell, aber auch bestimmte Lehrer oder Fächer beliebt oder nicht beliebt sind. Ein Beispiel dafür ist in Abbildung 4.7 dargestellt, in der gezeigt wird, wie eine Aversion gegen das Fach Mathematik entstehen kann.

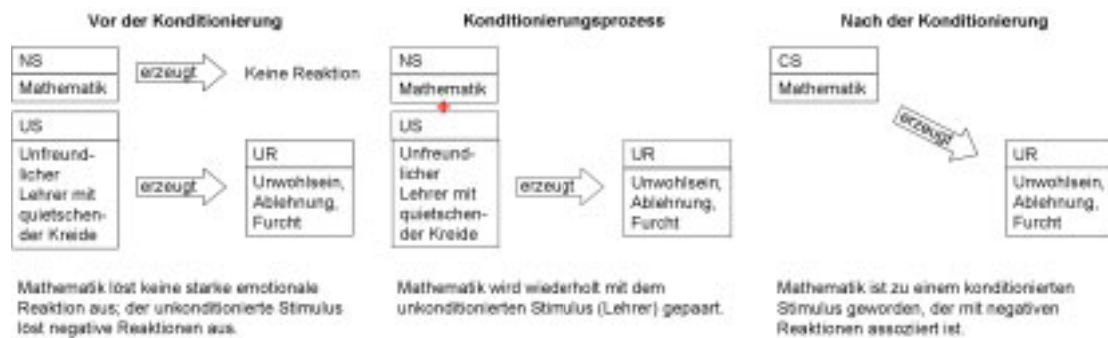


Abbildung 4.7: Klassische Konditionierung einer Aversion gegen Mathematik, nach Lefrançois (2006).

Von Skinner wird der Behaviorismus in den 1950er Jahren gleichsam popularisiert wie auch radikalisiert. Gegenüber der klassischen Konditionierung hegt er Zweifel, ob diese menschliche Verhaltensweisen ausreichend erklären kann. Anders als bei Pawlow steht bei Skinner die Verstärkung und nicht die Kontiguität von Verhalten im Vordergrund.

Operante Konditionierung Beim operanten Konditionieren werden Lernprozesse untersucht, bei denen zur Problemlösung Verhaltensweisen entwickelt werden, die auf den ersten Blick nicht durch Reize ausgelöst sind. Die operante Konditionierung beschäftigt sich folglich mit der Rückwirkung der Konsequenzen eines Verhaltens auf das Verhalten. Diese Lernart heißt operant, weil unter bestimmten Bedingungen (Konditionen), nämlich je nach Art der Konsequenz, die Auftretenswahrscheinlichkeit dieser Verhaltensweise (des Operanten) erhöht oder gesenkt wird. Bei der operanten Konditionierung wird zwischen vier möglichen Arten von Konsequenzen unterschieden: Positive und negative Verstärkung sowie positive und negative Bestrafung (vgl. Tabelle 4.2).

Tabelle 4.2: Verschiedene Konsequenzen.

	Darbietung	Entzug
angenehme Konsequenz	positive Verstärkung	negative Bestrafung
unangenehme Konsequenz	positive Bestrafung	negative Verstärkung
keine Konsequenz	Löschung	

Erfolgt als Reaktion eine Verstärkung, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer Reaktion. Unter einer positiven Verstärkung versteht man das Folgen eines angenehmen Ergebnisses auf eine Reaktion, z. B. ein Lob. Negative Verstärkung bedeutet, dass ein unangenehmes Ergebnis entfernt wird, z. B. eine Drohung nur dann umgesetzt wird,

wenn das gewünschte Verhalten nicht folgt. Bestrafung dagegen verringert die Wahrscheinlichkeit einer Reaktion. Positive Bestrafung bedeutet, dass ein aversiver (negativer) Reiz auftritt. Beispiele sind jegliche Art von Bestrafung. Negative Bestrafung bedeutet, dass ein angenehmer Reiz wegfällt (z. B. ein Kind ist böse und darf deshalb nicht die abendliche Kindersendung anschauen). Folgt einem Verhalten weder ein angenehmes noch ein unangenehmes Ereignis, dann tritt Löschung ein. Operante Konditionierung ist nur dann möglich, wenn die Reaktion unmittelbar auf das entsprechende Verhalten folgt (Edelmann, 2000).

Einer der Ersten, der sich mit der operanten Konditionierung beschäftigt, ist der amerikanische Psychologe Edward Lee Thorndike. Sein Forschungsobjekt sind hungrige Katzen. Diese werden in einen Holzlattenkäfig gesperrt. Außerhalb des Käfigs wird in Sicht- und Riechweite ein Stückchen Fisch deponiert. Die Tür des Käfigs kann mittels Tritt auf einen Hebel geöffnet werden. Am Anfang irren die Katzen scheinbar ziellos im Käfig hin und her, treten irgendwann durch Zufall auf den Hebel und können so zu dem Futterstück gelangen. Danach werden die Katzen wieder in den Käfig gesetzt. Das gleiche Verhalten ist wieder zu beobachten. Allerdings verkürzt sich die Zeit bis zum Öffnen des Käfigs mit jeder Wiederholung. Im Laufe der Zeit ist es fast allen Tieren möglich, sofort nach dem Einsetzen in den Käfig diesen durch Tritt auf den Hebel wieder zu verlassen. Als Konsequenz wird angenommen, dass die Tiere lernen, den Öffnungsmechanismus der Tür richtig zu bedienen (Bednorz und Schuster, 2002).

Burrhus Frederick Skinner gelingt es, mit der von ihm entwickelten Skinnerbox die Forschung zu optimieren, indem Faktoren wie das Einfangen der Katzen mit all den störenden Nebeneffekten sowie das Warten auf das zufällig eintretende erwünschte Verhalten eliminiert werden. Diese so genannte Skinnerbox ist ein geschlossener Käfig, in dem die Tiere auf einem Rost aus Stäben stehen und sich bewegen können. Zu Bestrafungszwecken kann dieser Rost elektrisch geladen werden. In die Wand eingelassen ist entweder ein Druckhebel (für Ratten) oder eine Pickschale (für Vögel). Außerdem gibt es eine Futterausgabe, einen Wasserspender sowie Lampen für Beleuchtungs- und Hinweiszwecke. Somit kann jede minimale Verhaltensänderung hin zum gewünschten Endverhalten gleich verstärkt werden. Mit dieser Verhaltenssteuerung gelingen Skinner eindrucksvolle Tierdressuren mit Ratten und Tauben (Edelmann, 2000).

Skinner's Theorie basiert auf zwei Grundannahmen (Lefrançois, 2006):

- Menschliches Verhalten folgt bestimmten Gesetzen.
- Die Ursache für Verhalten liegt außerhalb der Person und kann somit beobachtet und untersucht werden.

Dies ist das eigentlich radikale an seiner Idee, wenn man vergleicht, dass die Psychologie bis dato ausschließlich auf die in den Personen verankerten Ursachen Wert legt.

In Skinner's System bedeutet Löschung und Vergessen zweierlei. Löschung bedeutet, dass bei bestimmten Reaktionen, die zu einem früheren Zeitpunkt verstärkt werden, die-

se Verstärkung eliminiert wird. Das Ergebnis ist ein Ausbleiben der Reaktion. Vergessen ist ein langsamerer Prozess, der auch zum Ausbleiben einer Reaktion führt, wobei dies nicht über die Entfernung der Verstärkung geschieht (Lefrançois, 2006).

Anwendung operanten Konditionierens im Unterricht Im Schulalltag spielen aversive Kontingenzen viel eher eine Rolle als positive. Verweise, Nachsitzen, schlechte Noten, das Androhen von Strafe und Klassenbucheinträge prägen den Schulalltag mancherorts mehr als positive Aspekte wie Lob und Anerkennung.

Resümierend kann man festhalten: Die klassische Konditionierung wird durch zweigliedrige Kontingenzen (Stimulus-Reaktion) bestimmt, die operante Konditionierung durch dreigliedrige (Stimulus-Verhalten-Konsequenz). Beide gehen dabei von einer behavioristischen Sichtweise aus. Sie sehen den Menschen als Black-Box an und vernachlässigen selbstständige Prozesse innerhalb des Menschen.

Ab den 1960er/1970er Jahren wird der Behaviorismus zunehmend vom Kognitivismus abgelöst. Harlow kann zeigen, dass reine Futtermitteldressuren nicht auf höhere Lebewesen übertragbar sind. Kritisiert wird außerdem, dass Skinner sich lediglich auf beobachtbares Verhalten beschränkt. Zudem werden die Laborbedingungen kritisiert, unter denen Lernen isoliert von der natürlichen Umgebung betrachtet wird. Auch die Tatsache, den Menschen nur als reagierendes, nicht aber als aktives Wesen anzusehen, sorgt für Unmut. Völlig vernachlässigt wird auch der Wille, der Sinn und das Motiv für das jeweilige Handeln. Jedes selbstreflexive Denken wird dem Menschen abgesprochen. Die Tragweite des Behaviorismus wird also zunehmend angezweifelt, sodass sich langsam aber sicher die kognitive Wende vollzieht. Die Kognitivisten versuchen erstmals zu erklären, was im menschlichen Gedächtnis während des Lernens vor sich geht, sie versuchen die „Black Box des Behaviorismus“ zu öffnen (Lefrançois, 2006).

Lernen am Modell – Banduras kognitive Theorie des sozialen Lernens

Kognitives Lernen geschieht unter anderem durch Einsicht, Handeln, Problemlösen oder Nachahmung und bezieht somit auch Kognitionen und Emotionen in den Lernprozess mit ein (Bandura, 1979). Lernen am Modell oder auch Lernen durch Nachahmung, Imitation oder Beobachtung bedeutet, dass der Erwerb oder die Veränderung einer Verhaltensweise durch Beobachtung eines Modells geschieht. Dabei wird das Gesehene in kognitiven Prozessen verarbeitet und daraus ein Modell eigenen Handelns erstellt (Bandura, 1979). Bandura stellt also insofern ein Bindeglied zwischen Behaviorismus und Kognitivismus dar, dass er den Behaviorismus nicht ablehnt, sondern durch kognitive Konzepte ergänzt und dies unter dem Begriff sozial-kognitives Lernen zusammenfasst.

Lernen durch Beobachtung geschieht in zwei Phasen: Der Phase der Aneignung und der Phase der Ausführung. Zuerst muss eine Person das Gesehene aufnehmen. Ob dies

geschieht hängt stark davon ab, welcher Wert dem Verhalten des Modells zugeschrieben wird, aber auch davon, wie unverwechselbar, komplex, häufig oder nützlich das Gesehene ist. Dieser Prozess wird deshalb auch Aufmerksamkeitsprozess genannt. Die Aneignung hängt auch davon ab, ob sich die Person noch an das Gesehene erinnern kann.

In der zweiten Phase ist das Imitieren von motorischen, physischen, verbalen sowie intellektuellen Fähigkeiten abhängig. Aber auch die Motivation eines Individuums, das Modell nachzuahmen, darf nicht vernachlässigt werden. Im Gegensatz zum operanten Konditionieren (vgl. Seite 50) wird also nicht das gelernt, was verstärkt wird, sondern die Erwartung von Verstärkung steuert den Lerneffekt (Lefrançois, 2006).

So unterscheiden Bandura und Walters (1963) drei Effekte, die bei der Beobachtung eines Modells auftreten können:

- **Modelleffekt:** Hier lernt der Beobachter durch Imitation die neue Verhaltensweise.
- **Hemmungs-/Enthemmungseffekt:** Dieser Effekt bezieht sich auf bereits erworbene Verhaltensweisen. Je nachdem, ob das Modell belohnt oder bestraft wird, zeigen sich die Verhaltensweisen mehr oder weniger ausgeprägt.
- **Auslöseeffekt:** Unmittelbar nach dem Auftreten eines Modells wird ein ähnliches Verhalten gezeigt.

Bandura u. a. (1963) führen zur Demonstration des menschlichen Beobachtungslernens ein Experiment durch, das unter dem Namen „Rocky-Experiment“ bekannt ist: Vorschulkinder werden in vier Gruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe sieht einen Film, in dem Rocky seinem Kameraden Jonny Spielzeug durch aggressives Verhalten streitig macht und somit Erfolg hat. Die zweite Gruppe sieht den gleichen Film mit dem Ende, dass Rocky mit seinem aggressiven Verhalten keinen Erfolg hat. Die dritte Gruppe betrachtet Modelle, in denen kein aggressives Verhalten auftritt, während die vierte Gruppe gar keinen Film sieht. Später spielen die Kinder aller Gruppen mit den Spielsachen, die auch im Film vorkommen. Durch Spiegelwände wird beobachtet, wie oft die Kinder aggressives Verhalten imitieren, welches auch im Film zu sehen ist. Dabei zeigt sich, dass die erste Gruppe den höchsten Imitationswert hat.

Als Hauptergebnis kann man also festhalten, dass die Kinder aggressives Verhalten nachahmen, wenn sie im Film sehen und erleben, dass es zum Erfolg führt (Bednorz und Schuster, 2002).

Konsequenzen aus Banduras Theorie für den Unterricht Schüler lernen von der Lernperson, auch wenn dies nicht beabsichtigt ist. Erwünschtes Verhalten muss also vorgelebt werden.

Kognitivistische Lerntheorien

„Unter Kognitionen versteht man jene Vorgänge, durch die ein Organismus Kenntnis von seiner Umwelt erlangt. Im menschlichen Bereich sind dies besonders: Wahrnehmung, Vorstellung, Denken, Urteilen, Sprache. [...] Durch Kognitionen wird Wissen erworben“ (Edelmann, 2000, S. 114). In kognitivistischen Lerntheorien spielen folglich Denk- und Verstehensprozesse, anders als beim Behaviorismus, eine zentrale Rolle. Neue Informationen werden aktiv und selbstständig verarbeitet und in bereits existierende Strukturen integriert. Ausubel (1974) prägt hierfür den Begriff der Assimilation. Zusammenfassend lassen sich drei Punkte herausarbeiten, in denen sich der Kognitivismus vom Behaviorismus unterscheidet (vgl. auch Tabelle 4.3) (Lefrançois, 2006):

1. Der Betrachtungsschwerpunkt liegt im Kognitivismus auf höheren geistigen Prozessen (Wahrnehmung, Konzeptbildung, Gedächtnis, Sprache, Denken, Problemlösen, Entscheidungsfindung).
2. Der Schwerpunkt der Forschung wird weg vom Tier wieder auf den Menschen verlagert. Themen wie das Lernen von Sprache, Lesen, Strategien des Kompetenzerwerbs sowie Entwicklung der Logik lassen sich in Verhaltensexperimenten an Tieren nur schlecht untersuchen.
3. Ziel kognitiver Forschung ist es, die Prozesse, die zwischen Input und Output vermitteln, zu modellieren.

Die wichtigsten Strömungen des Kognitivismus stammen von Jerome Bruner, Jean Piaget und Lew Wygotski.

Bruner und die Theorie der Repräsentation über Kategorisierung „Kategorisieren bedeutet also unterschiedlich erkennbare Dinge äquivalent zu setzen“, so schreibt Bruner, „Objekte und Ereignisse und Menschen um uns herum in Klassen zu gruppieren und auf sie auf der Grundlage ihrer Klassenzugehörigkeit und nicht aufgrund ihrer Einzigartigkeit zu reagieren“ (1956, S. 1). Kategorien machen Aussagen über die Merkmale, die Objekte haben, so dass man sie in bestimmter Weise klassifizieren kann. Diese Merkmale werden auch Attribute genannt. Menschen interagieren über Kategorien, denn nur so ist es möglich, sich die Umwelt und die Fülle an Informationen, die auf einen einströmen, zu vereinfachen. Informationen, die wir aufnehmen, werden entweder in bereits existierende Kategorien eingeordnet oder führen dazu, dass eine neue Kategorie verwendet wird. Vollständig neue Erfahrungen aber sind „schweigende Juwelen“, sie können nicht wahrgenommen werden oder zumindest nicht mitgeteilt werden. Konzepterwerb bedeutet, dass Menschen in der Lage sind diejenigen Attribute zu erkennen, die sie für die Unterscheidung brauchen, ob ein Objekt einer Klasse angehört oder nicht. Konzeptbildung bedeutet, dass unterschiedliche Klassen existieren. Bruner geht davon aus, dass bis zum 15. Lebensjahr der Prozess der Konzeptbildung dominiert, danach herrscht Konzepterwerb vor.

Tabelle 4.3: Grundsätzliche Unterschiede zwischen Behaviorismus und Kognitivismus, nach Lefrançois (2006).

	Behaviorismus	Kognitivismus
Grundlegende Konzepte	Stimuli, Reaktionen, Verstärkung	Mentale Prozesse (Denken, Vorstellen, Problemlösen)
Wichtigste Metaphern	Maschinenartige Eigenschaften menschlicher Funktionen, Reiz-Reaktion	Auf Informationsverarbeitung basierende Metaphern
Geforscht wird typischerweise an	Tieren, seltener an Menschen	Menschen, seltener an Tieren
Hauptziele	Entdeckung vorhersagbarer Beziehungen zwischen Stimuli, Reaktionen und Konsequenzen der Reaktionen	Nützliche Schlussfolgerungen über beim Verhalten vermittelnde geistige Prozesse, sowie deren Einflüsse auf Verhalten
Bedeutende Repräsentanten	Watson, Pawlow, Skinner	Bruner, Piaget, Wygotski

Bruners Arbeiten zum Konzepterwerb tragen dazu bei, dass der Kognitivismus lange Zeit anerkannt ist (Lefrançois, 2006).

Bedeutung von Bruners Theorie für die Schule Laut Bruner ist ein Spiral-Curriculum für die Schule am besten geeignet. Themen werden in den einzelnen Klassenstufen immer wieder behandelt, jeweils in einem unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad. Auch die Bemühungen, im Unterricht eine Konzeptveränderung herbeizuführen, finden Übereinstimmung mit Bruners Theorien. Lernen soll eine mentale Reorganisation sein und nicht ein Anhäufen immer neuer Fakten. Bedingt durch Probleme und Rätsel soll kontinuierlich eine Neuorganisation von Wissen stattfinden (Lefrançois, 2006).

Piaget und seine Überlegungen zur kognitiven Entwicklung: Die mentale Repräsentation Die Theorie von Piaget beschreibt die kognitive Entwicklung des Menschen. Piaget verwendet für die Erhebung der Daten, auf denen seine Theorie basiert, eine spezielle Methode, die *Méthode Clinique*. Dabei handelt es sich um eine semi-strukturierte Interviewtechnik, d. h. die Antworten der Versuchsperson bestimmen die nächste Frage. Besonderes Forschungsinteresse von Piaget ist die Entwicklung von Kindern. Im Laufe ihrer Entwicklung erschließen sich Kinder ihre Welt immer mehr durch den Prozess der Adaptation. Prozesse, die dies ermöglichen, sind die Assimilation und

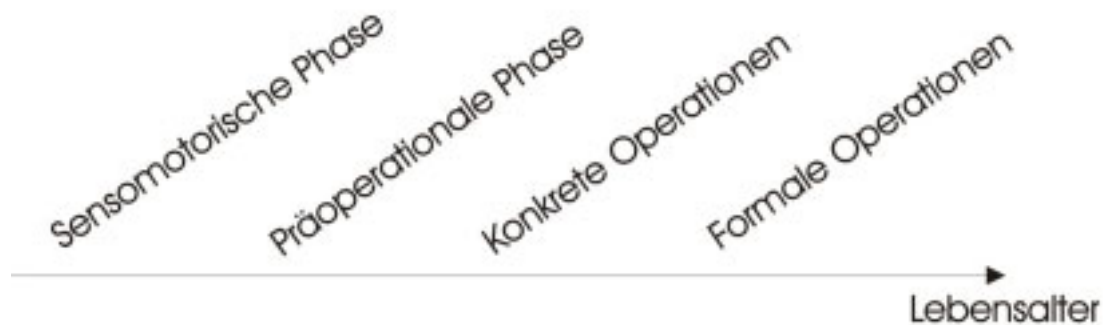


Abbildung 4.8: Die vier Hauptstufen in der Entwicklung nach Piaget, graphisch dargestellt.

die Akkomodation. **Assimilation** meint dabei eine Reaktion auf der Grundlage bereits vorhandenen Wissens und Verstehens, **Akkomodation** ist eine Veränderung des Verstehens (Lefrançois, 2006).

Jede Aktion beinhaltet Assimilation und Akkomodation. So kann ein Kind nicht auf eine neue Situation reagieren, ohne sich auf bereits Bekanntes zu beziehen (Assimilation). Eine Reaktion wiederum ist aber auch immer eine Veränderung (Akkomodation). Assimilation und Akkomodation müssen stets in einem ausgeglichenen Verhältnis stehen, sonst kann kein Lernen stattfinden. Piaget ist der Überzeugung, dass Entwicklung über eine Reihe von Stufen stattfindet, von denen jede durch ein fortgeschritteneres Adaptationsniveau gekennzeichnet ist. Laut Piaget gibt es vier Hauptstufen (vgl. Abbildung 4.8) und verschiedene Zwischenstufen, die Kinder in ihrer Entwicklung durchlaufen (Lefrançois, 2006).

Die sensomotorische Phase Die sensomotorische Phase hat ihren Namen aufgrund der Tatsache, dass Kinder in den ersten zwei Lebensjahren überwiegend sensomotorisch auf die Welt reagieren (senso = durch ihre Empfindungen; motorisch = durch ihre Handlungen). Kinder in diesem Alter leben im Hier und Jetzt – sie haben noch die Vorstellung, dass ein Gegenstand nur dann vorhanden ist, wenn sie ihn wahrnehmen können. Daher wird eine darüber hinaus gehende mentale Repräsentation nicht angenommen. Während der sensomotorischen Phase perfektionieren die Kinder ihr Repertoire der angeborenen Reflexe (Lefrançois, 2006).

Die präoperationale Phase Die präoperationale Phase (zweites bis siebtes Lebensjahr) wird in zwei Zwischenstufen unterteilt: die präkonzeptuelle (etwa zweites bis viertes Lebensjahr) und die intuitive Phase (etwa viertes bis siebtes Lebensjahr). Die Stufe des präkonzeptuellen Denkens ist dadurch gekennzeichnet, dass das Kind

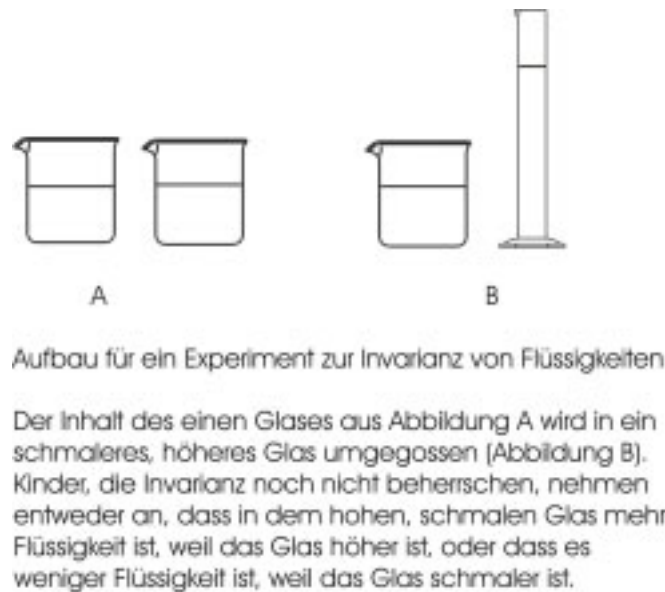


Abbildung 4.9: Experiment zur Erklärung von Invarianz, nach Lefrançois (2006).

noch unfähig ist, alle Eigenschaften einer Klasse zu verstehen. Kinder können zwar Objekte mental repräsentieren und Klassen zuordnen, ähnliche Objekte werden aber als gleich angesehen. Das Schlussfolgern ist also von der Wahrnehmung dominiert. Aus diesem Grund heißt die Phase auch präkonzeptuell.

Auf der Stufe des intuitiven Denkens erlangen Kinder bereits ein größeres Verständnis von Konzepten und ihr Denken wird zunehmend logischer, obwohl es immer noch mehr von der Wahrnehmung als von der Logik geleitet ist. Noch zeigt sich bei der Wahrnehmung auch ein Fehlen von Invarianz (zur Erklärung des Begriffs Invarianz vgl. Abbildung 4.9).

Das Denken in der intuitiven Stufe ist zudem geprägt von Egozentrismus, der Unfähigkeit, die Sichtweise von anderen zu übernehmen (Lefrançois, 2006).

Die konkret-operationale Phase Die Phase der konkreten Operationen dauert vom ca. siebten bis zum elften/zwölften Lebensjahr. Im Alter von etwa sieben Jahren findet ein Übergang in der Denkweise hin zu einem stärker regelbasierten Denken statt. So erwerben Kinder neue Fertigkeiten im Umgang mit Zahlen, Serien und Klassen. Außerdem erkennen Kinder jetzt das Prinzip der Invarianz. Auch sind sie zu reversiblen Gedanken in der Lage, d. h. Kinder können logische Schlüsse ziehen, wenn eine Handlung umgekehrt wird (Lefrançois, 2006).

Die formal-operationale Phase Diese Phase (nach dem elften/zwölften Lebensjahr bis ca. 14./15. Lebensjahr) ist davon geprägt, dass Kinder Logik auf konkrete und auch hypothetische Sachverhalte anwenden können (propositionales Denken) (Lefrançois, 2006).

Bedeutung von Piagets Theorien für den Unterricht Vier Faktoren beeinflussen nach Piaget die Entwicklung des Kindes:

1. Equilibration: Die Fähigkeit, die Balance zwischen Assimilation und Akkommodation zu finden;
2. Reifung: Ein biologischer Prozess, der die allmähliche Entfaltung des Potentials bedeutet;
3. Aktive Erfahrung;
4. Soziale Interaktion.

Wie auch Bruner betont Piaget, dass Lernen mehr ist als ein Eintrichtern von Informationen. Das Kind selbst spielt eine zentrale, aktive Rolle. Diese Ansicht wird später im Konstruktivismus weitergeführt. Nach Piagets Theorie ist es wichtig, dass in der Schule Aufgaben in dem richtigen Schwierigkeitsgrad präsentiert werden. Sind sie zu leicht, führen sie nicht zu neuem Lernen (Akkommodation); sind sie zu schwer, werden sie nicht verstanden und eine Assimilation kann nicht stattfinden. Der Lehrende muss sich also stets über die Grenzen des kindlichen Potentials bewusst sein. Durch die soziale Interaktion mit den Klassenkameraden erfahren die Schüler über deren Gefühle und Gedanken, so dass die Kinder moralische Verhaltensweisen entwickeln können (Lefrançois, 2006).

Kritik an Piagets Theorie Kritiker bemängeln, dass Piaget dem Lebensalter der Kinder eine zu große Bedeutung beimisst und verweisen darauf, dass die Stufen bei Piaget zu spät beginnen. Gelman u. a. (1986) zeigen, dass Kindergartenkinder ein gut entwickeltes Zahlenverständnis besitzen, was nach Piaget erst bei Kindern in der konkret-operationalen Phase auftritt. Dulit (1972) kann in einer Untersuchung belegen, dass die Phase der formalen Operationen gar nicht von jedem Jugendlichen bzw. Erwachsenen erreicht wird.

Kurz zusammengefasst kann man festhalten, dass Piaget kleine Kinder eher unterschätzt, wohingegen Jugendliche/Erwachsene von ihm überschätzt werden.

Wygotski und seine kulturell-kognitive Theorie Zeitlebens kritisiert Wygotski die Arbeiten von Piaget. Im Gegensatz zu Piaget betrachtet Wygotski nicht nur die Kräfte **innerhalb** des Kindes, sondern auch die **außerhalb**. Insgesamt beschäftigt sich Wygotski mit drei Punkten:

1. Die Bedeutung der Kultur,

2. Die Rolle der Sprache und
3. Die Beziehung zwischen Ausbilder und Ausgebildetem.

Die Bedeutung der Kultur „Soziale Interaktion ist grundlegend an der Entwicklung der Kognition beteiligt“ (Lefrançois, 2006, S. 225). Die Kultur, in der wir aufwachsen, beeinflusst was wir lernen, wie wir lernen und welche Kompetenzen wichtig sind, damit wir uns erfolgreich in „unserer“ Welt bewegen können.

Die Rolle der Sprache Durch Interaktion entwickelt das Kind Sprache und weiterführend logisches Denken. Dabei durchläuft das Kind drei Stufen: In der ersten Stufe, der des sozialen Sprechens, wird das Verhalten anderer imitiert oder es werden Konzepte ausgedrückt. In der zweiten Stufe (egozentrisches Sprechen), die im Alter zwischen drei und sieben Jahren erreicht wird, sprechen Kinder oft laut mit sich selbst, als würden sie dadurch ihr Verhalten steuern. Die letzte Stufe, das innere Sprechen, ist die Stufe des lautlosen Selbstgesprächs, welches uns erlaubt, unser Denken und Verhalten zu beobachten und zu steuern.

Die Beziehung zwischen Ausbilder und Ausgebildetem Diese Beziehung bedeutet Lehren und Lernen für alle am Prozess Beteiligten. Der Lehrende lernt vom und über das Kind, dieses wiederum lernt vom Lehrenden. Diese Beziehung wird auch als Zone proximalen Wachstums bezeichnet. „Alles, was das Kind anfangs nur zusammen mit Erwachsenen und Gleichaltrigen tun kann und danach unabhängig von ihnen tun kann, liegt genau in der Zone proximaler psychologischer Entwicklung“ (Davydov, in Lefrançois (2006, S. 226)).

Die Bedeutung von Wygotskis Theorie für die Schule Nach Wygotski ist es wichtig, dass Eltern, Erzieher und Lehrkraft darauf achten, dass die Kinder Aktivitäten in der richtigen Schwierigkeitsstufe ausführen. Man soll Kindern ein Gerüst bauen, indem man erzählt, demonstriert, zeigt, korrigiert, nachfragt, erklärt, Fragen stellt und beantwortet, etc. Dieses Gerüst hilft dann den Kindern Aufgaben zu erledigen, die sie nicht können, wenn sie komplett alleine arbeiten. Dieser Gerüstbau wirkt sich also auf das Lernen positiv aus.

Während in Bruners und Piagets Theorien Ansätze des Konstruktivismus sichtbar werden, ist die Theorie von Wygotski eine eindeutig kognitivistische Theorie.

Konstruktivistische Lerntheorien

Der Konstruktivismus beschäftigt sich mit der Grundfrage, wie menschliche Erkenntnis zustande kommt. Diese Denktradition nimmt an, dass sich Menschen ihre Umwelt

durch ihr Denken selbst ordnen und organisieren. Auch das Denken ordnet und organisiert sich selbst. Der Konstruktivismus versteht Lernen also als einen Prozess der Selbstorganisation des Wissens. Er vollzieht sich auf der Basis der Wirklichkeits- und Sinnkonstruktion und ist deswegen relativ, individuell und unvorhersagbar: „Die Welt, so wie wir sie wahrnehmen, ist unsere Erfindung“ (Foerster, 2000, S. 40). Synonym zum Begriff Denken wird der Begriff der Erkenntnis gebraucht. Der Konstruktivismus ist folglich eine subjektorientierte Theorie, er verwendet keinen objektiven Wahrheits- oder Wissensbegriff und geht auch nicht von einer ontologischen Erkenntnistheorie aus. Man kann den Konstruktivismus aus diesem Grund auch als erkenntniskritische Theorie bezeichnen. Dabei ist unstrittig, dass eine außersubjektive Welt existiert; bezweifelt wird dagegen, dass wir eine objektive Realität wahrheitsgemäß erkennen können. Innerhalb des Konstruktivismus gibt es verschiedene Strömungen: Gemäßigte Konstruktivisten, die Erkennen als Assimilation (Neues wird an die eigene kognitive Struktur angepasst) und Akkommodation (Anpassen an eine veränderte Umwelt) verstehen, und radikale Konstruktivisten wie beispielsweise Glaserfeld, die „eine prinzipielle „kognitive Unzugänglichkeit“ der Welt behaupten“ und „wissenschaftliche Erkenntnisse lediglich als Konstrukte begreifen“ (Siebert, 1998, S. 18).

Einer der Hauptvertreter des Konstruktivismus ist Kelly. Bereits 1955 beschreibt er in seinem Buch „The psychology of personal constructs“ Alltagstheorien, die jeder Mensch entwickelt. Darunter versteht er Theorien, mit Hilfe derer jeder Mensch versucht, die Welt zu verstehen und zu erklären, und Hypothesen aufstellt, die durch Handlungen entweder bestätigt oder widerlegt werden.

Für die Schulpraxis ist der Ansatz der „situated cognition“, das situierte Lernen, praktikabel. Diese Form wird von gemäßigten Konstruktivisten für die Schulrealität entwickelt.

Zusammenfassend kann man folgende konstruktivistische Lernpostulate festhalten (Kron und Sofos, 2003, S. 107):

- „Lernen ist eine aktive, konstruktive Tätigkeit.
- Lerninhalte werden von den Lernenden individuell konstruiert.
- Lehren heißt demzufolge Lernsituationen zu arrangieren, in denen Lernende konstruktiv tätig werden können.
- Lehrpläne – da sie bildungspolitisch nicht abzuschaffen sind – bedürfen der Transformation auf situiertes Lehren und Lernen hin.“

DeVries, Zan, Edmiaston & Wohlwend (2002) (zitiert nach Meixner und Müller (2004)) arbeiten Prinzipien heraus, die im Kontext naturwissenschaftlichen Lehrens vor allem in der Grundschule zum Tragen kommen sollen:

- Die Lehrkraft muss analysieren, was genau Kinder wahrnehmen bzw. bestaunen.
- An den Stellen, an denen die Schüler Probleme haben bzw. etwas wissen möchten, muss die Lehrperson agieren.

- Die Schüler sollen motiviert werden, ihre eigenen Lösungswege zu entwickeln, auch wenn diese falsch sind.
- Durch bewusstes Variieren einzelner Variablen bzw. den gezielten Einsatz von Unterrichtsmaterial sollen die Schüler dazu angeregt werden, Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, Vorhersagen zu treffen sowie Hypothesen aufzustellen.
- Im Unterricht sollen die Schüler die Möglichkeit erhalten, sich mit ihren Mitschülern über Beobachtungen, Erfahrungen und Erklärungsansätze auszutauschen.
- Die Lehrperson soll die Schüler stets bestärken, mehrere Lösungsmöglichkeiten zu suchen, da diese für die meisten Probleme existieren.

Die konstruktivistische Lerntheorie geht also davon aus, dass Lernen nur durch Erlebnisse und Erfahrungen möglich ist.

Folgerungen aus dem Konstruktivismus für den Unterricht In Deutschland kann man, auch im Rahmen der neuen Curriculumsentwicklung, einen Umstellungsprozess weg von instruktionalistischen Verfahren hin zu konstruktivistischen Vorgehensweisen beobachten.

Eine Lehrperson soll möglichst reichhaltige, multimodale, interessante und kommunikationsorientierte Umgebungen schaffen, die die subjektiven Erfahrungsbereiche ansprechen und zugleich aber Neues enthalten; Lernumgebungen, die zur Selbstorientierung einladen. Die Kunst des Lehrens besteht darin, zwischen der ursprünglichen Wirklichkeitskonstruktion des Lernenden (seiner aus Deutungsmustern bestehenden Welt) und derjenigen, die wissenschaftlich und gesellschaftlich gerade als konsensfähig gilt, eine Kette von optimalen Diskrepanzen vorzusehen, die von den Lernenden als Erwartungswiderspruch (Perturbation=Verstörung) erlebt und durch Versuch und Irrtum produktiv überwunden werden (re-/de-/konstruieren). Der Lehrende soll sich folglich eher im Hintergrund halten, soll aber im Vorfeld Lernangebote schaffen, Wissensquellen bereitstellen und den Lernprozess beobachten (Lefrançois, 2006).

4.3 Erste Konsequenzen für die Konzeption der NAWilino-Box

Die Grundlage des konstruktivistischen Lernens setzt sich zwischenzeitlich unter Pädagogen durch (Stern u. a., 2002). Dies hat Konsequenzen für den Unterricht allgemein, aber auch für die Konzeption der NAWilino-Box:

Die Versuche, die mit den Materialien aus der NAWilino-Box durchgeführt werden können, müssen Phänomene des Alltags nachstellen, die die Schüler in Staunen versetzen und zum Nachdenken anregen, gemäß dem Anspruch des Kognitivismus. Wenn die Schüler die Phänomene darüber hinaus mit bereits Gelerntem erklären und verstehen können, erfahren sie auch eine positive Einschätzung ihrer eigenen Fähigkeiten. Die

Versuche müssen weiterhin so konzipiert sein, dass die Schüler bereits im Vorfeld Hypothesen aufstellen, über das Gesehene ins Gespräch kommen und Ideen zur Erklärung entwickeln können. Auch dies entspricht den Forderungen des Konstruktivismus. Diese Vorgabe kann dadurch erreicht werden, dass sich die Versuche ohne Aufwand mehrmals wiederholen lassen. Außerdem müssen die Versuche dahingehend ausgewählt werden, dass Abwandlungen, bei denen ein Parameter geändert wird, durchgeführt werden können und aus den Versuchen abgeleitete Schlussfolgerungen überprüft werden können. Solch ein Vorgehen braucht im Unterricht Zeit. So muss von der Lehrkraft aus den angebotenen Experimentieranleitungen bewusst eine Auswahl getroffen werden. Diese muss auf die entsprechende Klassenstufe abgestimmt sein, so dass sowohl eine Über- als auch eine Unterforderung vermieden wird. Damit die Lehrkräfte in das Arbeiten mit der Box und die naturwissenschaftliche Herangehensweise eingeführt werden, muss die Möglichkeit einer Fortbildung angeboten werden, damit die Lehrkräfte adäquat mit der NAWIilino-Box arbeiten können.

5 Naturwissenschaften und Experimentieren in der Grundschule

In diesem Kapitel soll der Frage nachgegangen werden, ob Grundschul Kinder in der Lage sind naturwissenschaftliche Inhalte zu begreifen. Denn nur wenn dies gegeben ist, ist eine Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Inhalten bereits in der Grundschule im Sinne eines Kompetenzerwerbs sinnvoll. Welche Kompetenzen die Schüler im Laufe ihrer Schulzeit erwerben sollen, wird deshalb in einem zweiten Schritt thematisiert. Dabei soll auch auf die Rolle der Naturwissenschaften eingegangen und die Frage erörtert werden, wie naturwissenschaftlicher Unterricht dazu beitragen kann, dass diese Kompetenzen erreicht werden. Im letzten Abschnitt werden unterschiedliche Aspekte rund um das Experiment als zentraler Baustein eines naturwissenschaftlichen Unterrichts allgemein beleuchtet. Zusätzlich soll auf das Experimentieren mit Grundschulkindern genauer eingegangen werden.

5.1 Lernpsychologische Voraussetzungen für naturwissenschaftliches Lernen

Piagets Theorie über vier kognitive Entwicklungsstufen (vgl. Seite 55) beeinflusst bisher die Auswahl der Themen im Sachunterricht der Grundschule stark. Grundschulkindern wird „die Fähigkeit zum naturwissenschaftlichen Denken im Sinne der systematischen Bildung, Prüfung und Revision von Theorien und Hypothesen abgesprochen“ (Sodian und Thoermer, 2002, S. 105). Die Fähigkeit zu hypothetischem Denken entwickelt sich nach Piaget erst im Jugendalter. Grundschul Kinder haben das sensomotorische Stadium überwunden und befinden sich im prä-operativen bzw. konkret-operativen Stadium. Erst im formaloperationalen Stadium – ungefähr im Alter zwischen elf und 16 Jahren – sind Kinder nach Piaget in der Lage, logisch und abstrakt zu denken und aus vorhandenen Informationen Schlussfolgerungen zu ziehen. Naturwissenschaftliche Inhalte werden deshalb – wenn überhaupt – in der Grundschule nur auf phänomenologischer Ebene thematisiert. „Der Aufbau kognitiver Strukturen wurde dagegen mit Verweis auf die noch begrenzten Denkfähigkeiten der Kinder vernachlässigt“ (Stern u. a., 2002, S. 63). Affektive Aspekte wie beispielsweise Freude und Wissensdurst werden aber in Piagets Theorie nicht berücksichtigt. Stattdessen werden die Fächer Chemie und Physik je nach Schulart zwischen dem 7. und 9. Schuljahr eingeführt. Doch gerade in diesen Schuljahren sind die Schüler mehr mit sich und ihrer persönlichen Entwicklung beschäftigt (Pospiech, 1998).

Eine frühzeitige Hinführung zum naturwissenschaftlichen Lernen befürwortet u. a. der Entwicklungspsychologe Erik H. Erikson. Kernstück seines entwicklungspsychologischen Konzepts ist die Identitätsfindung. Dabei durchläuft der Mensch während seines Lebens acht Phasen, die Erikson im Stufenmodell der psychosozialen Entwicklung, auch epigenetisches Diagramm genannt, zusammenfasst. Die Identitätsfindung geschieht nach Erikson stets in einem Spannungsfeld zwischen den Bedürfnissen des Individuums und den sich ständig ändernden Anforderungen der Umwelt. Dabei durchläuft der Mensch phasenspezifische Konflikte, deren Bewältigung Erikson als Entwicklung bezeichnet:

1. Oral-sensorisches Stadium; Urvertrauen vs. Urmisstrauen (1. Lebensjahr)
2. Muskulär-anales Stadium; Autonomie vs. Scham und Zweifel (2. bis 3. Lebensjahr)
3. Lokomotorisch-genitales Stadium; Initiative vs. Schuldgefühl (3. bis 6. Lebensjahr)
4. Latenzstadium; Werksinn vs. Minderwertigkeitsgefühl (6. Lebensjahr bis Pubertät)
5. Pubertät und Adoleszenz; Identität vs. Identitätsdiffusion (Jugendalter)
6. Frühes Erwachsenenalter; Intimität vs. Isolierung (Frühes Erwachsenenalter)
7. Erwachsenenalter; Generativität vs. Stagnation (Mittleres Erwachsenenalter)
8. Reife; Ich-Integrität vs. Verzweiflung (Hohes Erwachsenenalter)

Die einzelnen Stadien sind dabei unumkehrbar, die Altersangaben sind als Richtwerte zu verstehen. Nicht jeder Mensch durchläuft alle Stufen, es können auch welche übersprungen bzw. nie erreicht werden. Die vorausgegangenen Phasen sind aber ein Fundament für die kommenden, und bereits gemachte Erfahrungen sind bei der Verarbeitung der nächsten Krise hilfreich. Vollständig gelöst wird ein Konflikt nie, er bleibt ein Leben lang aktuell (Oerter und Montada, 2002).

Kurze Erklärung der Stufen 1 bis 4 Da der zentrale Fokus dieser Arbeit auf der NAWilino-Box liegt, die für Grundschulkinder konzipiert ist, werden an dieser Stelle nur die ersten vier Stufen näher erläutert:

Stufe 1: Das Kind ist angewiesen auf die Verlässlichkeit einer Bezugsperson. Fehlt diese, entstehen oft Bedrohungsgefühle und Ängste. Auf der anderen Seite realisiert das Kind, dass es seine Umwelt nicht beeinflussen kann.

Stufe 2: In dieser Zeit geschieht die Emanzipation von der Bezugsperson, meistens der Mutter. Dies führt zu einer erlebten Autonomie. Auf der anderen Seite muss das Kind auch lernen, Dinge festzuhalten oder loszulassen. Damit eine gesunde Entwicklung zu

gewährleisten ist, weist Erikson darauf hin, dass die Eltern als Vorbild fungieren müssen.

Stufe 3: Das Kind lernt zunehmend, dass es Dinge ohne fremde Hilfe erledigen kann. Dies fördert seine Initiative. Auf der anderen Seite beginnt sich das Kind mit seiner Geschlechtlichkeit auseinanderzusetzen. Dies mündet in einer ödipalen Situation, was wiederum zu Schuldgefühlen führen kann. In dieser Zeit entwickelt sich das Gewissen des Kindes.

Stufe 4: Grundschul Kinder befinden sich in der vierten Phase. Diese ist laut Erikson geprägt durch die psychosoziale Krise von Werksinn versus Minderwertigkeit. Auf dieser Stufe wollen Kinder mitmachen, zuschauen, beobachten und teilnehmen. Sie wollen erfahren, wie man sich mit Dingen beschäftigt und auch mit anderen zusammenarbeiten. Naturwissenschaftliche Themen bieten den Kindern einen Beitrag zu ihrer „Dingwelt“ und ermöglichen eigenes Handeln. Dem gegenüber steht das Gefühl der Unzulänglichkeit und Minderwertigkeit. Kinder haben Angst, die in sie gesetzten Erwartungen oder selbst vorgenommenen Aufgaben nicht erfüllen zu können. Diesem Minderwertigkeitsgefühl der Kinder und der Angst, etwas falsch zu machen, kann durch eine schrittweise Anleitung entgegengewirkt werden (Erikson, 1988).

Weitere Untersuchungen zeigen, dass bereits Kinder im Alter von vier Jahren auf Grundlage kausaler Prinzipien einfache Schlussfolgerungen ziehen können. Dabei gelten folgende Prinzipien (Goswami, 2001):

- **Prioritätsprinzip:** Ursachen gehen den Wirkungen entweder voraus oder sind gleichzeitig mit ihnen gegeben.
- **Kovariationsprinzip:** Ursache und Wirkung müssen systematisch miteinander kovariieren, d. h. wenn ein Effekt durch eine Ursache zu begründen ist, dann muss diese regelmäßig und vorhersehbar mit diesem Effekt auftreten.
- **Prinzip der zeitlichen Kontiguität:** Zwischen Ursache und Wirkung muss eine zeitlich-räumliche Nähe bestehen. Dieses Gesetz hängt sehr eng mit dem Kovariationsprinzip zusammen. Es setzt aber nicht nur eine systematische Kovariation voraus, sondern auch, dass Ursache und Wirkung durch „eine zusammenhängende Kette vermittelnder Ereignisse“ zusammenhängen (Goswami, 2001, S. 180).
- **Ähnlichkeitsprinzip:** Ursache und Wirkung müssen bestimmte Übereinstimmungen aufweisen.

Beim „wissenschaftlichen Denken“ geht es darum, Situationen mit mehreren kausalen Variablen richtig zu lösen, d. h. durch kausale Schlussfolgerungen mögliche Variablen als Ursache auszuschließen bzw. anzunehmen. Sodian u. a. (1991) untersuchen, wie Kinder Schlussfolgerungsaufgaben lösen, über die sie keine durch Alltagserlebnisse bedingte Vorannahmen haben. Sechs und acht Jahre alte Kinder hören dabei eine Geschichte und sollen im Anschluss mit Hilfe eines Tests einen eindeutigen kausalen Schluss ziehen. Die meisten Kinder können die Aufgaben lösen, so dass Sodian u. a.

daraus schließen, dass Kinder schon früh verstehen, warum Hypothesen geprüft werden müssen und dass sie ihre selbst überlegten Tests hinsichtlich der Beweiskraft untersuchen können. Dass kausale Schlussfolgerungen mit vielen potentiellen Ursachenvariablen schwerer sind und die Kinder größere Schwierigkeiten haben, diese zu lösen, können Kuhn u. a. (1995) zeigen. Allerdings schneiden hier auch viele Erwachsene schlecht ab. Multivariable kausale Schlussfolgerungen stellen daher generell einen hohen Anforderungsgrad dar.

Auch Untersuchungen, die dem Ansatz des genetischen Lernens in der Tradition Martin Wagenscheins zuzuordnen sind, zeigen, dass Grundschul Kinder Konzepte aufbauen können, die über ihr intuitives Wissen hinausgehen (Köhnlein, 1999).

Aebli (2001) findet heraus, dass gerade die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Problemstellungen die Schüler zu einer aktiven Lernhaltung anregt. Mit anderen Worten: Informationen sollen dem Schüler nicht aufgedrängt werden, sondern eher vor-enthalten werden, bis der Schüler sie selbst entdeckt. Durch Beschäftigung mit Phänomenen aus der Umwelt soll Interesse aufgebaut werden, naturwissenschaftliche Denkweisen sollen erlernt und das Wesen der Naturwissenschaften kennen gelernt werden. Wichtig dafür ist, dass der Unterricht Vorerfahrungen aufgreift und die Möglichkeit bietet, Denkmuster zu erweitern, zu ergänzen oder umzuändern. „Der wichtigste Einflussfaktor für den Lernerfolg ist die bereits bestehende Vorkenntnis. Ermittle diese und baue darauf auf“ (Lück, 2003, S. 45). Dem naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule wird aber oftmals vorgeworfen, diese Besonderheiten des kindlichen Lernens nicht zu berücksichtigen. Nach Wagenschein (1970) führt dies aber zu einer Anhäufung von oberflächlichem, angelerntem und schnell wieder vergessenem Wissen. Ein Unterricht, der diese Vorgaben berücksichtigt, ist konstruktivistisch angelegt.

Aber auch Forschungen aus dem Bereich der modernen Repräsentationstechniken bestätigen, dass Grundschul Kinder mehr leisten können, als bislang von ihnen gefordert wird. Bisher geht man davon aus, dass bildliche Darbietungen oder noch besser reale visuelle Begegnungen den Lernfortschritt bei Grundschulern steigern (Realismusthese). Martschinke (1996) zeigt, dass diese These überholt ist und schon Grundschul Kinder mit Strukturierungshilfen wesentlich mehr lernen. Daraufhin führen Einsiedler und Martschinke (1998) eine Inhaltsanalyse von 77 Sachunterrichtsbüchern der Klassen 1 bis 4 durch und kommen zu dem Ergebnis, dass 80% aller Illustrationen viele bildliche Details, aber beinahe keine Strukturierungshilfen aufweisen. Dazu haben viele Bilder nur Dekorationsfunktion oder dienen der Unterhaltung. Unbegreiflicherweise sind Abstraktionsfähigkeit und Verständnis von Strukturdarstellungen keine Lernziele im Grundschulunterricht.

Trotz aller positiven Ergebnisse über die kognitiven Fähigkeiten von Grundschulkindern besteht die Gefahr, dass der Unterricht das Denkniveau der Schüler übersteigt. Gut 40 Jahre nach der großen Sachunterrichtsreform hin zur Wissenschaftlichkeit müssen damalige Fehler bedacht werden, um neue Reformen nicht in die gleiche Richtung zu lenken. Kindliche Interessen und Denkweisen müssen im Vordergrund stehen, die Lehr-

pläne müssen sich an der Lebenswelt der Schüler orientieren, tiefgehendes Verstehen soll möglich sein und der Unterricht darf sich nicht nur an den Fachwissenschaften ausrichten. Es gilt, die *via aurelia* – das rechte Maß – einer sinnvollen Förderung zu finden.

5.2 Kompetenz und Kompetenzentwicklung

„Nachhaltige Entwicklung und sozialer Zusammenhalt hängen entscheidend von den Kompetenzen der gesamten Bevölkerung ab – wobei der Begriff 'Kompetenz' Wissen, Fertigkeiten, Einstellungen und Wertvorstellungen umfasst.“

Die OECD-Bildungsminister (OECD, 2005, S. 6)

Die Gesellschaft und mit ihr Bildungsinstitutionen sind gefordert jene Kompetenzen zu fördern, die die Menschen benötigen, um mit den wachsenden Herausforderungen umgehen zu können. Denn „die Menschen mit ihren Kenntnissen und Kompetenzen [sind] der Schlüssel für die Zukunft Europas“ (Rychen, 2008, S. 15). In älteren Abhandlungen wird Kompetenz definiert als die grundsätzliche Fähigkeit eines Menschen, eine Handlung durchführen zu können, ohne dass diese Handlung unbedingt erfolgen muss. Dies ist eine Definition im Sinne der traditionellen deutschen Auffassung von Bildung nach Humboldt (Hechenleitner und Schwarzkopf, 2005). Heutzutage wird der Kompetenzbegriff verwendet, um eine Abgrenzung zu rein deskriptivem Wissen zu erhalten. Als gängige Definition des Begriffs wird die von Weinert (2001) herangezogen. 1999 zeigt Weinert in einem Gutachten für die OECD verschiedene Definitionsmöglichkeiten auf; die 2001 formulierte Definition zählt heute deutschlandweit zu den meistzitiertesten Versionen (Hechenleitner und Schwarzkopf, 2005). So versteht man unter Kompetenz „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, 2001, S. 27).

Diese Definition ist sehr weit gefasst und umfasst sowohl die alte Grundidee von „Kompetenz als Disposition“ (Hartinger u. a., 2008, S. 8), zielt aber auch ganz deutlich in Richtung Fähigkeit, Verstehen, Können, Handlung, Erfahrung, ethische und emotionale Verantwortung und Motivation und ist damit eine Abgrenzung vom reinen Faktenwissen. Dabei stellt die Kompetenz die Fähigkeit des prozeduralen Teils im Langzeitgedächtnis dar (zum prozeduralen Gedächtnis vgl. Seite 44).

5.2.1 Systematisierung von Kompetenzen

Weit verbreitet ist eine Untergliederung von Kompetenz in vier Dimensionen (Klippert, 2004):

- **Selbstkompetenz (auch Personal-, Human- oder Individualkompetenz genannt):** Darunter versteht man, dass eine Person in der Lage ist, ihre eigenen Stärken und Schwächen zu erkennen und einzuschätzen. Auch die Entwicklung von Selbstvertrauen und Selbstständigkeit gehören zur Selbstkompetenz. Ein dritter Punkt ist die Tatsache, ob eine Person in der Lage ist, Verantwortung zu übernehmen, sich Ziele zu setzen und mit Erfolg und Misserfolg umzugehen.
- **Sozialkompetenz:** Sozialkompetenz beinhaltet den Umgang mit anderen Menschen, die Fähigkeit sich auf diese einzulassen, mit ihnen zu kommunizieren, ihnen einfühlsam zu begegnen sowie vereinbarte Regeln einzuhalten. Auch Solidarität und Toleranz sind wichtige Aspekte.
- **Methodenkompetenz:** Hier geht es darum, rationell arbeiten zu können, Arbeitsschritte zu planen sowie durchzuführen. Auch der Aspekt der Informationsbeschaffung ist wichtig. Informationen müssen beschafft, gespeichert, bewertet und letztendlich sachgerecht aufbereitet werden.
- **Sachkompetenz (auch Fachkompetenz genannt):** Unter Sachkompetenz versteht man die Fähigkeit, Fachwissen zu erwerben und verfügbar zu halten.

Zusätzlich wird häufig von Handlungskompetenz gesprochen. Die Kultusministerkonferenz definiert diese wie folgt: „Die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten“ (KMK, 2004).

Handlungskompetenz beinhaltet also die oben genannten vier Dimensionen, setzt aber zusätzlich noch auf die Fähigkeit, Lerntechniken zu entwickeln und diese in neuen Situationen anzuwenden.

Darüber hinaus spricht man heute auch von Schlüsselkompetenzen. Dieser Begriff wird 1974 von Dieter Mertens, dem damaligen Direktor des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, geprägt. Er versteht darunter jene Qualifikationen, die als „Schlüssel“ zur Erschließung von sich schnell veränderndem Fachwissen dienen können (Mertens, 1974). Es geht also nicht um Fachwissen alleine, sondern um die Fähigkeit zur Adaption und zum Transfer. Vom Begriff der Qualifikation ist man zwischenzeitlich abgekommen, da Qualifikation etwas Objektives ausdrückt, der Begriff Kompetenz aber auf eine individuelle Fähigkeit deutet. Schlüsselkompetenzen sind also Kompetenzen, die für die Teilhabe eines jeden Menschen an der modernen Gesellschaft notwendig sind. Laut OECD (2005, S. 6) müssen für eine Schlüsselkompetenz drei Kriterien erfüllt sein:

- „Sie tragen zu wertvollen Ergebnissen für die Gesellschaft und die Menschen bei,

- sie helfen den Menschen dabei, wichtige Anforderungen unter verschiedenen Rahmenbedingungen zu erfüllen und
- sie sind nicht nur für die Spezialisten, sondern für alle wichtig.“

Schlüsselkompetenzen werden nicht willkürlich festgelegt, sondern durch sorgfältige Erwägung der „psychosozialen Voraussetzungen“ (OECD, 2005, S. 8), die für das Leben und eine gut funktionierende Gesellschaft benötigt werden, bestimmt. Insgesamt lassen sich dabei drei Kategorien festlegen (vgl. Abbildung 5.1).



Abbildung 5.1: Drei Kategorien von Schlüsselkompetenzen, nach OECD (2005).

Diese drei Kategorien von Schlüsselkompetenzen greifen ineinander. Dabei werden jeder Kategorie drei Schlüsselkompetenzen zugeordnet (Rychen, 2008, S. 19f):

- Interaktive Nutzung von Medien und Tools:
 - Fähigkeit, Sprache, Symbole und Texte interaktiv einzusetzen.
 - Fähigkeit, Wissen und Informationen interaktiv einzusetzen.
 - Fähigkeit, (neue) Technologien interaktiv einzusetzen.
- Handeln in sozial heterogenen Gruppen:
 - Fähigkeit, gute und tragfähige Beziehungen zu anderen aufzubauen.
 - Fähigkeit zur Zusammenarbeit und Teamarbeit.
 - Fähigkeit zur konstruktiven Kritikfähigkeit (inkl. Lösung).
- Autonome Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit:

- Fähigkeit, in größeren Kontexten und Zusammenhängen zu denken und zu handeln.
- Fähigkeit, eigene Lebenspläne zu entwerfen und persönliche Projekte zu gestalten.
- Fähigkeit, seine Rechte, Interessen, Grenzen und Bedürfnisse zu kennen und durchzusetzen.

Wichtig dabei ist, dass es nicht auf eine einzelne Kompetenz ankommt, sondern auf eine optimale Vernetzung der Schlüsselkompetenzen aller drei Kategorien.

Für den Unterricht bedeutet dies wiederum, dass eine rein kognitiv ausgerichtete Unterrichtspraxis aufgehoben werden und statt dessen mehr Wert auf problemorientiertes Lernen gelegt werden muss. Ebenso müssen verstärkt soziale und affektive Lernbereiche in den Unterricht integriert werden.

Die Verwendung des Begriffs Kompetenz ist aber keine Erfindung der neuesten Zeit. Auch Heimann (1976), Klafki (1985) und Klingberg (1990) benutzen Begriffe wie Handlungsmöglichkeiten, Fähigkeiten und Fertigkeiten und Mitgestaltung, um allgemeine Bildungsziele zu beschreiben. Die Zielsetzung des Unterrichts liegt also auch früher nicht nur auf der Wissensvermittlung (Bünder und Demuth, 2006).

Auch im Chemieunterricht wird der von Weinert begründete Definitionsbegriff bereits früher schon implizit umgesetzt: So steht beispielsweise bereits im Lehrplan 1983 für das Fach Chemie an Realschulen in Baden-Württemberg: „Der Chemieunterricht trägt bei zum vertieften Verstehen unserer Umwelt [...], zum Begreifen des wissenschaftlichen, wirtschaftlichen, sozialen und politischen Weltbildes [...], zur Bildung der Offenheit gegenüber wissenschaftlichen Verfahren durch den Umgang mit Denk- und Arbeitsweisen in der Chemie [...], zur Entwicklung von Aufgeschlossenheit, von Bereitschaft zur Zusammenarbeit und von Problem- und Verantwortungsbewußtsein“ (Ministerium für Kultus und Sport Baden-Württemberg, 1983, S. 7). Außerdem wird im Unterricht auf Alltags- und Kontextbezug geachtet: Alltagsfragen werden mit Hilfe chemischer Fachkenntnisse beantwortet. „Neu ist aber die Forderung in den Standards, Kompetenzentwicklungen explizit als übergeordnetes Unterrichtsziel durchgängig zu praktizieren“ (Bünder und Demuth, 2006, S. 3).

Im Zuge der Diskussionen um Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen entwickelt Klippert (2004) das „Haus des Lernens“ (vgl. Abbildung 5.2). Hier bilden die vier bereits erwähnten Kompetenzbereiche das Fundament, über dem die Schlüsselqualifikationen liegen. Damit die Schüler diese Schlüsselqualifikationen erreichen können, ist es notwendig, dass sie die Möglichkeit bekommen, eigenverantwortlich zu arbeiten und zu lernen.

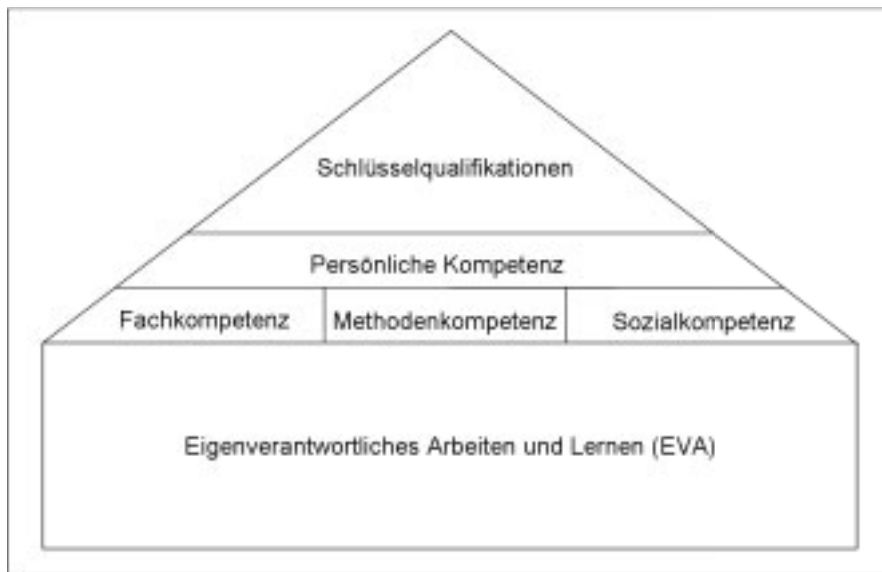


Abbildung 5.2: Das „Haus des Lernens“, nach Klippert (2004).

5.2.2 Kompetenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht

„Naturwissenschaftliche Kompetenz: Die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“

PISA-Definition, OECD (2005, S. 18)

Von der Kultusministerkonferenz gibt es verabschiedete Bildungsstandards für die Fächer Biologie, Chemie und Physik, allerdings nur für den Mittleren Bildungsabschluss und nicht für den Sachunterricht in der Grundschule. Für die Grundschule werden Bildungsstandards nur für die Fächer Deutsch und Mathematik formuliert (Beschluss der KMK vom 15.10.2004, Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2004)).

Die Aufgabe der Grundschule besteht aber auch darin, Kinder auf einen Wechsel in die weiterführende Schule vorzubereiten und den Grundstock für anschlussfähiges Lernen und Wissen zu legen. Aus diesem Grund müssen die Kompetenzen für die Sekundarstufe I in den Blick genommen werden, denn nur so können bereits in der Grundschule das entsprechende Wissen und entsprechende Fähigkeiten erworben werden.

Die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss in den Fächern Biologie, Chemie und Physik enthalten Qualitätsvorstellungen sowie Kriterien für die weitere Entwicklung des Unterrichts in den drei naturwissenschaftlichen Fächern. Wichtig ist,

dass sie nicht nur Normen enthalten; sie sollen auch ein Zeichen für eine veränderte Vorstellung über Schule und Unterricht sein. Diese veränderte inhaltliche Perspektive wird auch durch die Verwendung des Begriffs Kompetenz verdeutlicht (Bünder und Demuth, 2006).

Wissensvermittlung ist nach wie vor eine große Aufgabe des Chemieunterrichts; das Lernen darf aber nicht mit dem Erwerb reinen Faktenwissens enden mit der Hoffnung, dass sich bei den Schülern die Kompetenzen auf dieser fachlichen Grundlage oder bedingt durch diese von selbst bilden.

Für den Chemieunterricht werden vier Kompetenzbereiche definiert, vgl. Bünder und Demuth (2006):

- **Fachwissen:** Zuerst einmal gehört dazu, dass die Schüler Phänomene, Begriffe und Gesetzmäßigkeiten kennen und Konzepten zuordnen können. Fachwissen ist aber auch notwendig für das problemorientierte Handeln, welches in den anderen drei Kompetenzbereichen entwickelt werden soll.
- **Erkenntnisgewinnung:** Hier geht es darum, experimentelle und andere Unterrichtsmethoden sowie Modelle zu nutzen. Das hier gewonnene Wissen soll aber auch bei der Klärung von Problemen in Alltagssituationen zur Anwendung kommen.
- **Kommunikation:** Die Schüler sollen Informationen sach- und fachbezogen nutzen und austauschen, ihr Wissen aufbereiten und mit Beispielen versehen, damit fachliche Gespräche über chemische Inhalte geführt werden können. Es geht aber nicht nur darum, Gespräche mit Fachleuten führen zu können, sondern auch um die Fähigkeit, mit unterschiedlichen Leuten über fachliche Inhalte zu sprechen bzw. diese zu erklären.
- **Bewertung:** Chemische Sachverhalte sollen in unterschiedlichen Situationen erkannt und bewertet werden. Das beinhaltet auch die Fähigkeit und Fertigkeit einer Beurteilung in außerfachlichen Zusammenhängen.

Faktenwissen (deklaratives Gedächtnis) und Kompetenz (prozedurales Gedächtnis) fallen also nicht zusammen. Wissensentwicklung basiert darauf, dass die Schüler benennen, wiedergeben, zuordnen, erklären, verstehen, etc. Kompetenzentwicklung umfasst neben diesem Wissen auch die Handlungsebene, die immer nach außen gerichtet ist, auf das Anwenden von Wissen in unterschiedlichen Kontexten (Bünder und Demuth, 2006).

5.3 Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht

In der Fachdidaktik der Naturwissenschaften herrscht eine Debatte vor, in der es um das Wesen des Experiments geht. Dabei geht es vor allem um die Frage ob das, was

in der Schulpraxis durchgeführt wird, als Experiment bezeichnet werden kann (Hartinger, 2007). Eine Definition aus dem Großen Brockhaus, die u. a. von Unglaube (1997) verwendet wird, ist die folgende:

„Das Experiment ist die wichtigste empirische Methode der modernen Naturwissenschaft [...] Grundforderungen, die an das Experiment gestellt werden, sind planmäßige Vorbereitung, Wiederholbarkeit zu beliebiger Zeit und an beliebigem Ort zum Zweck der Ausschaltung von Zufallsmomenten und im Sinne der allgemeinen Nachprüfbarkeit sowie die Variierbarkeit der Bedingungen des Experiments“

Der Große Brockhaus 1983, S. 295, zitiert nach Unglaube (1997, S. 226)

Aus dieser Definition geht hervor, dass für ein Experiment im Vorfeld eine Hypothese existieren muss, die durch das Experiment verifiziert oder falsifiziert wird. Ein 'Versuch' dagegen bedarf keiner Hypothese. Hier kann es auch darum gehen, Phänomene zu präsentieren oder etwas zu veranschaulichen, was im Vorfeld theoretisch erarbeitet wird (Muckenfuß, 1995). Bei den Versuchsanleitungen zu den Versuchen aus der NAWilino-Box ist per se nicht festlegbar, ob es sich bei der Durchführung um ein Experiment oder einen Versuch handelt. Dies ist abhängig davon, in welchen Kontext die Lehrkraft die Durchführung einbettet. Die Lehrkräfte können vor der Versuchsdurchführung mit den Schülern Hypothesen aufstellen und über diese diskutieren. Die Versuche lassen sich beliebig oft wiederholen, und die unterschiedlichen Variablen lassen sich dahingehend verändern, dass allgemeingültige Schlussfolgerungen aus den Experimenten gezogen werden können. Die Versuche können aber auch von der Lehrkraft als Darstellung und Visualisierung eines Phänomens eingesetzt werden. Im Folgenden wird deshalb auf eine Unterscheidung verzichtet und die Begriffe Experiment und Versuch werden synonym verwendet.

5.3.1 Begründung für Experimente im Unterricht

Naturwissenschaftlicher Unterricht hat neben dem allgemeinen Ziel der Erziehung die Aufgabe, über das Wesen der Naturwissenschaften und ihre Vorgehens- und Arbeitsweisen zu informieren. Deshalb ist der Einsatz eines Experiments im Unterricht unabdingbar.

Oftmals wird kritisiert, dass mit dem Experiment im naturwissenschaftlichen Unterricht der Primar- und Sekundarstufe I nur der Erkenntnisprozess nachvollzogen wird. Dennoch ist das reale Experiment wichtig, denn für Ungeübte ist es schwer, den Aufbau und Ablauf eines Experiments abstrakt nachzuvollziehen. Außerdem geht ohne Experimente das Wesen der Naturwissenschaften verloren. Bewusst sollte das Unterrichtsexperiment vom wissenschaftlichen Experiment abgegrenzt werden, denn es ist keine vereinfachte Kopie, sondern etwas Spezifisches im naturwissenschaftlichen Unterricht, das vielfältige Ziele verfolgt (Lindemann, 1999): Zusätzlich zu kognitiven Lernzielen muss

naturwissenschaftlicher Unterricht auch psychomotorische und affektive Lernziele verfolgen. „Begreifen“ im wahrsten Sinne des Wortes muss stattfinden können. Empirische Studien zeigen, dass naturwissenschaftlicher Unterricht vor allem dann als positiv empfunden wird, wenn die Inhalte alltags- und gegenwartsbezogen sind und Experimente durchgeführt werden (Gaertner und Nathow, 1971; Bader, 1986). Neben oben genannten Zielen hat das Experiment zusätzlich noch eine weitere Bildungsfunktion: Es schult die Beobachtungsgabe und regt zu kausalem und funktionalem Denken an (formale Bildung; vgl. Piaget, Seite 55). Heute ist es zwar möglich, Experimente durch interaktive PC-Simulationen nachzustellen. Allerdings sind die Erfahrungen der Kinder und Jugendlichen in unserer Gesellschaft häufig nur noch Sekundärerfahrungen; unmittelbare Erfahrungen gehen zunehmend verloren. Hier soll der naturwissenschaftliche Unterricht nicht freiwillig auf Realbegegnungen verzichten (Bader und Schmidkunz, 2002).

Das Experiment muss also bei der Beschäftigung mit Naturwissenschaften eine wichtige Rolle spielen. Vor dem Einsatz eines Experiments sind hierfür allerdings einige Vorüberlegungen notwendig.

5.3.2 Kriterien für die Auswahl eines Experiments

Soll im Unterricht ein Experiment durchgeführt werden, muss darauf geachtet werden, dass es den folgenden Kriterien genügt (Lindemann, 1999; Bader und Schmidkunz, 2002). Es muss

- vom fachlichen Standpunkt aus gesehen das, was erarbeitet werden soll, auch zeigen. So ist es fachlich gesehen richtig, Sauerstoff mit der Glimmspanprobe nachzuweisen. Eine rußende Flamme ist aber kein Nachweis für eine aromatische Verbindung.
- der Altersstufe der Schüler angemessen sein, damit es zu keiner Überforderung kommt. Dabei sollen sich die Lehrkräfte weniger an Piagets Vorstellungen (vgl. Seite 55), sondern an Erikson (vgl. Seite 64) orientieren.
- auf den Vorkenntnissen der Schüler aufbauen. Diese können fachlicher Natur sein oder aus der Lebenswelt der Kinder und Jugendlichen stammen, damit eine Assimilation stattfinden kann (vgl. Seite 56).
- in den zeitlichen Rahmen der Unterrichtsstunde passen. Es muss Zeit zur Vorbereitung, zum Besprechen des Experiments sowie zum Aufräumen mit eingeplant werden.
- einen deutlichen Effekt zeigen. So ist es in einem Schülerexperiment nicht sinnvoll, wenn beispielsweise eine farblose Lösung zu einer farblosen Lösung reagiert. Stattdessen sollen Farbumschläge, Gasentwicklungen, akustische Effekte, etc. auftreten.

- mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit gelingen. Oftmals führen Gründe wie Verunreinigungen, falsche Mengenangaben oder mangelnde Experimentierpraxis zu einem fehlerhaften Ausgang. Um dies zu vermeiden ist es auf alle Fälle unverzichtbar, dass die Lehrkraft sich im Vorfeld mit dem Versuch auseinandersetzt und selbst einfach erscheinende Experimente erprobt.
- bei richtiger Durchführung ungefährlich sein und gesetzliche Vorgaben zur Unfallverhütung einhalten. In keinem Fall darf der Versuch ein Sicherheitsrisiko für die Lehrkraft oder die Schüler darstellen.
- mit den zur Verfügung stehenden Materialien durchgeführt werden können.
- beliebig oft mit gleichem oder ähnlichem Ergebnis wiederholbar sein.

5.3.3 Didaktische Funktion von Experimenten

Ein Versuch im naturwissenschaftlichen Unterricht kann an verschiedenen Stellen eingesetzt werden (Bader und Schmidkunz, 2002):

- Als Einstieg: Hier soll er ein Problem aufzeigen, motivieren, Interesse am Thema wecken oder zum Nachdenken anregen. Diese Art von Experiment steht meistens am Beginn einer Unterrichtsstunde. Einstiegsversuche sollen nicht zu viel Zeit in Anspruch nehmen, so dass sie bei Bedarf wiederholt werden können, beispielsweise wenn die Schüler noch einmal einen Aspekt genauer betrachten sollen.
- Als weiterführendes Experiment: Aufgrund bereits gewonnener Erkenntnisse werden weiterführende Versuche geplant, um das Thema tiefer zu durchdringen.
- Als Bestätigungsexperiment: Es existiert eine Hypothese; diese soll anhand eines Experiments verifiziert werden.
- Zur Erarbeitung: Diese Art des Experiments dient der systematischen Untersuchung eines unbekanntem Sachverhalts und ist zumeist lehrerzentriert.
- Zur Übung oder Wiederholung: Das Experiment soll der Wissenssicherung, aber auch der Anwendung, Übung, Vertiefung und Festigung dienen.
- Zur Leistungskontrolle: Ebenso wie Klassenarbeiten, Tests oder mündliche Abfragungen können Schülerversuche benotet werden. Dabei ist es sinnvoll, sowohl die praktische Durchführung als auch die theoretische Durchdringung des Experiments in einem ausgewogenen Verhältnis zu bewerten.
- Als Wunderversuch/Showversuch: Im Unterricht soll dies nicht vorkommen. So vermehrt sich nur das Vorurteil einer unnahbaren Wissenschaft, außerdem wird auf diese Art kein naturwissenschaftliches Interesse geweckt. Diese Art von Versuchen, die vollkommen unerklärliche Phänomene zeigen, haben in Vertretungsstunden oder aber bei Schulfesten ihre Berechtigung.

- Als Gedankenexperiment: Ein geplanter Versuch wird nur im Kopf durchgedacht und nicht real durchgeführt. Diese Art des Experiments ist im Sachunterricht nicht sinnvoll, da die Schüler Realbegegnungen erleben sollen (vgl. Kapitel 5.3.1).

5.3.4 Arten von Experimenten

In der Fachliteratur werden folgende Arten von Experimenten unterschieden: Demonstrationsexperiment, Schülerdemonstrationsexperiment und Schülerexperiment. Daneben gibt es noch das wissenschaftliche Experiment, auf welches an dieser Stelle aber nicht näher eingegangen werden soll, da es für den Sachunterricht irrelevant ist.

Ein **Demonstrationsexperiment** wird normalerweise von der Lehrperson vorgeführt. Die Klasse ist der Betrachter. Ein **Schülerdemonstrationsexperiment** ist eine Spezialform, bei der ein oder mehrere Schüler an der Vorbereitung und Durchführung des Demonstrationsexperiments beteiligt sind. Bei dieser Art des Experiments muss darauf geachtet werden, dass es vom Betrachter einwandfrei wahrgenommen werden kann. Beobachtungen sind nicht nur subjektiv, sondern neben dem dargebotenen Gegenstand auch abhängig von der Gestalt des Objekts, der Prägnanz und der guten Gestalt (Umgebung, Beleuchtung, Farbe, Größe) des visuell Dargebotenen. Die aus der Gestaltpsychologie bekannten Wahrnehmungsgesetze sind auch auf Demonstrationsversuche im naturwissenschaftlichen Unterricht übertragbar (Schmidkunz, 1983). Da mit den Materialien der NAWilino-Box aber keine Demonstrationsexperimente mit großem apparativen Aufwand durchgeführt werden können, sondern die Kinder in der Regel selbst experimentell tätig werden, soll an dieser Stelle auf diese Gesetze nicht näher eingegangen werden.

Bei **Schülerexperimenten** dagegen sollen alle Schüler selbst aktiv werden. Im Schulalltag muss besonders darauf geachtet werden, dass eine Gefährdung der Schüler komplett ausgeschlossen wird. Schülerexperimente stellen an das motorische Geschick der Schüler gewisse Anforderungen und werden bislang noch sehr wenig eingesetzt. Eine Untersuchung von Nentwig und Wenck (1982) zeigt, dass 77% der befragten Realschullehrkräfte nur gelegentlich Schülerexperimente in ihren Unterricht einbauen. Nur 15% der Lehrenden nutzen mehr als ein Viertel der zur Verfügung stehenden Zeit für diese Art von Experiment. Als Begründung für diese geringe Selbsttätigkeit der Schüler werden vor allem mangelnde Zeit, die Klassengröße sowie mangelnde Arbeitsmaterialien genannt.

Eine Umfrage unter Grundschullehrkräften würde meines Erachtens deutlich geringere Prozentzahlen als Ergebnis haben, da physikalisch-chemische Themen im Sachunterricht, wenn überhaupt, dann nur marginal behandelt werden (vgl. empirische Untersuchung in Kapitel 6). Aufgrund der positiven Aspekte über Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht kann die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte NAWilino-Box

(vgl. Kapitel 7) hier einen Beitrag leisten, indem sie Schüler und Lehrer einlädt, im Unterricht zu experimentieren und den Lehrkräften für dieses gemeinschaftliche naturwissenschaftliche Arbeiten Handreichungen zur Verfügung stellt. Im Rahmen durchgeführter Lehrerfortbildungen (vgl. Kapitel 8) bleibt zu hoffen, dass vermehrt naturwissenschaftliche Inhalte im Unterricht experimentell erarbeitet werden.

5.3.5 Schülerexperiment oder Demonstrationsexperiment – was ist vorzuziehen?

Es gibt im Wesentlichen vier Argumente für den Einsatz des Schülerexperiments:

1. Es bietet durch die Eigentätigkeit bessere Möglichkeiten zum Lernen.
2. Es lässt entdeckendes Lernen zu.
3. Es dient dem Einüben manueller Fertigkeiten.
4. Es gibt einen motivationalen Effekt, der vom selbst durchgeführten Experiment ausgeht.

Bislang gibt es nur wenige, vor allem ältere Untersuchungen, z. B. von Weltner und Warnkross (1969), die belegen, dass kognitive Lernziele durch Schülerexperimente besser erreicht werden als durch Demonstrationsexperimente. Die meisten Untersuchungen, die an weiterführenden Schulen durchgeführt werden, z. B. von Scharf (1982) oder Hofstein und Lunetta (2004), beweisen, dass ein gut geplantes, durchgeführtes und ausgewertetes Demonstrationsexperiment einem Schülerversuch nicht nachsteht und dieses zu keinem tieferen naturwissenschaftlichen Verständnis führt. Dies ist sicherlich auch dadurch begründet, dass die Schüler eher Versuchsbeschreibungen „nachkochen“ und nur selten oder gar nicht die Möglichkeit bekommen, Probleme wirklich zu durchdringen und selbstständig Lösungsansätze zu erarbeiten (Murmans u. a., 2007). Berücksichtigt man aber neben den kognitiven auch psychomotorische und affektive Lernziele, dann ist dem Schülerexperiment zweifelsohne Vorrang zu gewähren.

Entscheidet sich eine Lehrperson für ein Schülerexperiment, so muss dieses neben all den schon erwähnten Kriterien zusätzlich den folgenden zwei genügen. Es muss:

- gegenüber Fehlern in der Durchführung unanfällig sein, denn vor allem jüngere Schüler haben oft noch Schwierigkeiten exakt zu arbeiten.
- eine eindeutige Arbeitsvorschrift haben. Diese muss für die Schüler verständlich sein. Außerdem müssen benötigte Geräte und Chemikalien aufgelistet werden. Eine Skizze zum Versuchsaufbau erleichtert das Verständnis. Wenn nötig, müssen Hinweise zur Arbeitssicherheit und zur Entsorgung angegeben werden.

5.3.6 Organisation von Schülerexperimenten

Bereits vor der Durchführung eines Schülerexperiments müssen Fragen organisatorischer Art geklärt werden. Zum einen ist eine räumliche/ausstattungsmäßige Organisa-

tion gefragt, die allerdings meistens von den schulischen Gegebenheiten abhängt. Da diese an Grundschulen aber oftmals nicht zufriedenstellend vorhanden ist (vgl. Kapitel 6), soll versucht werden, durch die NAWilino-Box Abhilfe zu schaffen.

Auch bezüglich der Sozialform muss die Lehrkraft sich Gedanken machen. Für Einzelarbeit spricht die Tatsache, dass jeder aktiv werden kann und dass die Schüler lernen, selbstständig eine Aufgabe zu bearbeiten. Dagegen spricht, dass eine große Zahl von Arbeitsplätzen benötigt wird und ein hoher Bedarf an Chemikalien und Arbeitsgeräten besteht. Auch können sich die Schüler in dieser Sozialform schlecht gegenseitig unterstützen. Eine andere Möglichkeit ist das Experimentieren in der Gruppe. Bei dieser Sozialform wird darüber hinaus die Teamfähigkeit gestärkt.

Letztlich muss man sich noch bezüglich der methodischen Organisation im Klaren sein. Sollen alle Schüler den gleichen Versuch machen oder sollen in unterschiedlichen Gruppen unterschiedliche Versuche erarbeitet werden? Für die erste Vorgehensweise spricht, dass man im Anschluss die Ergebnisse vergleichen, auf Unterschiede eingehen und diese klären kann; für die zweite, dass in kurzer Zeit mehrere Experimente durchgeführt werden können. Außerdem kann eine Binnendifferenzierung stattfinden, indem schwächere Schüler leichtere Experimente durchführen und stärkere Schüler schwerere. Allerdings braucht man bei dieser Art des Vorgehens für Vorbereitung und Besprechung wesentlich mehr Zeit.

5.3.7 Konsequenzen für die Grundschule

Grundschulkindern möchten ihre Lebenswelt erfahren, stellen unvoreingenommen und wissensdurstig Fragen und sind damit geborene Forscher. Auch dadurch bedingt wird bildungspolitisch immer mehr gefordert, naturwissenschaftliches Experimentieren in der Grundschule zu fördern (Wiskamp, 2005).

Dabei hat das Experiment in der Grundschule ganz besondere Funktionen. Es dient nicht nur für die Entwicklung des Prozesses des Problemlösens und Wissenserwerbs, es stellt auch eine Bedeutung für das Methodenlernen dar. Zur Vermittlung von Methodenkompetenz zählt im modernen Sachunterricht nicht nur die Vermittlung von Alltagsmethoden, sondern auch das Heranführen an wissenschaftliche Methoden. Darüber hinaus bietet das Experiment eine Situation zur Entwicklung von naturwissenschaftlichem Interesse und Neugier. Daraus kann umgehend abgeleitet werden, dass die Experimente im Sachunterricht möglichst allen Schülern gelingen müssen. Auch Platz für eigene individuelle Versuchskreationen muss gegeben sein. Darüber hinaus dient das Experiment der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen in der unbelebten Natur. Möller (1987) charakterisiert das Experimentieren von Grundschulkindern als eine Weiterentwicklung und Fortführung des spielerischen Erkundens, Explorierens und Probierens. Im Wecken von Interesse und dem Aufrechterhalten des „Forschungs-

triebes“ sehen viele Autoren, z. B. Schreier (1993), eines der wichtigsten Ziele des Experiments im Sachunterricht.

Allerdings darf sich auch der Sachunterricht in der Grundschule nicht nur auf die phänomenologische Ebene beschränken. Eine Besprechung und Erklärung der Phänomene und ein kognitiver Wissenserwerb dürfen nicht ausbleiben. „Die wissenschaftliche Arbeitsweise zeichnet sich nicht durch Experimente an sich aus, sondern durch die Wechselbeziehung von Theorie und Experiment. In gleicher Weise verbirgt sich auch hinter dem Experimentieren im Sachunterricht mehr als die Durchführung von (Schüler-) Experimenten“ (Wodzinski, 2004, S. 9).

Auch wenn Experimente gefordert werden und das selbstständige Durchführen aus genannten Gründen sehr positive Auswirkungen hat, darf es nicht zu einer experimentellen Überfrachtung und Überbetonung des Experiments im Sachunterricht kommen. Es kommt nicht auf die Menge der Experimente an, sondern auf ihre sinnvolle didaktische Einbindung in den Prozess der Erkenntnisgewinnung. „Weniger ist mehr! Es geht nicht darum mit Grundschulkindern möglichst viele Experimente durchzuführen und eine Vielzahl physikalischer oder chemischer Begriffe vorzubereiten. Im gründlichen Durchdenken und Versprachlichen von Vermutungen, Deutungen und Schlussfolgerungen ereignet sich zumindest in Ansätzen verstehendes Lernen. Dieses vermittelt Befriedigung und stärkt das Selbstvertrauen in eigene Denkfähigkeiten. Umweltphänomene besser zu verstehen als vor dem Unterricht, vielleicht sogar das erworbene Verständnis fruchtbar auf neue Situationen anwenden zu können, bereitet Freude – hilft es doch, ein Stück Welt besser zu begreifen“ (Möller, 2000, S. 57).

5.3.8 Die Experimente in der NAWilino-Box

Die in Kapitel 5.3.2 geforderten Kriterien für die Auswahl eines Experiments werden bei der Entscheidung für die Versuche der NAWilino-Box berücksichtigt. Die Versuche knüpfen an die Lebenswelt der Schüler an, sind altersgemäß, einfach durchzuführen, funktionieren und stellen bei der Durchführung kein Gefahrenpotential für die Schüler dar, da überwiegend mit Haushaltsmaterialien experimentiert wird. In einigen wenigen Fällen wird mit Lampenöl, Spiritus oder Benzin gearbeitet. Diese Gefahrstoffe sind mit Sicherheitsdatenblättern deklariert und als Lehrerdemonstrationsversuche eindeutig ausgewiesen.

Bezüglich der didaktischen Funktion sowie der Organisation der Versuche aus der NAWilino-Box ist anzumerken, dass der Lehrperson deutliche Freiheiten gelassen werden, wie die Versuche eingesetzt werden können. In den didaktischen Kommentaren finden sich zwar Anmerkungen, in welcher Reihenfolge und an welcher Stelle die Versuche einsetzbar sind; dies soll aber eher als Hilfestellung für die Lehrkräfte verstanden werden, die sich im Rahmen ihres Studiums nicht mit Naturwissenschaften beschäftigt haben.

Da Motivation und Interesse die Grundvoraussetzungen für erfolgreiches Lernen sind, gibt es in der NAWilino-Box hauptsächlich Experimente, die als Schülerversuche gedacht sind, so dass ganzheitliches Lernen gewährleistet ist.

6 Empirie I

Die neuesten Bildungsreformen stellen für die Schulen und die unterrichtenden Lehrkräfte eine große Herausforderung dar. Fraglich ist dabei, ob die Anforderungen der Bildungspläne so einfach umzusetzen sind.

In Gesprächen mit Grundschullehrkräften, die das NAWIino-Projekt an der Pädagogischen Hochschule in Freiburg besuchen, erhärten sich die Befürchtungen, dass bei der vom neuen Bildungsplan für Baden-Württemberg geforderten Umsetzung naturwissenschaftlicher Inhalte erhebliche Defizite bestehen. Insbesondere stellt sich heraus, dass

- viele Lehrkräfte sich bei der Thematisierung und experimentellen Erschließung naturwissenschaftlicher Inhalte unsicher fühlen und
- die notwendige Ausstattung zur experimentellen Erarbeitung naturwissenschaftlicher Inhalte in den Schulen häufig nicht zufriedenstellend ist.

Um diese skizzierten und mögliche weitere Defizite zu erkennen und zu quantifizieren, werden Grundschullehrkräfte im Rahmen einer empirischen Untersuchung mit standardisierten Fragebogen¹ zu folgenden Themenschwerpunkten befragt:

- Einschätzung des eigenen Interesses und Wahrnehmung der eigenen Kenntnisse zu naturwissenschaftlichen Themengebieten,
- Beurteilung der eigenen Qualifikation zur inhaltlichen Behandlung naturwissenschaftlicher Themenfelder sowie
- Angabe des Stellenwertes naturwissenschaftlicher Inhalte im eigenen Unterricht.

Ziel der Untersuchung ist es, im Rahmen einer deskriptiven Forschungsarbeit Informationen über den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule zu erhalten, um daraus Konsequenzen ziehen zu können.

6.1 Wahl der Forschungsrichtung

In der empirischen Forschung unterscheidet man zwei Arten des Erkenntnisgewinns: Die quantitative und die qualitative Methode.

¹ Jeder befragten Person werden dieselben Fragen in derselben Reihenfolge gestellt.

Bei der **quantitativen Forschung** geht es darum, durch Befragung einer großen und repräsentativen Stichprobe die zahlenmäßige Ausprägung eines oder mehrerer Merkmale zu erfassen. Diese Messwerte werden dann miteinander oder mit anderen Variablen in Beziehung gesetzt. Häufig geht es auch darum, zuvor aufgestellte Hypothesen zu überprüfen. Für wiederkehrende Fragestellungen, bei denen Ergebnisse zu verschiedenen Messzeitpunkten verglichen werden sollen, eignen sich quantitative Methoden sehr gut. Um die Objektivität der Messwerte zu gewährleisten, sind die Erhebungsinstrumente bei der quantitativen Forschung meist vollstandardisiert und strukturiert, d. h. „jeder Befragte bekommt möglichst exakt die gleichen Voraussetzungen bei der Beantwortung der Fragen (also gleicher Wortlaut, gleiche Reihenfolge, gleiche Bewertungsskala, etc.), um die Aussagen der Befragten untereinander vergleichbar zu machen [...]“ (Winter, 2000).

Der **qualitative Ansatz** dagegen zeichnet sich durch größere Offenheit und Flexibilität aus. Die Befragung ist meistens frei und explorativ. Oftmals liegt lediglich ein grober thematischer Leitfaden vor, auf standardisierte Vorgaben wird soweit wie möglich verzichtet. Dadurch wird eine hohe Inhaltsvalidität erreicht; repräsentative und zahlenmäßige Aussagen können aber nicht gemacht werden. Qualitative Methoden sind als hypothesengenerierend angelegt, wobei die Theoriebildung schrittweise erfolgt und während der Untersuchung noch verändert werden kann. Qualitative Methoden sind geeignet, wenn eine differenzierte und ausführliche Beschreibung individueller Meinungen und Eindrücke benötigt wird (Winter, 2000).

Um auf die oben thematisierten Forschungsfragen eine Antwort zu bekommen, eignet sich das quantitative Vorgehen. Somit ist es möglich Zusammenhänge zu ermitteln, eine große Stichprobe zu untersuchen und damit repräsentative Ergebnisse zu erhalten.

6.2 Erhebungsinstrumentarium

Zu den gängigen Methoden der quantitativen Forschung zählen die schriftliche Befragung mittels Fragebogen oder auch das quantitative Interview mit vollstandardisiertem und strukturiertem Leitfaden. Aufgrund der Zeitökonomie und der leichteren Durchführbarkeit, aber vor allem wegen der größeren Reichweite dient für die vorliegende Untersuchung ein Fragebogen als Messinstrument.

6.3 Die Untersuchungsplanung

6.3.1 Der Fragebogen

Der Fragebogen besteht aus 22 Items. Die Lehrkräfte werden gebeten, ihre Zustimmung zu den einzelnen Aussagen auf einer zumeist vierstufigen Likert-Skala (1 = Zustimmung, 4 = Ablehnung) anzukreuzen.

Entwickelt wird der eingesetzte Fragebogen (vgl. Anhang) von Mitgliedern des Arbeitskreises Chemiedidaktik an der Pädagogischen Hochschule Freiburg.

Die entwickelten Items werden anschließend einer Stichprobe von N=15 Studierenden des Lehramts Grundschule zur Beantwortung vorgelegt, um Mängel bei der Verständlichkeit der Itemformulierung mittels der sogenannten „Think-aloud“-Methode (Prüfer und Rexroth, 1996) identifizieren zu können. Die Studierenden werden dabei aufgefordert laut zu denken, während sie überlegen, welchen Grad der Zustimmung ihre Antwort hat (Concurrent-Think-Aloud-Methode).

Da die Datenauswertung auf Einzelitemebene erfolgt und keine inferenzstatistischen Schlüsse gezogen werden, ist es nicht nötig, die Itemschwierigkeit zu berechnen.

6.3.2 Stichprobengewinnung

Im Juni 2006 werden die Schulleitungen von 200 Grundschulen im Regierungspräsidium Freiburg angeschrieben. Im Anschreiben werden sie gebeten den Fragebogen an die Lehrkräfte zu verteilen, die im laufenden Schuljahr 2005/2006 das Fach Mensch, Natur und Kultur (MeNuK) unterrichten. Die Rücklaufquote seitens der Schulen beträgt 49%, so dass insgesamt 286 Fragebogen ausgewertet werden können. Dies ist aus statistischer Perspektive eine gute Stichprobengröße, um verwertbare deskriptive Aussagen treffen zu können.

6.3.3 Statistik

Sämtliche Fragen werden deskriptiv ausgewertet. Darüber hinaus werden Korrelationen mit Signifikanzen zwischen einzelnen Fragen berechnet. Als Hilfsmittel steht dabei die Statistik-Software SPSS² für Windows Version 14 zur Verfügung.

² Statistical Produkt and Service Solution.

6.4 Ergebnisse

6.4.1 Beschreibung der Stichprobe

90% der teilnehmenden Lehrkräfte sind weiblich, 10% männlich.

Der Median beim Alter liegt bei 47,5 Jahren, 75% der befragten Lehrer sind über 37 Jahre alt ($q_{25}= 37,12$) und 25% sind 56 Jahre oder älter ($q_{75}= 56,68$).

Der Median bei der Anzahl der Berufsjahre liegt bei 14,2 Jahren, 75% der befragten Lehrkräfte sind 11 Jahre oder länger im Schuldienst ($q_{25}= 10,82$) und ein Viertel unterrichtet sogar seit 28 Jahren oder länger ($q_{75}= 28$).

6.4.2 Persönliches Interesse an Naturwissenschaften

Fragt man die Lehrkräfte anonymisiert nach ihrem persönlichen Interesse an Naturwissenschaften, wird deutlich, dass 83,7% der Befragten ein großes oder sehr großes Interesse an Naturwissenschaften haben, wenig Interesse haben 15,6% und nur 0,7% der Befragten geben an, kein Interesse an Naturwissenschaften zu haben.

61,6% der an der Befragung teilnehmenden Lehrer beschäftigen sich auch in ihrer Freizeit mit Naturwissenschaften. In welcher Form dies geschieht, wird in Abbildung 6.1 veranschaulicht. Mehrfachnennungen sind dabei möglich.

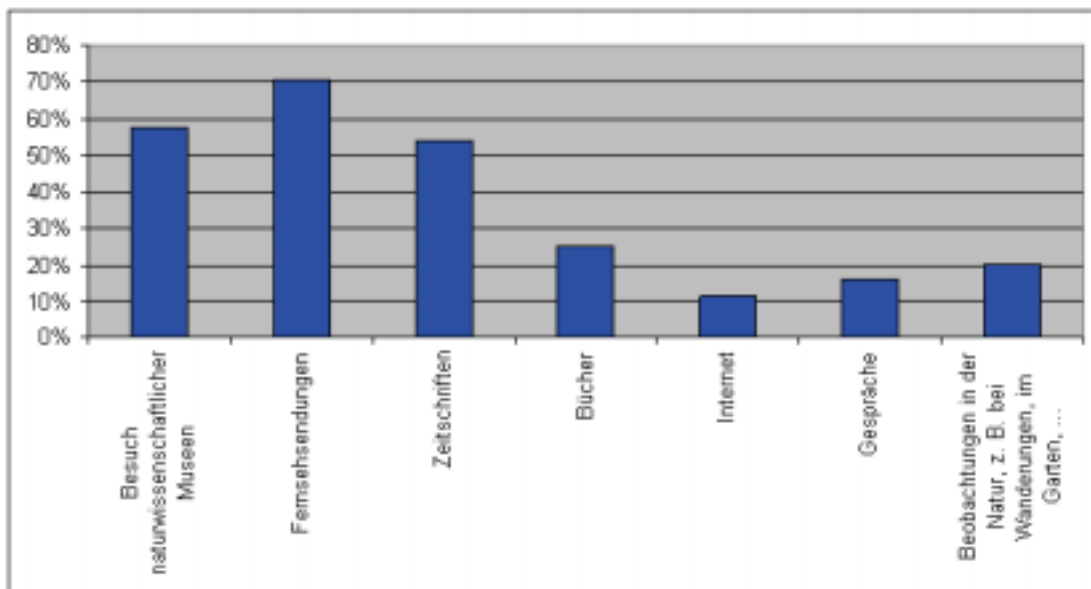


Abbildung 6.1: Private Beschäftigung mit Naturwissenschaften.

Die Lehrkräfte, die sich privat nicht mit Naturwissenschaften beschäftigen, nennen als Gründe keine Zeit (61,2%), kein Interesse (41,8%) oder keine Möglichkeiten (11%). Auch hier gibt es Mehrfachnennungen.

Doch nicht nur im Privatbereich zeigen die befragten Lehrkräfte Interesse an naturwissenschaftlichen Themen und Fragestellungen, auch für den Schulalltag erachten sie die Naturwissenschaften für wichtig. So geben 97,5% an, dass es wichtig bzw. sehr wichtig ist, naturwissenschaftliche Inhalte bereits in der Grundschule zu vermitteln. Nur 2,5% erachten naturwissenschaftliche Inhalte in der Grundschule als eher unwichtig bzw. unwichtig.

6.4.3 Qualifikation durch Studium und Referendariat

Ein Fach aus dem MeNuK-Bereich haben 49,5% aller Lehrkräfte studiert. 50,5% unterrichten komplett fachfremd, d. h. sie haben keines der neun Fächer (Geschichte, Gemeinschaftskunde, Geographie, Musik, Bildende Kunst, Technik, Physik, Chemie, Biologie) aus dem neuen Fächerverbund studiert. Betrachtet man die Wahl der Studienschwerpunkte genauer, dann sieht man, dass sich immerhin 38,1% aller Befragten mit Naturwissenschaften im Studium beschäftigt haben: 31,9% mit Biologie, 15,6% mit Physik und 15,2% mit Chemie (Mehrfachnennungen möglich).

In der zweiten Phase der Lehrerausbildung, dem Referendariat, wurden bei 28,2% aller befragten Lehrer naturwissenschaftliche Themen angesprochen. Schülerversuche zu organisieren und durchzuführen hat jede fünfte Lehrkraft (20,6%) im Referendariat gelernt. Dabei zeigt sich, dass Junglehrer vermehrt angeben, dass naturwissenschaftliche Themen angesprochen wurden ($r=.34$; $p<.01$) und sie auch gelernt haben, Schülerversuche zu organisieren und durchzuführen ($r=.31$, $p<.01$).

6.4.4 Einschätzung der eigenen Kenntnisse

81,9% der Lehrkräfte geben an, in Biologie gute oder sehr gute Kenntnisse zu haben, in Erdkunde gilt dies für 77,2% der Befragten, in Geschichte für 74%, in Gemeinschaftskunde für 69,3% und in Kunst für 71,2%. In Musik gibt nur noch knapp die Hälfte der Befragten (52,8%) gute oder sehr gute Kenntnisse an, noch problematischer sieht es für den technischen Bereich aus (28,2%). Befragt man die Lehrkräfte, wie sachkundig sie sich in Chemie fühlen, dann geben 17,9% der Befragten gute oder sehr gute Kenntnisse an, 63,9% haben geringe Kenntnisse und 18,2% geben an, keine Kenntnisse bezüglich Chemie zu haben. Für Physik sehen die Zahlen minimal freundlicher aus, knapp ein Fünftel der Befragten (21,4%) hat gute oder sehr gute Kenntnisse, 62,1% geringe Kenntnisse, und 16,4% der Befragten geben an, keine Kenntnisse im Bereich der Physik zu haben (vgl. Abbildung 6.2).

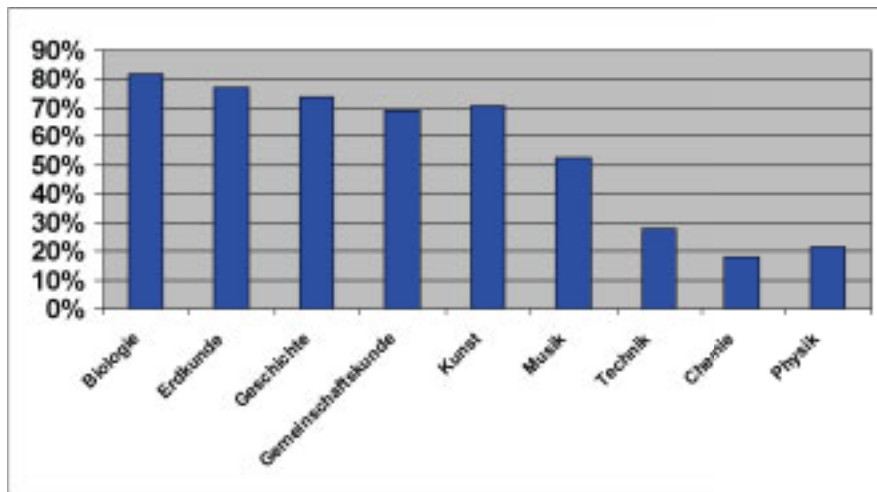


Abbildung 6.2: Prozentsatz der Lehrkräfte, die angeben, im entsprechenden Fach über gute/sehr gute Kenntnisse zu verfügen.

Dabei geben die Lehrkräfte, die sich auch privat mit Naturwissenschaften beschäftigen, eher an, Kenntnisse in Chemie bzw. Physik zu haben (für Chemie: $r=.31$; $p<.01$; für Physik: $r=.29$, $p<.01$).

6.4.5 Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte

Fragt man die Lehrkräfte, wie intensiv sie naturwissenschaftliche Bereiche im MeNuK-Unterricht behandeln, dann zeigt sich folgendes Bild (vgl. Abbildung 6.3):

Betrachtet man lediglich Themen, von denen man annehmen kann, dass das Alltagswissen sehr hoch ist wie bei den Bereichen „Feuer“, „Wasser“ und „Luft“, dann wird deutlich, dass diese Themenbereiche bei über 80% der befragten Lehrkräfte sehr umfangreich oder doch zumindest relativ umfangreich unterrichtet werden, allerdings ohne experimentelle Umsetzung.

Deutlich schlechter fallen die Zahlen bei biologisch-physikalischen Themen wie „Auge und Licht“, „Ohr und Schall“ oder dem Themenbereich „Erde“ aus. Nur noch etwas mehr als 60% der Lehrkräfte unterrichten diese Themen für ihr Verständnis umfangreich. Betrachtet man aber Themenbereiche wie „Trennverfahren“ oder „Wo Kräfte wirken“, die laut Bildungsplan ebenfalls verbindlich sind, so zeigt sich, dass diese Bereiche kaum Umsetzung im Unterricht erfahren und wenn, dann eher bei Lehrkräften, die sich in ihrem Studium mit Naturwissenschaften beschäftigt haben (signifikanter Zusammenhang zwischen Naturwissenschaften im Studium und Unterrichten des Themenbereichs Trennverfahren: $r=.13$, $p=.03$; Thema Kräfte: $r=.03$, $p=.59$).

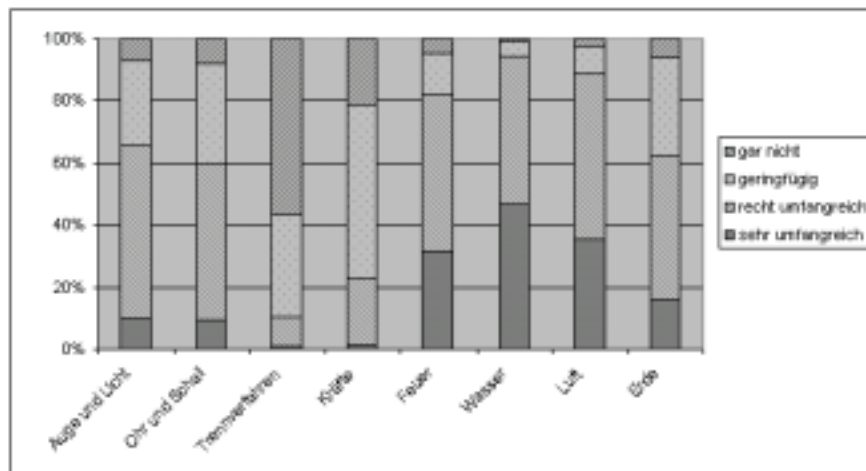


Abbildung 6.3: Intensität der Behandlung naturwissenschaftlicher Themenfelder.

6.4.6 Experimentelle Umsetzung

Auf die Frage, wie oft die Lehrkräfte in MeNuK-Stunden mit naturwissenschaftlichen Inhalten experimentieren (vgl. Abbildung 6.4), geben lediglich 12,5% an jede Stunde bzw. wenigstens wöchentlich zu experimentieren. Ein Mal im Monat und seltener experimentieren 86%. Nie experimentieren 1,5% der befragten Lehrkräfte. Hier zeigt sich, dass die Lehrkräfte, die im Referendariat gelernt haben, Schülerversuche durchzuführen, eher experimentieren als die Lehrkräfte, die keine experimentelle Erfahrung haben ($r=.19$, $p<.01$).

Fragt man die Lehrkräfte, die nur ein Mal im Monat oder seltener experimentieren, warum sie so selten in MeNuK-Stunden mit naturwissenschaftlichen Inhalten experimentieren, so ergibt sich folgendes Bild (vgl. Abbildung 6.5):

Die zwei Hauptgründe für die seltenen Experimentierphasen sind fehlende Arbeitsmaterialien und fehlende Erfahrung beim Experimentieren. Aber auch die fehlenden Räumlichkeiten, das geringe eigene Hintergrundwissen und der große Zeitaufwand führen bei knapp jedem dritten Lehrer dazu, dass er nicht experimentiert. Bezüglich der Ausstattung an den Schulen, um naturwissenschaftliche Experimente durchführen zu können, finden 38,2% der Lehrkräfte sehr gute oder gute Bedingungen vor, 59,2% haben eine eher schlechte Ausstattung zur Verfügung und 2,6% der Lehrkräfte geben an, dass keinerlei Materialien vorhanden sind, um mit Schülern experimentieren zu können.

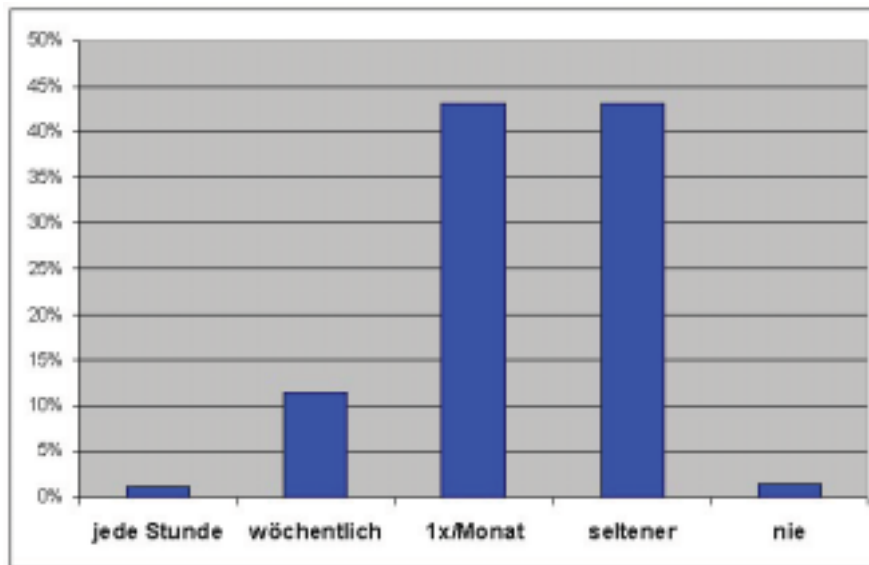


Abbildung 6.4: Häufigkeit des Experimentierens im naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht.

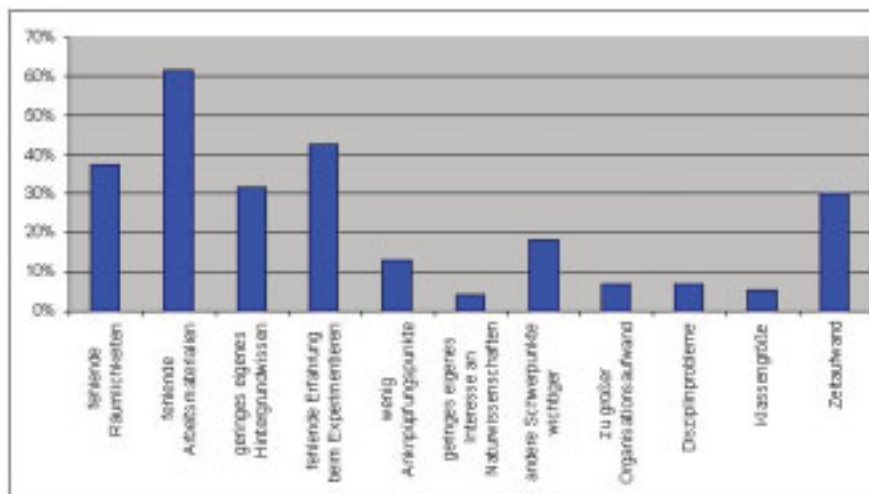


Abbildung 6.5: Gründe für mangelndes Experimentieren im Fächerverbund MeNuK.

6.4.7 Interesse an Fortbildungen

Für eine Fortbildung mit theoretischen und praktischen Arbeitsphasen interessieren sich 84,2% der befragten Lehrkräfte (Teilnahme ganz sicher oder höchstwahrscheinlich). Nur 15,8% sind nicht interessiert: Von diesen geben 43,9% an, bereits genug

Wissen und Material für ihren MeNuK-Unterricht zu besitzen. Fehlendes Interesse geben 12,2% an, mangelnde Zeit und zu großen Aufwand ebenso jeweils 12,2% und 9,8% sind nicht mehr interessiert, weil sie demnächst in Pension gehen. 9,9% geben sonstige Gründe an.

6.4.8 Erwartungen an eine Fortbildung

Die Erwartungen an eine sinnvolle Lehrerfortbildung sind zahlreich (vgl. Abbildung 6.6). Vor allem wünschen sich Lehrende die Möglichkeit, selbstständig Experimente durchführen zu können, konkrete Unterrichtsmaterialien und viel Praxisorientierung. Etwa die Hälfte der befragten Lehrkräfte wünscht sich neue Inspirationen, fachliche Inhalte und Lehrplanbezug. Nicht so wichtig scheint den Lehrkräften bei einer Fortbildung der Austausch mit Kollegen zu sein. Lediglich jeder Dritte wünscht ihn. Als sonstige Erwartungen werden Arbeitserleichterung bei der alltäglichen Unterrichtsvorbereitung, einfache Experimente, geeignete Experimente für die Freiarbeit, Vorschläge für den Heftaufschrieb und eine Klassifikation der Experimente in die unterschiedlichen Klassenstufen genannt.

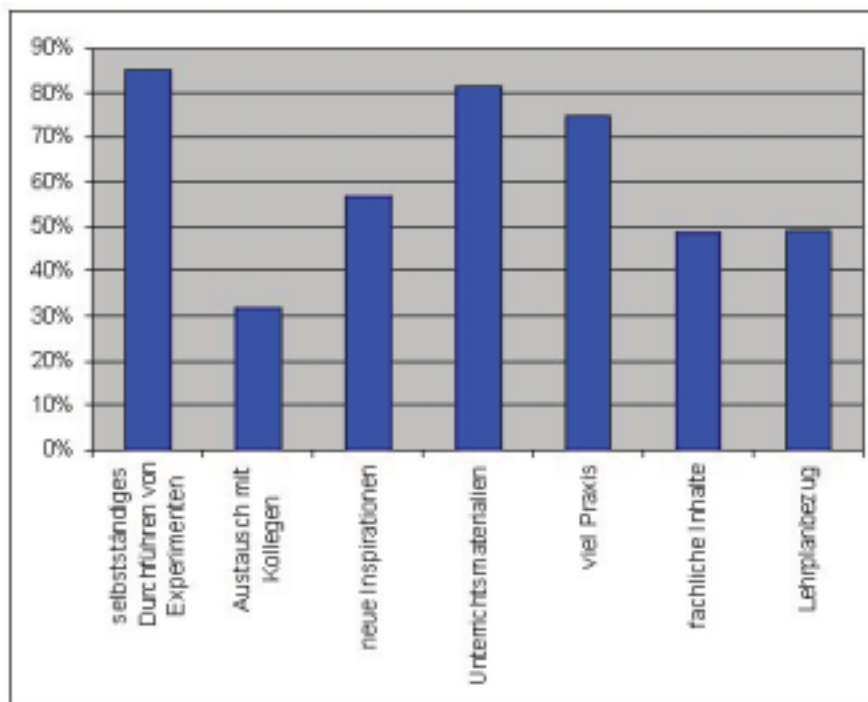


Abbildung 6.6: Geäußerte Erwartungen an eine Lehrerfortbildung.

6.5 Diskussion und Ausblick

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass Junglehrer vermehrt naturwissenschaftliche Themen ansprechen und auch im Referendariat verstärkt das Organisieren und Durchführen von Schülerversuchen gelernt haben. Diese Tatsache lässt positiv in die Zukunft blicken. Allerdings stellen Junglehrer an Grundschulen – noch – die Minderheit dar. Bedingt durch die Ergebnisse von IGLU-E, PISA und TIMMS wird eine stärkere Förderung der Naturwissenschaften im Unterricht propagiert. So werden nicht nur im Bildungsplan 2004 für Baden-Württemberg naturwissenschaftliche Inhalte gefordert und auch Experimente zu unterschiedlichen Themen verbindlich vorgegeben. Auch ein Blick in die Lehrpläne anderer Bundesländer bestätigt, dass naturwissenschaftliche Inhalte in Deutschland bereits in der Grundschule gefordert werden (vgl. Kapitel 2.7).

Die Tatsache, dass die Lehrkräfte in Baden-Württemberg nicht ausreichend für die Umsetzung des neuen Bildungsplans geschult sind, ist alles andere als zufriedenstellend. Die Ergebnisse korrespondieren mit denen von Möller (2004), die für Nordrhein-Westfalen ähnliche Befunde aufzeigen kann. Bei einer Lehrerbefragung im Rahmen eines von Nordrhein-Westfalen geförderten Projektes „Zum Einfluss von Lehrerausbildungskonzepten auf Lehrerkognitionen, Lehrerhandeln und Unterrichtserfolg im naturwissenschaftlichen Lernfeld der Grundschule“ kann gezeigt werden, dass Lehrpersonen es zwar als wichtig ansehen, physikalische Themen im Sachunterricht aufzugreifen und auch annehmen, dass physikalische Themen interessant aufbereitet werden können. Ihr eigenes Interesse an Physik ist aber nicht sehr groß und die eigenen Fähigkeiten im Bereich Physik bewerten nur 40% der befragten Lehrkräfte als positiv. Ein sehr großer Teil der Lehrenden gibt an, weder im Studium (82,6%), noch im Referendariat (70,6%), noch bei Lehrerfortbildungen (83,1%) mit physikalischen Inhalten in Berührung zu kommen. Knapp 40% der Lehrer geben an, physikalische Inhalte bewusst zu meiden. Es ist auf Grund dieser Resultate zu vermuten, dass diese Ergebnisse bei einer Untersuchung von Grundschullehrereinstellungen zum Fach Chemie in ähnlicher Weise gefunden werden können. Gründe für das geringe Interesse, chemische oder physikalische Inhalte zu behandeln, können fachliche Defizite, geringes Interesse an den Themen, eine abschätzige Haltung gegenüber den Schulfächern Chemie und Physik oder auch Hemmschwellen sein, die in der eigenen Erziehung begründet liegen (Drechsler u. a., 1999). Auch eine Untersuchung von Drechsler und Gerlach (2001) aus dem Jahr 1999 stützt die Ergebnisse von Möller. 666 Grundschullehrkräfte aus dem Rhein-Main-Gebiet werden schwerpunktmäßig zu ihrer Ausbildung, ihrem naturwissenschaftlichen Interesse sowie der inhaltlichen Ausrichtung des Sachunterrichts befragt. Es zeigt sich, dass 79% der Probanden aufgrund ihrer Ausbildung mangelnde Kompetenzen zum Unterrichten naturwissenschaftlicher Fächer aufweisen. Gut 75% geben an, mit naturwissenschaftlichen Inhalten gar nicht oder nur selten in Berührung zu kommen. Lediglich 2,6 % der befragten Lehrkräfte halten sich im naturwissenschaftlichen Bereich für kompetent. Diese mangelnde Kompetenz der Lehrkräfte spiegelt sich auch im Unterricht wider.

So können Drechsler und Gerlach (2001) zeigen, dass chemische und physikalische Aspekte unterrepräsentiert sind und somit Lernziele wie beispielsweise Kompetenzen wie Experimentieren, Messen oder Hypothesen aufstellen im Sachunterricht nicht erreicht werden.

Es müssen dringend Wege gefunden werden die Lehrkräfte dahingehend zu befähigen, naturwissenschaftliche Inhalte in der Grundschule zu unterrichten, auch wenn sie das dafür notwendige Wissen nicht während des Studiums oder Referendariats erworben haben.

Die Ergebnisse belegen, dass Handlungsbedarf in zweierlei Hinsicht besteht:

- Die Lehreraus- und Lehrerfortbildung muss optimiert werden. Auch Grundschullehrkräfte, die sich in ihrem Studium nicht oder nur wenig mit Naturwissenschaften beschäftigt haben, müssen die Möglichkeit haben, sich qualifiziert weiterbilden zu können, um den Anforderungen des neuen Bildungsplans zu genügen und die Schüler adäquat im Hinblick auf die Naturwissenschaften bilden zu können. Es müssen somit Grundlagen vermittelnde Fortbildungen angeboten werden, in denen Lehrende sich Theorie und Praxis aneignen, um diese dann in den Unterricht zu integrieren. Dabei soll den Lehrern auch die Angst genommen werden, sich mit den Schülern auf diese neuen Themen einzulassen. Hier sind Hochschulen und Lehrerfortbildungszentren in der Pflicht.
- Die Grundschulen müssen so ausgestattet werden, dass einfache, faszinierende und motivierende Grundschulversuche in jeder Grundschule von der Ausstattung her möglich sind und somit die experimentelle Erarbeitung der bildungsplanrelevanten Themen gewährleistet werden kann.

Diese Folgerungen sollen im Rahmen des Experimentierkastensystems NAWilino-Box (vgl. Kapitel 7) und einem zugehörigen Fortbildungskonzept (vgl. Kapitel 8) realisiert werden.

7 Konzeption der NAWilino-Box

In einem ersten Schritt wird ausgehend von der in Kapitel 6 beschriebenen Untersuchung ein Experimentierkastensystem – die **NAWilino-Box** – entwickelt, das alle Geräte und Materialien enthält, um eine erfolgreiche experimentelle Umsetzung sämtlicher Bildungsinhalte von Klasse 1 bis 4 zu ermöglichen. Darüber hinaus sollen ergänzende und weiterführende Versuche möglich sein, so dass ein großes Repertoire von nahezu 100 Grundschulversuchen zur Verfügung steht. In einem zweiten Schritt werden Referendare vom Staatlichen Seminar für Didaktik und Lehrerbildung in Offenburg und Lehrkräfte der Clara-Grunwald-Grundschule in Freiburg an der Optimierung der NAWilino-Box beteiligt.

Über die materielle Ausstattung der Grundschulen hinaus werden für die Versuchsbeschreibungen Lösungsblätter für die Lehrkräfte erstellt, auf denen Vorschläge für die Ergebnissicherung mit den Grundschulkindern vermerkt sind. Zusätzlich wird ein ausführlicher didaktisch-methodischer Kommentar erstellt, so dass die Grundschullehrkräfte einen roten Faden für die Durchführung der Unterrichtseinheiten erhalten. Dieses Experimentierkastensystem wird nach erfolgter Fortbildung an die einzelnen Schulen ausgegeben.

7.1 Konzeptionelle Entwicklung von Unterrichtsmaterial

Damit zwischen konzeptionellen Entwicklungen und der Umsetzbarkeit und Eignung für den Einsatz im Unterricht keine Diskrepanz besteht und entwickelte Unterrichtsmaterialien von den Lehrkräften auch eingesetzt werden, ist es notwendig, folgende Punkte zu beachten:

- Die Entwicklungsarbeit muss mit der unterrichtlichen Praxis und ihren Bedürfnissen verbunden sein;
- Kompetente Lehrkräfte sollen aufgrund ihrer unterrichtspraktischen Erfahrung in den Entwicklungsprozess eingebunden werden;
- Ein konkreter Änderungsbedarf in der Praxis muss im Mittelpunkt stehen.

Deshalb wird bei der Entwicklung der NAWilino-Box ein Vorgehen in Anlehnung an die partizipative fachdidaktische Aktionsforschung von Eilks und Ralle (2002) eingeschlagen (vgl. Abbildung 7.1). Die partizipative fachdidaktische Aktionsforschung, die auf Lewin (1953) zurückgeht, ist eine Methode, bei der Theoretiker und Praktiker

gemeinsam an einem von beiden Partnern erkannten Problem arbeiten. Im Mittelpunkt steht dabei das Interesse an einer Veränderung der Schulpraxis.



Abbildung 7.1: Das Modell der partizipativen fachdidaktischen Aktionsforschung, nach Eilks und Ralle (2002).

Zusammengefasst verfolgt ein solcher Ansatz folgende Ziele (Eilks und Ralle, 2002, S. 15):

- „Entwicklung konzeptioneller Vorschläge zur Verbesserung unterrichtlicher Praxis, einschließlich der Evaluation und Verbreitung,
- Erlangung allgemeiner Erkenntnisse über Unterricht und Lehr-/Lernprozesse, die vom spezifischen Gegenstand unabhängig sind,
- Abbau von Defiziten in der konkret vorgefundenen Praxis,
- eine implizite Lehrerfortbildung der beteiligten Praktiker hinsichtlich einer höheren Sensibilität bezogen auf ihr praktisches Handeln, größerer Kompetenzen in der Neu- und Weiterentwicklung curricularer Ansätze und den Möglichkeiten einer begrenzten Evaluation des eigenen Unterrichts,
- Dokumentation von Unterricht und Unterrichtserfahrung als Beitrag zum Wissensbestand der Disziplin Fachdidaktik Chemie.“

7.2 Experimentierkästen als Unterrichtsmaterial

Derzeit sind in Deutschland zwei Sorten von Experimentierkästen erhältlich: Zum einen kommerzielle wie z. B. Kosmos-Kästen, die zu verschiedenen Themengebieten angeboten werden, die aber nicht genuin für den Einsatz im Schulunterricht konzipiert, sondern eher für das häusliche Experimentieren gedacht sind. Zum anderen gibt es Experimentierkästen von Hochschulen oder Forschungseinrichtungen. Drei werden exemplarisch kurz vorgestellt: Erstere ist die Experimentierkiste der Universität Frankfurt, die vom Institut für Didaktik der Chemie unter Mitarbeit des NaT-Lab-Schülerlabors der Universität Mainz entwickelt wird. Diese Experimentierkiste enthält etwa 30 Experimente zu den Themen Luft, Wasser und Lebensmittel, die sich am Lehrplan der 3. und 4. Klassen orientieren. Jeder Kiste liegt ein Skript mit Versuchsbeschreibungen, Erklärungen und Kopiervorlagen für die Schülerarbeitsblätter bei (Drechsler-Köhler, 2007).

Zweitens werden an der Universität Münster die „Klasse(n)kisten“ entwickelt (Möller, 2008), mit denen folgende Themen experimentell erarbeitet werden können:

- Schwimmen und Sinken,
- Wie kommt es, dass ein Ball springt?,
- Schall – Was ist das?,
- Luft ist nicht Nichts – Eigenschaften der Luft (I),
- Luftdruck und Vakuum entdecken – Eigenschaften der Luft (II),
- Magnetismus,
- Was ist eigentlich Licht? – Licht und Schatten,
- Kerzenflamme und Verbrennung,
- Warum geht der Brotteig auf? – Wir arbeiten wie Wissenschaftler,
- Salz – das weiße Gold.

Aber auch bei der dritten Kiste, die im Science-Lab, einer unabhängigen Bildungsinitiative für Kinder, Erzieher und Lehrer aus Bayern, entwickelt wird, ist das Ziel aller Aktivitäten, den Forschergeist der Kinder zu fördern. Neben Forscherkursen für Kinder zwischen vier und zehn Jahren und Unterstützung von pädagogischen Fachkräften in Kindergärten und Schulen durch Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen werden sogenannte „Forscherkisten“ für Kindergärten und Grundschulen konzipiert. Diese beinhalten Experimentiermaterial zu den Oberthemen Wetter sowie Technik. Beim Themengebiet Wetter können in der Wetterstation Phänomene rund um die Themen Wasser und Luft erforscht werden; in der Klimastation Wärmelehre und Licht. Im Techniksegment können Experimente zu Optik und Elektrizität sowie Akustik und Mechanik durchgeführt werden (Schettler und Stuchtey, 2008).

Für die von diesen Institutionen angebotenen Experimentierkisten wird bei der Erstellung der Fokus auf einzelne Themengebiete gelegt. Den Lehrkräften werden Experimentiermaterialien und Arbeitsblätter zu diesen Themen angeboten.

Der Anspruch bei der Konzeption der NAWilino-Box geht darüber hinaus. Es soll eine Experimentierkiste entwickelt werden, mit der alle im „Lehrplan 2004, Baden-Württemberg, Grundschule“ enthaltenen Versuche experimentell im Unterricht umgesetzt werden können.

7.3 Konzeptionelle Entwicklung der NAWilino-Box

Im Rahmen der in Kapitel 6 erwähnten empirischen Untersuchung wird, neben den bereits dort erwähnten Aspekten, auch das Bedürfnis für und das Interesse an einem Experimentierkoffer erhoben. Ein zentraler Punkt ist dabei die Frage, welche Art von Koffer (für einzelne Klassenstufen oder thematische Koffer) gewünscht wird und welche Art von Experimenten mit dem Koffer möglich sein sollen. Damit erfolgt eine erste Einbeziehung der Lehrerbedürfnisse und somit eine erste Kooperation mit den Lehrkräften.

Bezüglich des Interesses ist die Resonanz überwältigend. 92,1% der befragten Lehrkräfte haben ein großes oder sogar sehr großes Interesse an einem Experimentierkoffer für Grundschulen mit Laborgeräten und handelsüblichen Stoffen, wie z. B. Essig oder Backpulver.

Über die gewünschte Form von Experimentierkoffer sind sich die Lehrkräfte einig: Ein Experimentierkoffer für einzelne Klassenstufen ist nicht gewünscht ($\chi^2_{df=1} = 71.773$, $p < .01$). Stattdessen wird ganz klar ein Experimentierkoffer zu einzelnen Themengebieten wie Feuer, Wasser, Luft, etc. bevorzugt ($\chi^2_{df=1} = 128.957$, $p < .01$). Auch über die Art der Experimente, die mit dem Experimentierkoffer möglich sein sollen, herrscht Einigkeit. Lehrerdemonstrationsexperimente sollen möglich sein ($\chi^2_{df=1} = 6.391$, $p < .01$) sowie Schülerversuche, bei denen unterschiedliche Versuche aufgebaut werden und von den Schülern beispielsweise in Form eines Lernzirkels erarbeitet werden ($\chi^2_{df=1} = 122.667$, $p < .01$). Das zeitgleiche Experimentieren am gleichen Versuch wird von den Lehrkräften nicht favorisiert ($\chi^2_{df=1} = .710$, $p = .40$).

Diese praxisorientierten Anregungen der Lehrpersonen werden bei der Konzeption der NAWilino-Box umgesetzt.

7.3.1 Auswahl der Themen

Die NAWilino-Box wird mit den oben erwähnten praxisgeleiteten Maßgaben konzipiert. So werden in einem ersten Schritt alle im Bildungsplan 2004 Grundschule vorgegebenen verbindlichen Experimente für Klasse 1 und 2 und Klasse 3 und 4 kategorisiert. Für Klasse 1 und 2 kristallisieren sich die Oberthemen **Auge & Licht, Ohr &**

Schall, Trennverfahren und **Wo Kräfte wirken** heraus, für Klasse 3 und 4 werden die Themenbereiche **Wasser, Luft, Feuer** und **Erde** gewählt. Zu diesen Oberthemen werden in einem zweiten Schritt Versuchsanleitungen entwickelt, die die vom Bildungsplan Baden-Württemberg für die Grundschule verbindlich vorgegebenen Versuche abdecken. Darüber hinaus werden durch die NAWilino-Box zahlreiche weitere Experimente zu den acht Themengebieten ermöglicht, so dass insgesamt knapp 100 Experimente mit dem Experimentierkastensystem realisierbar sind.

Beim Themenbereich **Auge und Licht** werden die folgenden Inhalte thematisiert: *Eingeschränkte Wahrnehmung, Lichtbrechung, reflexartige Schutzfunktion des Auges, Sehtest, Reflektion und Absorption von Licht* (vgl. Abbildung 7.2).



Abbildung 7.2: Reflektion eines Lichtstrahls an einem Spiegel, sichtbargemacht mit Baby-Puder.

Beim Themengebiet **Ohr und Schall** werden die Unterthemen *Schallwellen sichtbar machen* (vgl. Abbildung 7.3), *Schallübertragung in diversen Medien* und *Erzeugung von Tönen* thematisiert.



Abbildung 7.3: Sichtbarmachen von Schallschwingungen auf einer beruhten Plexiglasplatte.

Beim Themengebiet **Trennverfahren** werden die Aspekte *Verdampfen* (vgl. Abbildung 7.4), *Chromatographie*, *Reinigung von Schmutzwasser* sowie *Trennen eines Dreistoffgemisches* erarbeitet.

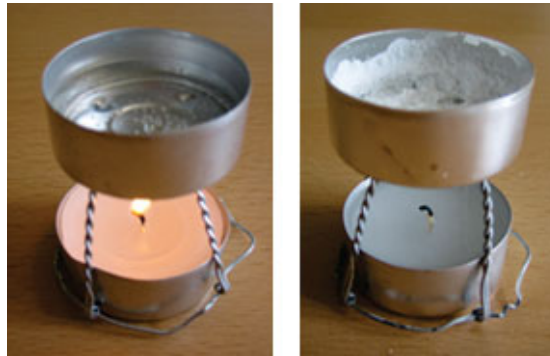


Abbildung 7.4: Salzurückgewinnung durch Abdampfen des Wassers.

Beim Themengebiet **Wo Kräfte wirken** werden *Magnetismus* (vgl. Abbildung 7.5), *Luftdruck*, *Hebelwirkung*, *Oberflächenspannung*, *Reibung*, *Gasdruck* und *Aufbau von Biomasse* thematisiert.



Abbildung 7.5: Verschiedene Magnete.

In Klasse 3 und 4 werden beim Themengebiet **Wasser** *Vergleiche des Volumens von Wasser in unterschiedlichen Aggregatzuständen* vorgenommen sowie *Oberflächenspannung*, *Dichte von Wasser*, *Lösen von Stoffen in Wasser*, *Mischen von Stoffen in Wasser*,

das *Prinzip der verbundenen Röhren*, der *Wasserkreislauf*, *Kapillarwirkung*, *Reaktionen in Wasser* und *Wasserreinigung* behandelt.

Beim Themengebiet **Luft** wird auf den *Luftdruck* (vgl. Abbildung 7.6), die *Ausdehnung von Luft*, die *Luftströmung*, die Tatsache, dass *Luft einen Platz einnimmt* sowie dass *warme Luft nach oben steigt* (vgl. Abbildung 7.7) näher eingegangen.



Abbildung 7.6: Der Luftballon mit Ohren: Aufgrund eines erzeugten Unterdrucks in den Bechern werden diese vom äußeren Luftdruck an den Luftballon gedrückt.



Abbildung 7.7: Die Teebeutelrakete: Der abbrennende Teebeutel klappt nach innen. Dabei formt sich ein Aschenetz, unter dem sich die warme Luft sammelt und den beinah abgebrannten Teebeutel mit nach oben trägt.

Das Thema **Feuer** beinhaltet Versuche zu *Aufbau und Funktion der Kerze* (vgl. Abbildung 7.8), Möglichkeiten der *Brandbekämpfung* sowie zur *Brennbarkeit von Stoffen*.

Beim letzten Themengebiet, **Erde**, werden sowohl biologische Aspekte wie *Pflanzenwachstum*, *Bodenschichten* oder der *Zusammenhang zwischen Atmung und Pulsschlag bei Ruhe und Belastung*, als auch chemische und physikalische Sachverhalte, die auf unserem Planeten Erde zu beobachten sind, beispielsweise *Säuren und Laugen* (vgl.



Abbildung 7.8: Die Tochterflamme: Wachsämpfe einer brennenden Kerze (weißer Rauch) werden durch ein Glasrohr abgeleitet und am oberen Ende entzündet.

Abbildung 7.9), *Nachweis von Inhaltsstoffen in Nahrungsmitteln: Fette und Stärke*, der Treibhauseffekt, das Sonnenspektrum, elektrische Leitfähigkeit und Solarenergie thematisiert.



Abbildung 7.9: Die unterschiedlichen Farben des Rotkohllindikators von stark sauer (links) bis stark alkalisch (rechts).

7.3.2 Einsetzbarkeit in anderen Bundesländern

Obwohl sich die Themenauswahl an den Vorgaben des Bildungsplans Baden-Württemberg orientiert, ist die NAWilino-Box bundesweit einsetzbar, wie Lehrplanvergleiche

zeigen: In den aktuellen Bildungsplänen der unterschiedlichen Bundesländer wird explizit die Thematisierung naturwissenschaftlicher Inhalte bereits in der Grundschule gefordert (vgl. Kapitel 2.7). Die in den oben zitierten Lehrplänen exemplarisch genannten Inhalte können mit den Materialien der NAWilino-Box thematisiert werden.

7.3.3 Erstellung der Arbeitsblätter nach psychologischen Gesichtspunkten

Die Erstellung der Versuchsanleitungen orientiert sich maßgeblich an den kognitiven, motorischen und affektiven Lernvoraussetzungen der Schüler:

In einem ersten Punkt werden auf den Versuchsanleitungen die benötigten Geräte und Chemikalien genannt. Alle Materialien werden durch kleine selbst gezeichnete Abbildungen kindgerecht visualisiert (vgl. Abbildung 7.10). Durch diese ikonische Darstellung haben die Kinder einen leichteren Zugang zu dem jeweiligen Versuch. Nach Bru-

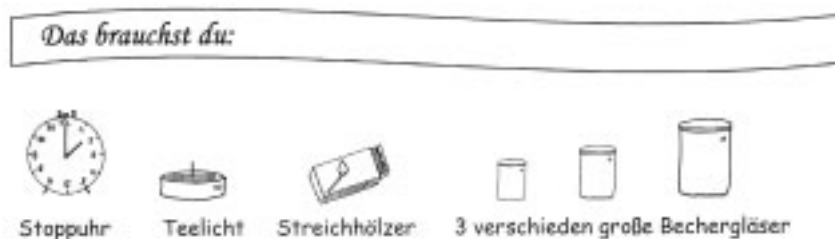


Abbildung 7.10: Benötigte Materialien für den Versuch „Was braucht die Kerze zum Brennen?“.

ner (1971) sind drei Ebenen von fundamentaler Wichtigkeit wenn es darum geht, sich seine Umwelt zu erschließen: Die enaktive, die ikonische sowie die symbolische Ebene.

In der enaktiven Ebene geht es darum, Sachverhalte durch Handlung zu erschließen. „We know many things for which we have no imagery and no words, and they are very hard to teach to anybody by the use of either words or diagrams and pictures“ (Bruner, 1971, S. 10).

Auf der ikonischen Ebene werden Lerngegenstände über konkrete Bilder, Grafiken, Diagramme oder Modelle wahrgenommen und verarbeitet.

Die dritte Ebene, die symbolische, ist eine Repräsentation mit Worten oder Sprache, also das Verstehen auf einer abstrakten oder begrifflichen, nicht an konkrete Vorstellungen gebundenen Ebene.

Diese drei Formen der Repräsentation und Verarbeitung sind nach Bruner vom Schwierigkeitsgrad ausgehend aufeinander aufbauend. Sie müssen sich aber bezüglich eines Lerngegenstandes nicht voneinander ablösen oder einander ersetzen, sondern können parallel zueinander vorhanden sein. Für einen Lerngegenstand in der Grundschule

ist es wichtig, mit der einfachsten Repräsentationsform zu beginnen und auf diese aufzubauen. Aber auch das gleichzeitige Anbieten verschiedener Ebenen ist wichtig, da Kinder in der Grundschule aufgrund ihrer außerschulischen Beschäftigungen fast immer ein unterschiedliches Vorwissen bezüglich des Lerngegenstandes haben.

Für die konkrete Versuchsanleitung ist es wichtig, kurze Arbeitsanweisungen zu geben, damit vor allem jüngere Grundschüler aufgrund mangelnder Lesefähigkeit nicht an der inhaltlichen Erfassung der Anleitungen scheitern (vgl. Abbildung 7.11).

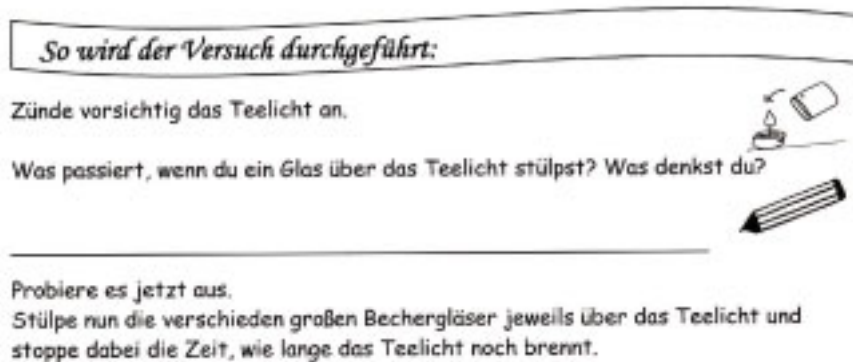


Abbildung 7.11: Anleitung für den Versuch „Was braucht die Kerze zum Brennen?“.

Zu jeder Experimentierbeschreibung wird darüber hinausgehend ein Lösungsblatt für die Lehrkräfte entwickelt, auf dem Vorschläge für eine Ergebnissicherung im Schülerheft festgehalten sind (vgl. Abbildung 7.12).

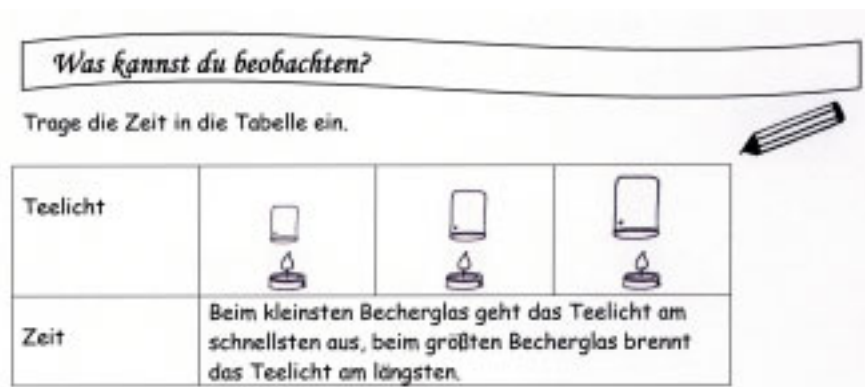


Abbildung 7.12: Mögliche Versuchsbeobachtung für den Versuch „Was braucht die Kerze zum Brennen?“.

7.3.4 Didaktisch-methodisches Material

Zu jedem Themenbereich wird ein didaktischer Kommentar erstellt, dessen Aufbau viergeteilt ist: Es finden sich fachliche, methodische und organisatorische Aspekte sowie eine konkrete Beschreibung der einzelnen Versuche.

Zu Beginn werden fachliche Aspekte zum Thema beschrieben:

Dies geschieht in einem Rahmen, der für fachfremd unterrichtende Grundschullehrkräfte verständlich ist; dass ein Themengebiet dabei nicht erschöpfend behandelt werden kann, ist evident. Bei der Beschränkung wird deshalb darauf geachtet, dass ein allgemeiner Einblick in die Thematik auf einfachem Niveau gegeben wird. Lehrkräfte, die darüber hinaus interessiert sind, müssen sich in Fachbüchern informieren.

Anschließend werden mögliche Schülervorstellungen aufgelistet, die zu dem jeweiligen Themenbereich existieren. Für fachfremd unterrichtende Lehrkräfte ist dies besonders wichtig, denn nur so werden sie für mögliche Probleme, beispielsweise bei der Formulierung des Lernziels oder der Auswertung, sensibilisiert. Außerdem kann die Vorstellung der Schüler als Anlass genommen werden, den Versuch mit den Schülern zu diskutieren und durchzuführen.

Im Anschluss erfolgt der Bezug zu den verbindlichen Experimenten im Bildungsplan 2004 der Grundschule in Baden-Württemberg.

Danach werden die einzelnen Versuche beschrieben und es wird thematisiert, was mit den Versuchen gezeigt werden kann und in welcher Reihenfolge die Versuche sinnvoll durchgeführt werden können.

In einem letzten Punkt erhalten die Lehrkräfte Hinweise, welche Materialien für die einzelnen Versuche selbstständig organisiert und mitgebracht werden müssen. Dabei handelt es sich vor allem um Verbrauchsmaterial oder leicht verderbliche Lebensmittel. An diesen allgemeinen Teil schließt die konkrete Beschreibung der einzelnen Versuche an. Im Anhang ist exemplarisch der komplette didaktische Kommentar mit Arbeits- und Lösungsblättern für den Themenbereich „Feuer“ aufgeführt.

Für die Visualisierung der Versuche wird zudem eine CD erstellt, auf der die benötigten Materialien für die einzelnen Versuche digitalisiert abrufbar sind. Außerdem befinden sich auf der CD sämtliche Arbeitsblätter als Word-Dokument, so dass sie von den Lehrkräften ohne viel Aufwand geändert werden können.

7.3.5 Aufbewahrung des Materials – Die NAWilino-Box

Die für die Versuche benötigten Materialien werden in einfacher Ausfertigung in bunten Kunststoffkisten zusammengestellt (vgl. Abbildung 7.13).

Für jeden Themenbereich wird eine Kiste verwendet. Um in den Kisten Ordnung zu halten und einen einfachen Überblick über fehlende Materialien zu gewährleisten, sind die Kisten mit beschrifteten Aufklebern versehen, die den Inhalt der jeweiligen Kiste aufzeigen (vgl. Abbildung 7.14).



Abbildung 7.13: Die NAWIlino-Box mit 10 Kisten, wobei zwei noch leer sind und von den Lehrkräften für ergänzendes Material genutzt werden können.

7.3.6 Handhabung im Unterricht

Jede Grundschule nicht nur in Baden-Württemberg soll die Möglichkeit bekommen, eine Experimentierbox zu erhalten, die an einem zentralen Ort für alle Kollegen zugänglich aufgestellt werden soll. Wenn ein Lehrer Versuche zu einem Themenbereich durchführen möchte, muss er nur die entsprechende Themenbox in den Unterricht mitnehmen. So ist es möglich, dass mehrere Lehrkräfte gleichzeitig die NAWIlino-Box nutzen können.

Im Unterricht wird die Handhabung so sein, dass die Lehrer die Experimente entweder mit den Schülern im Stuhlkreis gemeinsam durchführen oder als Stationsarbeit aufbauen können (z. B. einen Lernzirkel zu einem Themenbereich).

Die erstgenannte Sozialform eignet sich für die Klassenstufe 1 und 2 besonders gut, da diese Schüler oft noch nicht selbstständig ohne Anleitung der Lehrkraft experimentie-



Abbildung 7.14: Inhalt der Kiste für den Themenbereich Feuer: Tiegelzangen, Bechergläser, Feuerzeugbenzin, Glimmspäne, Porzellanschalen, Brennpfannen, Baumwolltücher, Essig, Backpulver, Pinzetten, Lampenöl, Aluunterlagen, Eisennagel, Eisenwolle, Eisenpulver, Laborlöffel, etc. werden für die Versuche benötigt.

ren, aber bereits einzelne Arbeitsschritte übernehmen können. Außerdem haben viele Schüler dieser Altersstufe noch Probleme mit dem Lesen und können Textinhalte nur schwer erfassen. Aus diesem Grund bietet sich das Experimentieren im Stuhlkreis besonders an. Beobachtungen können dabei direkt am Experiment diskutiert und erklärt werden.

Schüler der dritten und vierten Klasse können mehrere Arbeitsschritte selbstständig durchführen und im Team lösen. Um diese Teamfähigkeit weiter zu schulen, bietet sich wie erwähnt vor allem das Lernen an Stationen in einer Kleingruppe an. Auch hier können unmittelbar am Experiment Diskussionen aufkommen sowie Erklärungsmöglichkeiten formuliert werden. Die Ergebnisse der empirischen Studie belegen darüber hinaus, dass die Lehrkräfte sich diese Art des Herangehens an Experimente wünschen.

Theoretisch ist es auch möglich, dass alle Schüler zur gleichen Zeit den gleichen Versuch bearbeiten, dann allerdings müssen einfach zugängliche Dinge wie Luftballons, Schnur, Sprudelflasche, Becher, ... von den Schülern selbst mitgebracht werden.

7.4 Rückmeldungen aus der Praxis im Sinne der partizipativen fachdidaktischen Aktionsforschung

Im Rahmen einer formativen Evaluation¹ wird ein erster Prototyp der NAWilino-Box an mehreren Stellen einem Praxistest unterzogen. Ziel ist das Finden von Schwachstellen. Ein Vorteil ist, dass für diese Art der Evaluation wenige Versuchspersonen ausreichen (Hesse, 2006).

7.4.1 Kooperation mit dem Staatlichen Seminar für Didaktik und Lehrerbildung Offenburg

Der Prototyp der wie oben beschrieben konzipierten NAWilino-Box wird Referendaren des Staatlichen Seminars für Didaktik und Lehrerbildung Offenburg im Rahmen eines Experimentierworkshops im März 2007 vorgestellt. Dabei ist wichtig, dass die Referendare in einem ersten Schritt über die konzeptionelle Idee informiert werden. Ein wesentlich zentralerer Baustein aber ist das selbstständige Experimentieren. Dafür wird von je zwei Referendaren gemeinsam ein Themenbereich auf die Praxistauglichkeit hin überprüft. Auch werden die Versuchsanleitungen auf ihre Eignung für Grundschulkindern eingeschätzt.

Die angehenden Lehrkräfte sollen nach dem praktischen Arbeiten mittels Fragebogen Rückmeldung geben. Dabei geht es zum einen darum, Stärken/Vorteile/positive Aspekte und Schwächen/Nachteile/negative Aspekte der NAWilino-Box frei zu artikulieren, zum anderen aber auch darum, die Arbeitsblätter, die NAWilino-Box an sich sowie die in den Boxen enthaltenen Materialien zu bewerten (geschlossene Aussagen). Außerdem soll die NAWilino-Box benotet werden.

Positive Aspekte werden vor allem darin gesehen, dass alle Materialien in einer Kiste gesammelt sind und die Aufmachung sehr ansprechend ist. Aber auch die Tatsache, dass die NAWilino-Box bildungsplankonform ist, führt zu positiver Rückmeldung (vgl. Abbildung 7.15).

Negative Aspekte werden darin gesehen, dass nicht alle Experimente von den Schülern selbstständig durchgeführt werden können. Außerdem wird der Kostenfaktor als negatives Kriterium angesehen. Dieser Kritikpunkt ist inzwischen behoben, da trotz

¹ Unter einer formativen Evaluation versteht man jede Evaluationsmaßnahme, deren Ergebnis direkt in die Optimierung des jeweiligen Lehrangebots fließt (Bortz und Döring, 2002).

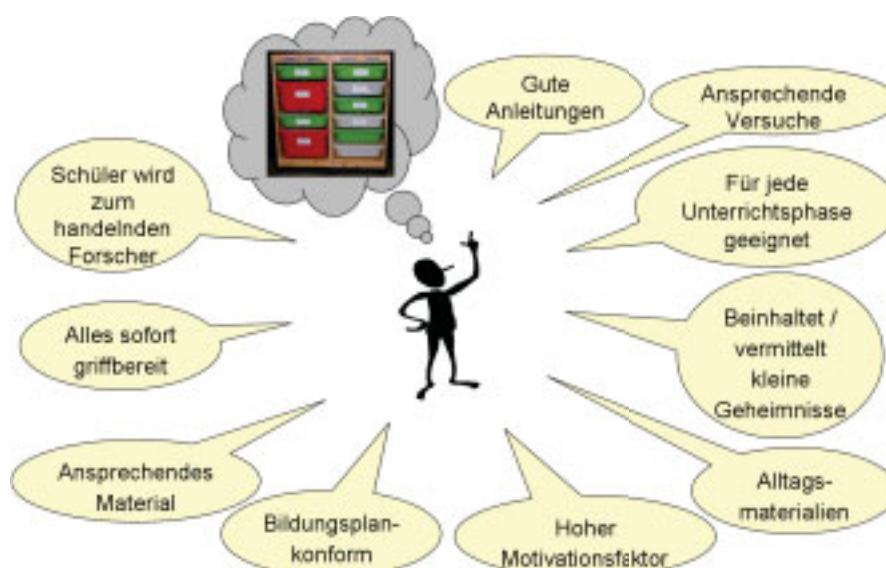


Abbildung 7.15: Positive Rückmeldung der Referendare des Staatlichen Seminars für Didaktik und Lehrerbildung Offenburg.

Vertrieb über die Lehrmittelfirma Hedinger in Stuttgart und einem damit verbundenen Preisanstieg, der Fonds der Chemischen Industrie sich bereit erklärt, Grundschulen bei der Anschaffung der NAWIino-Box zu 100% zu fördern. Zudem sind in der NAWIino-Box Versuche enthalten, die in der Praxis nicht fehlerfrei und konstant funktionieren. Diese Versuche werden in einem nächsten Entwicklungsschritt optimiert bzw. aus dem Repertoire der NAWIino-Box entfernt (z. B. Der Fallschirmwettflug, Schwingende Gläser, Die klingende und schwingende Gabel, Kann man Luft umfüllen?, Der Knall des Luftballons; vgl. Anhang). Ein Versuch wird nach langer Diskussion mit Lehrkräften aus der Box genommen, weil die Erklärung des Versuchs weit über das Verständnis von Grundschulkindern hinaus geht (Der „verschwundene“ Punkt; vgl. Anhang).

Bezüglich der Stellungnahme zu konkreten Aussagen zur NAWIino-Box (vgl. Abbildung 7.16) kann festgehalten werden, dass die Referendare die NAWIino-Box sehr positiv einschätzen. Als bedenkenswert geben sie an, dass die Materialien nicht komplett frei von Gefahrstoffen sind (u. a. ist Benzin in der Box enthalten). Auch die Formulierung der Arbeitsblätter sowie deren Gestaltung sind aus Sicht der angehenden Lehrkräfte noch nicht zufriedenstellend.

In einem letzten Punkt werden die Referendare gebeten, die NAWIino-Box zu bewerten. Als Durchschnittsnote erhält die NAWIino-Box eine 1,9 (SD=.14), wobei die Referendare recht homogen zwischen 1,75 und 2,0 bewerten.

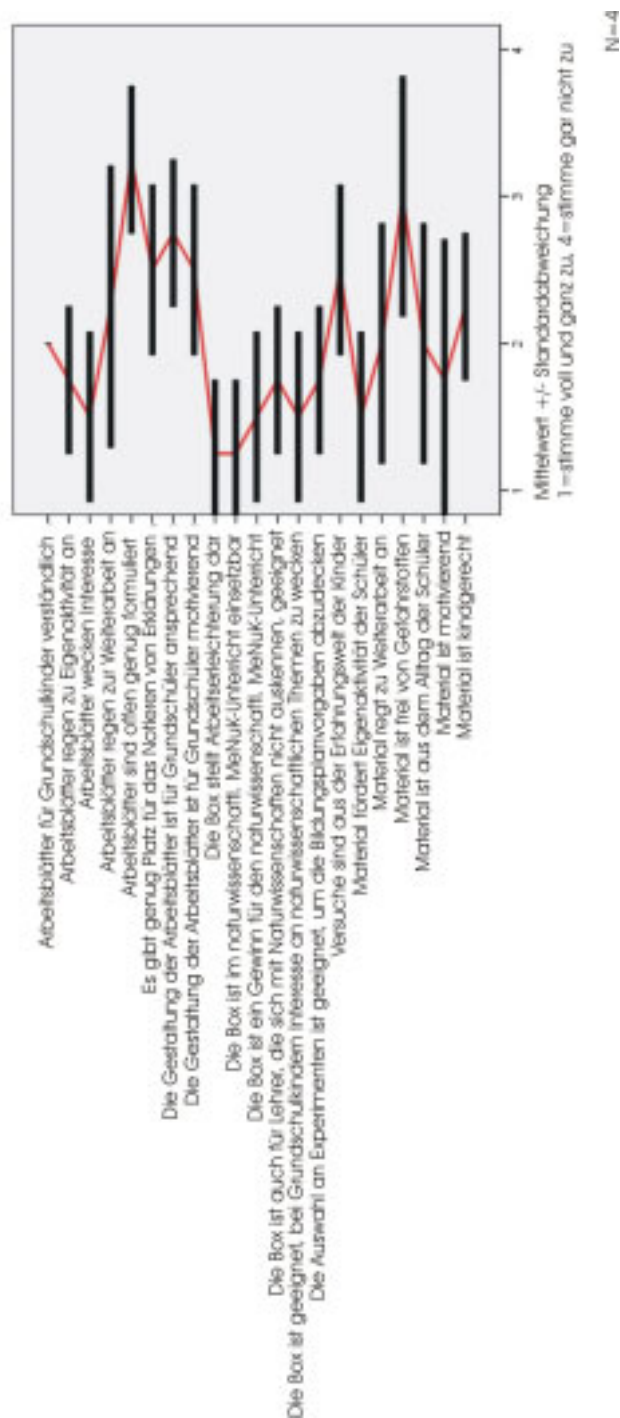


Abbildung 7.16: Stellungnahme der Referendare zu den Arbeitsblättern, der NAWIilino-Box an sich sowie zu dem verwendeten Material.

Diese Rückmeldungspunkte werden aufgenommen. Die überarbeitete Version der NAWilino-Box sowie der Arbeitsblätter wird Grundschullehrkräften einer Freiburger Grundschule vorgestellt.

7.4.2 Kooperation mit der Clara-Grunwald-Grundschule Freiburg

Im Rahmen einer Lehrerkonferenz wird den Grundschullehrkräften der Clara-Grunwald-Grundschule Freiburg, die das Fach MeNuK unterrichten, die NAWilino-Box vorgestellt. Auch hier steht neben der Information über die Entstehungsgeschichte der NAWilino-Box das selbstständige Experimentieren im Vordergrund. Erneut werden die Lehrkräfte gebeten, sämtliche Gedanken sowohl zu den Experimenten als auch zu den Versuchsvorschriften anzugeben.

Die positiven Rückmeldungen der Lehrkräfte der Clara-Grunwald-Grundschule (vgl. Abbildung 7.17) stimmen im Wesentlichen mit denen überein, die schon von den Referendaren des Staatlichen Seminars für Didaktik und Lehrerbildung Offenburg rückgemeldet werden. Erneut wird die NAWilino-Box als motivierend angesehen, außerdem wird als klarer Vorteil herausgestellt, dass die Materialien in einem Regal zusammengestellt sind und das Zusammensuchen an mehreren Orten entfällt. Das wichtigste ist jedoch, dass die Lehrkräfte die Ansicht vertreten, dass durch die Box Berührungsängste mit den Naturwissenschaften vermieden werden können.



Abbildung 7.17: Positive Rückmeldung der Lehrkräfte der Clara-Grunwald-Grundschule.

Als Schwäche der Box wird gesehen, dass Dinge wieder eingeräumt, gereinigt, ... werden müssen. Das Aufräumen muss also geregelt werden. Meines Erachtens ist dies

ein Aspekt, der generell Arbeitsmaterialien betrifft, die von mehreren Personen genutzt werden und somit nicht NAWilino-Box-spezifisch ist. Dennoch müssen Lehrkräfte an den Schulen für diesen Aspekt eine Lösung finden, damit langfristiges Arbeiten mit der NAWilino-Box möglich ist.

Außerdem werden auch von den Lehrkräften der Clara-Grunwald-Grundschule zu einigen Versuchsanleitungen Formulierungsalternativen angesprochen, die danach diskutiert und umgesetzt werden.

Erneut wird auch eine Stellungnahme der Lehrkräfte zu den unterschiedlichen Aspekten Arbeitsblätter, Material sowie NAWilino-Box an sich erbeten (vgl. Abbildung 7.18).

Es zeigt sich, dass die Rückmeldungen positiver geworden sind. Daraus kann man ableiten, dass die Fortentwicklungsarbeiten an der NAWilino-Box erfolgreich sind. Die NAWilino-Box entwickelt sich den Erwartungen und den Anforderungen der Lehrkräfte konform weiter.

In einem letzten Schritt werden auch die Lehrkräfte der Clara-Grunwald-Grundschule gebeten, die NAWilino-Box zu benoten. Im Durchschnitt bekommt die Box eine 1.56 (SD=.73), wobei 77,7% der Lehrkräfte die NAWilino-Box entweder mit 1 oder 1,5 benoten.

Um die NAWilino-Box einem breiten Interessentenkreis vorzustellen, werden in einem weiteren Schritt Lehrerfortbildungen durchgeführt, an deren Ende die Lehrkräfte die NAWilino-Box für den Einsatz im Unterricht zur Verfügung gestellt bekommen. Auch bei der Erstellung dieses Fortbildungskonzepts sind die Lehrkräfte und ihre selbst geäußerten Bedürfnisse Richtschnur des Handelns, so dass erneut die Richtlinien der partizipativen fachdidaktischen Aktionsforschung berücksichtigt werden.

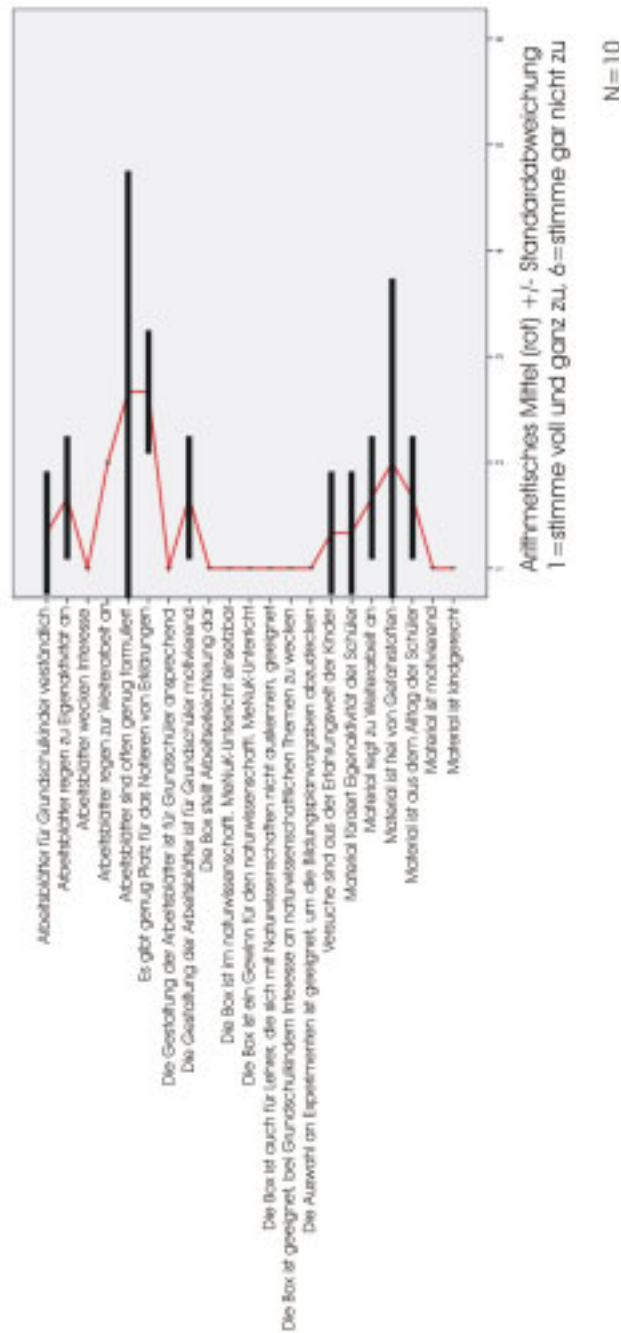


Abbildung 7.18: Stellungnahme der Lehrkräfte der Clara-Grunwald-Grundschule zu unterschiedlichen Aspekten der NAWIino-Box.

8 Lehrerfortbildungen

„Entscheidende Bedingungen für einen bildungswirksamen Sachunterricht sind die didaktischen, methodischen und fachlichen Kompetenzen von Lehrerinnen und Lehrern, die Sachunterricht vorbereiten, durchführen und analysieren.“

(GDSU, 2002, S. 29)

8.1 Die Bildungsplanreform und Auswirkungen auf die Anforderungen an die Person des Lehrers

Durch die Bildungsplanreform in Baden-Württemberg kommen auf die Lehrkräfte erheblich größere Aufgaben zu.

Nicht nur im naturwissenschaftlichen Unterricht ist es ihre Aufgabe, das Thema sachlich zu analysieren, Vorkenntnisse der Schüler zu eruieren, eine geeignete Lernumgebung bereitzustellen, Inhalte bewusst auszuwählen und mit geeigneten Lehr- und Lernmaterialien auszukleiden. Auch sollen die Schüler immer wieder angeregt werden, sich mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen intensiv auseinander zu setzen. Die Aufgabe einer versierten Lehrperson ist es dabei, die Aktivitäten und den Lernprozess der Schüler zu beobachten und notwendige Impulse zu geben (Möller, 2004). Dafür sind hinreichende didaktische und lernpsychologische Kenntnisse der Lehrkräfte unumgänglich; weiter ist eine fachwissenschaftliche und fachdidaktische Vertrautheit mit naturwissenschaftlichen Inhalten nötig, um diesen geforderten motivierenden und aktivierenden Unterricht gewährleisten zu können.

Daraus resultiert aber auch, dass ein dringender Handlungsbedarf dahingehend besteht, die Grundschullehrerausbildung so zu verändern, dass diese den Anforderungen entsprechend adäquat ausgebildet werden. Angehende Grundschullehrer müssen in Zukunft verstärkt Grundlagenwissen in den „harten“ Naturwissenschaften im Rahmen ihres Studiums erwerben und dieses im Vorbereitungsdienst fachdidaktisch angemessen in die Unterrichtsgestaltung integrieren lernen. Aber auch bei Lehrerfortbildungen muss verstärkt auf naturwissenschaftliche Themen eingegangen werden. Es müssen Fortbildungen auch auf einfachstem Niveau angeboten werden, in denen Lehrkräfte Theorie und Praxis einer naturwissenschaftlich ausgerichteten Unterrichtskonzeption erlernen können, um diese dann in ihren Unterricht zu integrieren.

8.2 Dimensionen einer Lehrerfortbildung

Wenn man über Lehrerfortbildungen spricht, ist damit meistens die klassische Form gemeint: Lehrkräfte unterschiedlicher Schulen kommen an einem oder mehreren Terminen außerhalb der Schule zusammen. Für diesen Zeitraum erfolgt eine Beurlaubung seitens der Schulaufsichtsbehörde sowie eine Erstattung der Kosten (im überwiegenden Fall die Erstattung der Fahrtkosten). Diese Art der Fortbildung bezeichnet man als schulexterne Fortbildung. Schulinterne Fortbildungen sind all die Aktivitäten, die innerhalb eines Kollegiums organisiert werden.

Von diesen dienstlich anerkannten Fortbildungen werden die privat wahrgenommenen Fortbildungen unterschieden: Teilnahme an Volkshochschulkursen, Besuche von Messen, Ausstellungen, Bildungsreisen, etc. Wichtig ist, dass dabei ein Bezug zum Beruf gegeben sein muss.

In Abbildung 8.1 sind die unterschiedlichen Fortbildungstypen graphisch dargestellt:

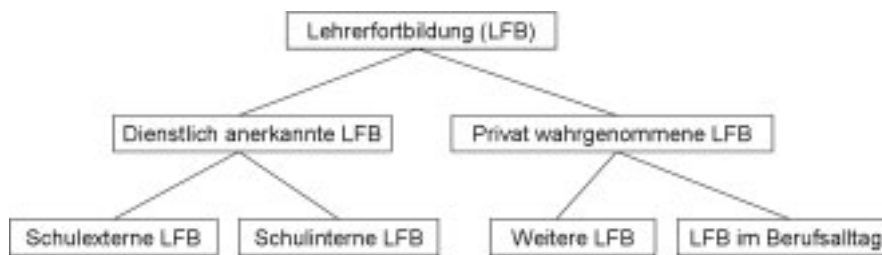


Abbildung 8.1: Dimensionen der Lehrerfortbildung, nach Wolf u. a. (1999).

8.3 Anforderungen seitens der Lehrkräfte an eine Fortbildung

Professionelles Lehrerwissen umfasst nicht nur fachliches und curriculares Wissen, sondern auch pädagogisches Wissen, Handlungsrountinen, analytische und reflexive Fähigkeiten sowie Überzeugungen und Einstellungen (Lipowsky, 2004). In all diesen Bereichen muss auch eine Grundschullehrkraft ausgebildet sein, um naturwissenschaftliche Inhalte adäquat unterrichten zu können. Bestehen aufgrund einer mangelhaften oder mangelnden Ausbildung Defizite, muss die Lehrperson die Möglichkeit haben, diese beispielsweise bei Lehrerfortbildungen zu beheben.

Die Teilnahme an Fortbildungen ist unterschiedlich geregelt: In Bayern beispielsweise sind seit 2002 Lehrerfortbildungen Pflicht. Innerhalb von vier Jahren müssen Lehrkräfte zwölf Fortbildungstage absolvieren (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2002). Und auch das nordrhein-westfälische Schulverwaltungsgesetz verpflichtet die Lehrkräfte, an Fortbildungen teilzunehmen, auch in der unterrichtsfreien Zeit. Eine für diese Fortbildungen vorgegebene Stundenzahl wird allerdings nicht genannt (Forum

Schule, 2008).

In Baden-Württemberg sind Lehrkräfte verpflichtet, ihre berufsspezifischen Kompetenzen zu erhalten und weiter zu entwickeln. In welcher Form dies geschehen soll, wird nicht angegeben. Der Schulleiter kann aber in begründeten Fällen eine Lehrkraft verpflichten, an einer bestimmten Fort- bzw. Weiterbildung teilzunehmen (VBE, 2006).

Fragt man Lehrkräfte, welche Anforderungen sie an eine Lehrerfortbildung haben, so erhält man ein sehr differenziertes Bild:

In einem ersten Punkt wird vor allem auf den Unterrichtsbezug verwiesen (Haenisch, 1994). In einer groß angelegten Studie in Hessen, bei der 303 Grundschullehrkräfte über ihre Fortbildungsteilnahme sowie ihre Erwartungen an eine Fortbildung befragt werden, zeigt sich, dass es nicht nur wichtig ist, dass das Thema sich ohne viel zusätzlichen Arbeitsaufwand in den Unterricht integrieren lässt; auch die Art der Darbietung des Fortbildungsgegenstands ist wichtig (Graudenz u. a., 1995). Die Lehrkräfte wünschen sich eine aktive Beteiligung an der Fortbildung. Diese kann sich darin zeigen, dass eigene Unterrichtserfahrungen eingebracht werden können oder auch dass gemeinsam Handlungsmuster für den Unterricht erarbeitet werden. Dies ist vor allem wichtig, weil somit eine Umsetzbarkeit des Gelernten in den Unterricht thematisiert wird und die Lehrkräfte auch didaktisch-methodische Anregungen erhalten. Insgesamt soll die Fortbildung also darauf hinzielen, die unterrichtsfachlichen Kenntnisse zu erweitern (Graudenz u. a., 1995). Dieser Transfer in die Unterrichtspraxis wird als besonders günstig beurteilt, wenn ein Informationsaustausch und mögliche Kooperationen mit Kollegen auch nach der Fortbildung Bestand haben (Lipowsky, 2004).

Dies weist auf einen weiteren wichtigen Punkt hin, der bei der Planung einer Lehrerfortbildung aus Sicht der Teilnehmer nicht vernachlässigt werden darf – der Teilnehmerkreis. Lehrkräfte wünschen die Möglichkeit, sich im Teilnehmerkreis auszutauschen. Oftmals ist die Teilnehmerzahl aber viel zu hoch, daher bevorzugen Lehrkräfte Fortbildungen in Kleingruppen. Am besten wirkt es, wenn Lehrkräfte gemeinsam mit ihren Kollegen an der Fortbildung teilnehmen können. Dies hat einen sehr positiven Einfluss auf den Erfahrungsaustausch und die Umsetzung im Unterricht (Graudenz u. a., 1995). Aber auch bezüglich der Dauer einer Fortbildung gibt es seitens der Lehrkräfte genaue Vorstellungen. So werden eintägige Kurse präferiert. Abgelehnt werden Fortbildungen am Wochenende oder in kleineren Ferien (Graudenz u. a., 1995). Ein weiterer wesentlicher Punkt, auf den meines Erachtens oftmals nur wenig Wert gelegt bzw. der oftmals komplett vernachlässigt wird, ist die Lernatmosphäre.

Die Räumlichkeiten müssen ausreichend belichtet und gelüftet sein. Es muss für jeden Teilnehmer ein Sitzplatz mit Tisch zur Verfügung stehen. Wenn die Fortbildung mehrere Stunden geht, muss es darüber hinaus möglich sein, etwas zu Trinken bzw. eine Kleinigkeit zu Essen erwerben zu können.

In einer US-amerikanischen Studie (Garet u. a., 2001) lassen sich diese Kriterien replizieren, so dass die Kooperation zwischen Lehrkräften, die Möglichkeit zum aktiven Lernen, die Dauer der Fortbildungsmaßnahme sowie die inhaltliche und didaktische

Ausrichtung der Fortbildung als wichtige Parameter für das Kompetenzzempfinden von Lehrkräften angesehen werden können.

Auch in der Studie aus Kapitel 6 werden diese Kriterien als zentral herausgestellt (vgl. Abbildung 8.2). Allerdings legen bei den von mir befragten Lehrkräften nur knapp ein Drittel Wert auf Austausch mit Kollegen.

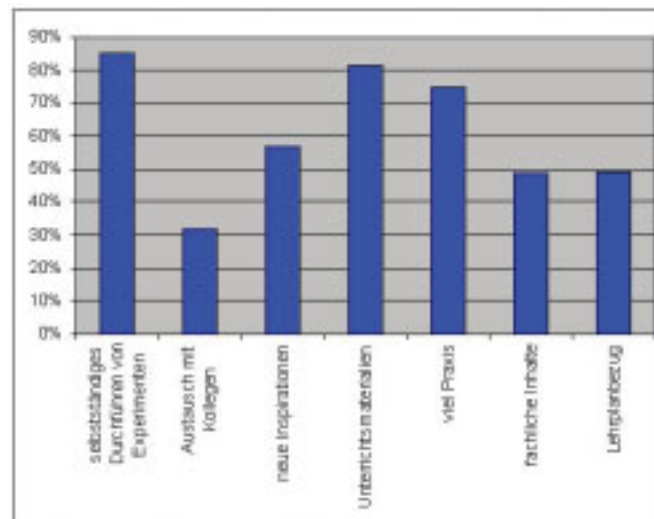


Abbildung 8.2: Anforderungen seitens der Lehrkräfte an eine Lehrerfortbildung.

8.4 Effektive Lehrerfortbildungen gestalten

Tatsache ist, dass viele entwickelten konzeptionellen Ansätze wie Unterrichtsvorschläge, -konzeptionen, -arrangements oder -medien die Schulpraxis nicht erreichen, weil sie nicht entsprechend nachhaltig verbreitet werden. Sicherlich liegt dies auch daran, dass die Auswirkungen und der nachweisliche Nutzen dieser Neuentwicklungen nur selten belegt werden und Erkenntnisse empirischer Lehr- und Lernforschung nur in geringem Maße in die Entwicklung dieser neuen Ansätze einfließen (Eilks und Ralle, 2002).

Eine Möglichkeit der Verbreitung ist das Anbieten von Fortbildungen, bei denen interessierte Lehrkräfte in die Konzeption eingewiesen werden. Aber wie wird eine effektive Fortbildung gestaltet?

Lehrerfortbildungen werden hinsichtlich Qualität, Wirkung und Wirksamkeit bisher noch nicht ernsthaft evaluiert und sind somit weitestgehend unerforscht (Terhart, 2003). Meines Erachtens liegt dies sicherlich auch daran, dass Lehrerfortbildungen ein weites Feld sind und die Operationalisierung der unterschiedlichen Konstrukte schwer ist. Grundsätzlich ist zu fragen, *welche* Wirkungen sich überhaupt *wie* messen lassen. Es

zeigt sich, dass vier Dimensionen in Betracht gezogen werden sollen, damit eine Fortbildung als gut angesehen werden kann: Neben der Stoffbeherrschung müssen die Lernbereitschaft, die Lernunterstützung sowie die Atmosphäre während der Fortbildung mit berücksichtigt werden (Reischmann, 2003).

Bei der **Stoffbeherrschung** geht es aber nicht nur darum, dass die Lehrkräfte eine subjektive Einschätzung des Erfolgs haben. Eine weitere Dimension ist, dass diese verbesserte Einschätzung der eigenen Fähigkeiten oder des eigenen Wissens auch objektiv messbar ist und sich als praktische Anwendung im Unterricht wiederfindet.

Für den Aspekt der **Lernbereitschaft** gilt es, durch die Fortbildung ein allgemeines, positives Gefühl gegenüber Weiterbildungen aufzubauen und den Lehrkräften aufzuzeigen, welche Konsequenzen sich aus der Kurserfahrung auf tun können. Oftmals ist hier ein Anwendungsbezug sehr gut. Auch muss bei einer guten Fortbildung darauf Wert gelegt werden, dass das „Lernen lernen“ auch bei den Lehrkräften weiter gefördert wird.

Für die Dimension der **Lernunterstützung** muss gelten, dass die Fortbildungsteilnehmer den Lernprozess als leicht, schnell und angenehm empfinden sowie dabei vom Kursleiter unterstützt werden. Der Fortbildungsleiter muss stets bemüht sein, einen Bezug zum Lernenden herzustellen und diesen in seinem Lernprozess zu unterstützen. Methodische Gestaltungselemente können dabei sehr hilfreich sein.

Die **Atmosphäre** bei einer Fortbildung ist ein weiterer wichtiger Bestandteil. Sowohl zwischen den Teilnehmern als auch zwischen Teilnehmer und Fortbildungsleitung soll partnerschaftliches Helfen aufgebaut werden. Das Wichtigste aber ist, dass der Leiter der Fortbildung persönlich echt wirkt und den Teilnehmern das Gefühl vermittelt, hinter der Thematik der Fortbildung zu stehen.

Neben diesen vier Dimensionen gibt es aber auch zahlreiche weitere Faktoren, die auf die Qualität einer Fortbildung Einfluss nehmen und damit über Erfolg oder Misserfolg entscheiden. Auf diese kann der Fortbildungsleiter aber nur begrenzt bzw. gar nicht Einfluss nehmen. Dies sind äußere Rahmenbedingungen wie beispielsweise der Ort, die Zeit sowie der Raum, aber ebenso der Lernstoff mit seiner Schwierigkeit und seinem Umfang. Auch die Teilnehmer haben Einfluss auf die Qualität einer Fortbildung durch Vorwissen, ihre Bereitschaft zur Mitarbeit, ihr Lerninteresse sowie ihre Stimmungen und Launen (Reischmann, 2003).

Im Vergleich zeigt sich, dass die Anforderungen seitens der Lehrkräfte an eine Fortbildung deckungsgleich sind mit den Kriterien, die eine effektive Fortbildung ausmachen.

8.5 Praxisorientierte Lehrerfortbildungen zur Arbeit mit der NAWilino-Box

„Theorie und Experiment, sie gehören zusammen, eines ohne das andere bleibt unfruchtbar. Theorien ohne Experimente sind leer, Experimente oh-

ne Theorie sind blind. Darum fordern beide, Theorie und Experiment, mit gleichem Nachdruck, die ihnen gebührende Beachtung.“

Max Planck (1859-1947)

Um den Grundschullehrkräften die Ängste vor chemischen und physikalischen Experimenten zu nehmen und sie zu befähigen, auch in ihrem Unterricht mit Freude und Erfolg Grundschulkinder an Chemie und Naturwissenschaften heranzuführen, wird im Rahmen der hier vorliegenden Arbeit ein spezielles Fortbildungskonzept erarbeitet. Die an der Pädagogischen Hochschule in Freiburg dreimal halbtags stattfindende Fortbildung beinhaltet sowohl Theorie- als auch Praxisanteile, damit die Lehrkräfte hinreichend für das Arbeiten mit der NAWilino-Box im Unterricht vorbereitet sind.

An jedem Fortbildungsnachmittag werden zwei bis drei der insgesamt acht Themengebiete der NAWilino-Box behandelt, so dass nach der gesamten Fortbildung alle Themenbereiche behandelt sind. Es wird konkret so vorgegangen, dass die Lehrkräfte in einem ersten Schritt im Labor selbst tätig werden und alle Versuche zum entsprechenden Themenbereich selbst experimentell erarbeiten. Dabei werden sie von der Fortbildungsleitung unterstützt. Somit steht ein Ansprechpartner zur Verfügung, der praktische Tipps geben kann, auf Fehlerquellen hinweist sowie für Diskussionen direkt am Experiment zur Seite steht.

Im anschließenden Theorieteil stehen sowohl fachwissenschaftliche als auch fachdidaktische Aspekte auf dem Programm. In einem kurzen Impulsreferat in Form einer Powerpoint-Präsentation wird mit den Lehrkräften die den Versuchen zugrunde liegende Theorie erarbeitet. In einem sich anschließenden Gespräch wird über Möglichkeiten der Umsetzung des Themenbereichs im Unterricht diskutiert. Dabei werden von Seiten der Fortbildungsleitung sowohl Impulse gegeben als auch ein Austausch unter den Grundschullehrkräften angeregt.

Nach jeder theoretischen sowie praktischen Erarbeitung eines Themenbereichs findet eine Pause statt, so dass eine lernpsychologisch notwendige Abwechslung zwischen Lernen und Entspannen gegeben ist. Außerdem haben die Lehrkräfte in der Pause noch einmal die Möglichkeit, miteinander ins Gespräch zu kommen und sich auszutauschen. Organisatorisch ist dabei zu erwähnen, dass die Lehrer in Teams von zwei bis drei Kollegen aus einer Schule zur Fortbildung kommen. Dies hat den Vorteil, dass die Lehrkräfte auch nach der Fortbildung einen Diskussionspartner haben, der die Fortbildung besucht hat. Zudem sollen die Lehrer als Multiplikatoren fungieren und die Kollegen, die nicht an der Fortbildung teilgenommen haben, in die Arbeit mit der NAWilino-Box einweisen. Um dies zu ermöglichen, bekommen die Lehrkräfte nach der Fortbildung die Präsentationen, die während der Fortbildung benutzt werden, auf CD für ihre Arbeit an der Schule. Nach den drei Fortbildungsnachmittagen erhalten die Lehrkräfte zudem die NAWilino-Box für den Einsatz im Unterricht.

8.6 Rückmeldung zum entwickelten Fortbildungskonzept

Um sowohl das Fortbildungskonzept zu evaluieren als auch um die nach Rückmeldungen von Referendaren und Grundschullehrkräften überarbeitete NAWilino-Box zu erproben, wird im Rahmen einer Pilotstudie eine erste Lehrerfortbildung angeboten. Insgesamt nehmen 13 Lehrkräfte aus drei Schulen an dieser Fortbildung teil.

Im Rahmen dieser Fortbildung sind folgende Aspekte von zentraler Bedeutung: Das selbstständige Experimentieren mit der NAWilino-Box sowie das Thematisieren von Umsetzungsmöglichkeiten im Unterricht. Zusätzlich sollen die Lehrkräfte die Möglichkeit erhalten, sich fachwissenschaftlich mit den einzelnen Themenbereichen auseinander zu setzen. Ein weiterer zentraler Punkt wird darin gesehen, das Fortbildungskonzept einmal zu durchlaufen und Rückmeldungen der Lehrkräfte zu erhalten. So werden am Ende der Fortbildungsveranstaltung die Anregungen, Wünsche und Kommentare der Lehrkräfte ausgewertet.

Die Lehrkräfte werden dabei zu vier Bereichen befragt: Zum einen, inwiefern sie von der Fortbildung profitieren, in einem weiteren Punkt über die theoretische Phase der Fortbildung, über die praktische Phase und zuletzt über den Referenten der Fortbildung. In Abbildung 8.3 sind die Rückmeldungen der Lehrkräfte dargestellt.

Diese formative Evaluation erweist sich als sehr positiv: Bezüglich der theoretischen Phase, in der die fachliche Klärung der Versuchsinhalte stattfindet und in der über Umsetzungsmöglichkeiten im Unterricht diskutiert wird, äußern sich die Lehrkräfte sehr zufrieden. Aber auch die praktische Phase wird sehr positiv bewertet. Schließlich wird auch der Referent im Anschluss an die drei Fortbildungsnachmittage von den Lehrkräften positiv evaluiert.

In einem letzten Schritt sollen die Lehrkräfte formulieren, was ihnen gut bzw. nicht gut an der Fortbildung gefällt. Abbildung 8.4 veranschaulicht, dass sowohl der Praxisbezug, der sich darin äußert, dass die Lehrkräfte selbst experimentell tätig werden, als auch die Tatsache, dass naturwissenschaftliche Grundlagen besprochen werden, von den Lehrkräften positiv gesehen werden.

Als negativ an der Lehrerfortbildung wird angesehen, dass der Zeitaufwand von vier Stunden nach einem sechsstündigen Unterrichtsvormittag enorm ist und dass dadurch bedingt die Konzentration in der letzten Fortbildungsphase nicht mehr gegeben ist. Dieser Kritikpunkt wird dahingehend verbessert, dass das Fortbildungsprogramm für zukünftige Termine auf drei Stunden pro Nachmittag gestrafft wird.

Hinsichtlich der Rückmeldungen wird die NAWilino-Box ein letztes Mal optimiert.

Insgesamt sind somit an vier Stellen (angehende) Lehrkräfte und ihre praxisorientierten Wünsche und Professionsvorstellungen an der Konzeption der NAWilino-Box beteiligt. Sowohl vor der Entwicklung als auch während der Entwicklung sind die Anregungen der Lehrkräfte und ihre Bedürfnisse aus der Praxis Motor bei der Entwicklungsarbeit der NAWilino-Box.

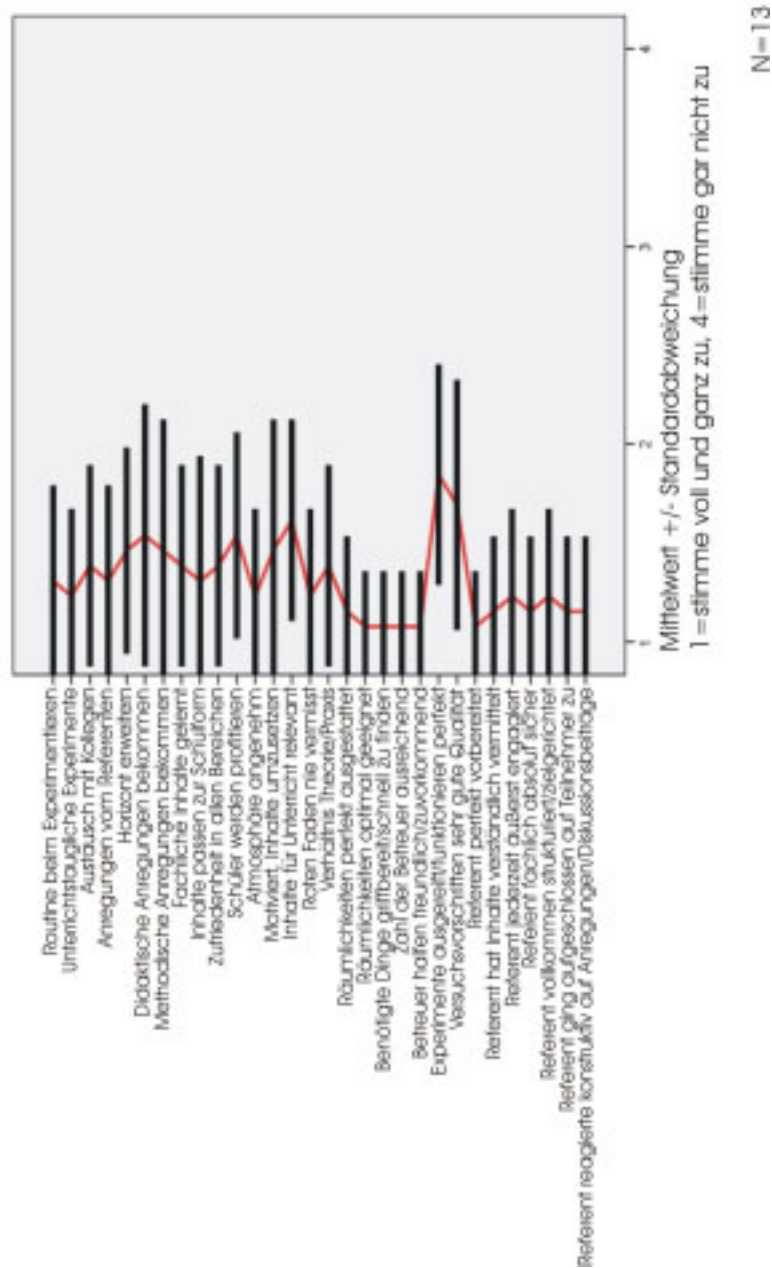


Abbildung 8.3: Bereiche, in denen die Lehrkräfte von der Fortbildung profitieren, sowie Rückmeldungen zur Lehrerfortbildung.



Abbildung 8.4: Punkte, die den Lehrkräften gut an der Fortbildung gefallen.

9 Empirie II

Primäres Forschungsanliegen dieser Dissertation ist die Überprüfung einer möglichen Veränderung in der Selbstwahrnehmung der Lehrkräfte hinsichtlich ihrer naturwissenschaftlichen Kompetenzen. Um die Wirksamkeit und Nachhaltigkeit des Fortbildungskonzepts in Kombination mit der NAWilino-Box zu prüfen, wird eine Langzeituntersuchung durchgeführt.

Die Überprüfung dieser Fragestellung stellt eine Produktevaluation oder summative Evaluation dar. Darunter versteht man die Analyse eines Produkts in Bezug auf das Erreichen der gesetzten Ziele (Bachmaier, 2007) und die abschließende Bewertung einer Bildungsmaßnahme (Scriven, 1972). Als Messinstrument wird im Rahmen dieser Evaluation ein Fragebogen als eine klassische Methode aus dem Bereich der quantitativen Sozialforschung eingesetzt. Dieser Fragebogen wird im Rahmen dieser Arbeit selbst konzipiert.

Als Studiendesign wird eine experimentelle Fragebogenuntersuchung mit randomisiertem Prä-Post-Kontrollgruppendesign und zusätzlichen Follow-up-Messungen gewählt. Damit ist es möglich, Kausaleffekte nachzuweisen.

9.1 Fragestellung

Folgende Forschungsfragen stehen bei der empirischen Erhebung im Vordergrund:

- Bewirkt die Teilnahme an den Lehrerfortbildungen eine positive Veränderung des Selbstkonzepts in fachwissenschaftlicher, fachdidaktischer und experimenteller Hinsicht?
- Werden naturwissenschaftliche Themenfelder nach der Fortbildung vermehrt thematisiert und vor allem experimentell erarbeitet?
- Bietet die NAWilino-Box dabei eine Arbeitserleichterung und Unterstützung?
- Wird naturwissenschaftlicher Unterricht mit Experimenten von den Grundschullehrkräften besser bewertet als ein Vorgehen ohne experimentelle Erarbeitung?
- Führt die gemeinsame Teilnahme in Teams an den Lehrerfortbildungen zu einer verstärkten Kooperation und Unterstützung im Kollegium?

9.2 Wahl der Forschungsrichtung

Um auf die oben thematisierten Forschungsfragen eine Antwort zu bekommen, eignet sich das quantitative Vorgehen. Somit ist es möglich, Zusammenhänge zu ermitteln, eine große Stichprobe zu untersuchen und damit repräsentative Ergebnisse zu erhalten (zur Wahl der Forschungsrichtung vgl. Kapitel 6.1).

9.3 Erhebungsinstrumentarium

Auch für diese empirische Untersuchung wird aufgrund der Zeitökonomie ein Fragebogen (vgl. Abbildung 9.1) als Messinstrument verwendet (zur Wahl des Messinstruments vgl. Kapitel 6.2). Dieser wird in Zusammenarbeit mit der „Abteilung für Forschungsmethoden“ an der Pädagogischen Hochschule in Freiburg optimiert.

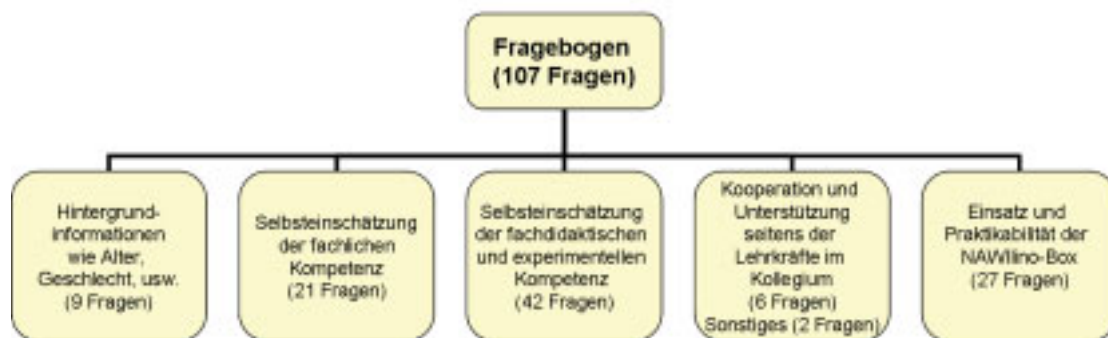


Abbildung 9.1: Struktur des eingesetzten Fragebogens.

Der Fragebogen ist in fünf Bereiche gegliedert und enthält insgesamt 107 Fragen. Vier dieser Teilbereiche sollen von allen befragten Grundschullehrkräften beantwortet werden, der fünfte nur von den Lehrkräften, die im November 2007 an der Fortbildung teilnehmen.

Teil 1 des Fragebogens besteht aus neun Fragen und betrifft Hintergrundinformationen. Es geht dabei um Angaben zur Person wie Geschlecht, Alter, Jahre im Schuldienst, studierte Fächer, usw.

In Teil 2 des Fragebogens wird mit 21 Fragen die Selbsteinschätzung der fachlichen Kompetenzen zum Unterrichten naturwissenschaftlicher Inhalte in der Grundschule erhoben.

Im dritten Teil geht es um die Selbsteinschätzung der fachdidaktischen sowie experimentellen Kompetenz. Hierfür werden 42 Items formuliert. Dabei prüfen 9 Fragen (Item e_5 bis e_13) die Kenntnisse über lehrplanrelevante Experimente ab. Sie werden

aus diesem Grund später auch zu einem Faktor (Faktor EXP; vgl. S. 151) zusammengefasst.

Der vierte Teil thematisiert mit sechs Fragen die Kooperation an den Schulen und die Unterstützung seitens von Kollegen. Außerdem sollen die Lehrkräfte ihren eigenen MeNuK-Unterricht benoten sowie angeben, ob sie zwischen den einzelnen Messzeitpunkten eine Fortbildung besuchen (2 Fragen).

Der fünfte Teil, der nur von den Lehrern der Experimentalgruppe zu den letzten drei Messzeitpunkten (vgl. Abbildung 9.2) ausgefüllt wird, enthält 27 Fragen zum Einsatz und zur Praktikabilität der NAWilino-Box.



Abbildung 9.2: Die fünf Messzeitpunkte der empirischen Untersuchung.

Die Bedeutung subjektiver Theorien für das pädagogische und didaktisch-methodische Handeln von Lehrern ist inzwischen als erwiesen anzusehen. Daraus folgt die Annahme, dass einer Veränderung von Handeln eine Veränderung der subjektiven Theorien vorausgehen muss. Soll also Lehrerhandeln verändert werden, muss in einem ersten Schritt das Lehrerd Denken verändert werden. „Bevor sich Veränderungen im konkreten unterrichtlichen Handeln zeigen können, müssen sie im Kopf des Handelnden geschehen“ (Patry und Gastager, 2002, S. 59).

Auch Bandura (1977, 1992) sieht in dieser Selbsteinschätzung einen sehr wichtigen Faktor: Eine Lehrkraft muss sich selbst in der Lage sehen, zielführend zu handeln (self-efficacy expectancy), da Menschen nur dann bestimmte Handlungen oder Aktivitäten ausüben, wenn sie überzeugt sind, Handlungsstrategien zur Verfügung zu haben. Damit naturwissenschaftliches Lernen im Sachunterricht stattfinden kann, müssen die Lehrkräfte von sich aus die Überzeugung haben, diesen angemessen planen und durchführen zu können. Konkret geht es darum, dass Lehrkräfte sich zutrauen müssen, je nach Vorwissen und Interesse der Schüler entsprechende Lernangebote bereitzustellen sowie naturwissenschaftliche Inhalte fachwissenschaftlich korrekt zu vermitteln.

Die Antwortkategorien sind vorgegeben. Die Lehrkräfte können den Grad ihrer Zustimmung zu den einzelnen Items auf einer vierstufigen Likert-Skala von *1 = stimme gar nicht zu* bis *4 = stimme voll und ganz zu* angeben. Es wird davon ausgegangen, dass die Aussagen der Lehrer dabei auf dem Selbstkonzept basieren, das die Lehrer von sich selbst haben. Zu allen Messzeitpunkten wird der gleiche Fragebogen eingesetzt.

Der Fragebogen ist so konzipiert, dass die Lehrer ihn in 15-20 Minuten ausfüllen können.

9.3.1 Generierung des Itempools

Der Itempool wird im Rahmen einer Expertenbefragung von Chemie-Fachdidaktikern erstellt. Im Rahmen dieser Expertenbefragung geht es darum, das Themenfeld Kompetenz auf für diese Untersuchung relevante Teilbereiche einzugrenzen.

Das finale Ziel ist es, die gewählten Bereiche fachwissenschaftliche (f-Items), fachdidaktische sowie experimentelle Kompetenz (e-Items) und Unterstützung und Kooperation im Kollegium (a-Items) durch entsprechende Items abzubilden. Diese Items werden anschließend N=15 Studierenden des Lehramts Grundschule zur Beantwortung vorgelegt, um Mängel der Verständlichkeit der Itemformulierung mittels der „Technik des lauten Denkens“ (Think-aloud; Prüfer und Rexroth (1996)) identifizieren zu können. Die Studierenden werden dabei aufgefordert, laut zu denken während sie überlegen, welchen Grad der Zustimmung ihre Antwort hat (Prüfer und Rexroth, 1996). In einer Pilotstudie (vgl. Kapitel 8.6) wird dieser Itempool dann hinsichtlich seiner praktischen Relevanz sowie seiner allgemeinen Praktikabilität an N=13 Grundschullehrkräften getestet.

Fünf Items¹ werden so formuliert, dass die Antworten auf diese Items vor der Itemanalyse umkodiert werden müssen. Diese Umkodierung ist notwendig, weil für die Itemanalyse alle Items so kodiert sein müssen, dass *stimme voll und ganz zu* dahingehend eine positive Zustimmung ist, dass ein Lehrer von sich selbst überzeugt ist, in diesem Bereich bereits kompetent zu sein bzw. keine Unterstützung mehr zu benötigen.

Der Fragebogen mit den formulierten Items findet sich im Anhang.

9.3.2 Itemanalyse

Itemschwierigkeit In einem ersten Schritt wird die Itemschwierigkeit auf Einzelitemebene berechnet. Datengrundlage dafür und für alle folgenden Berechnungen sind 106 Grundschullehrkräfte, die an der Untersuchung teilnehmen.

Unterschiedliche Items haben unterschiedliche Zustimmungsraten. Schwierige Items erhalten nur von wenigen Versuchsteilnehmern eine Zustimmung, bei leichten Items dagegen ist die Zustimmung sehr hoch. Extrem schwierige Items, genauso wie extrem leichte Items, sind aber wenig informativ, da sie keine Personenunterschiede sichtbar machen. „Damit ein Test Untersuchungsteilnehmer mit unterschiedlichen Fähigkeiten annähernd gleich gut differenziert, ist darauf zu achten, daß die Items eine möglichst

¹ f_19: Aus Angst vor Schülerfragen behandle ich naturwissenschaftliche Themen nicht oder nur marginal; f_21: Ich sehe für mich Fortbildungsbedarf in naturwissenschaftlicher Hinsicht; e_20: Wenn ein Experiment nicht funktioniert, gebe ich entnervt auf; e_34: Ich sehe für mich Fortbildungsbedarf bei der experimentellen Umsetzung naturwissenschaftlicher Inhalte; a_6: Ich strebe für meinen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht Veränderungen an.

breite Schwierigkeitsstreuung aufweisen“ (Bortz und Döring, 2002, S. 218). Es ist Konvention, Items mit einer Itemschwierigkeit kleiner als .2 und größer als .8 auszuschließen (Bortz und Döring, 2002).

Die Berechnung der Itemschwierigkeit basiert auf folgender Formel: $p_{it} = \frac{\bar{x} - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} = \frac{\bar{x} - 1}{3}$, ausgehend von der Tatsache, dass im verwendeten Fragebogen die Antwortmöglichkeiten von 1 bis 4 reichen.

Vier Items³ werden nach diesem ersten Schritt aus dem Itempool entfernt (vgl. Tabelle 9.1).

Tabelle 9.1: Deskriptiv-statistische Kennwerte des Itempools. N=Zahl der Personen, die das Item beantworten; min=kleinster Wert, der angekreuzt wird; max=größter Wert, der angekreuzt wird; AM=arithmetisches Mittel; SD=Standardabweichung; p_{it} =Itemschwierigkeit; die Items mit rot markierter Itemschwierigkeit erfüllen nicht das geforderte Kriterium einer Itemschwierigkeit zwischen .2 und .8.

	N	min	max	AM	SD	p_{it}		N	min	max	AM	SD	p_{it}		N	min	max	AM	SD	p_{it}	
f_1	104	1	4	2.78	.70	.59	e_3	106	1	4	2.95	.74	.65	e_25	103	1	4	2.89	.74	.58	
f_2	103	2	4	2.88	.83	.62	e_4	106	2	4	3.03	.61	.68	e_26	103	2	4	2.93	.49	.64	
f_3	101	1	4	2.18	.71	.39	e_5	104	1	4	2.59	.81	.53	e_27	104	1	4	2.94	.65	.66	
f_4	104	1	4	2.05	.69	.35	e_6	102	1	4	2.24	.75	.41	e_28	103	1	4	2.17	.72	.38	
f_5	105	1	4	2.77	.76	.56	e_7	102	1	4	2.14	.75	.38	e_29	100	1	4	2.37	.72	.46	
f_6	105	1	4	2.75	.77	.58	e_8	104	1	4	2.75	.82	.58	e_30	104	1	4	2.80	.53	.80	
f_7	105	1	4	2.28	.80	.43	e_9	105	1	4	2.96	.72	.65	e_31	104	2	4	2.93	.63	.64	
f_8	106	1	4	2.25	.72	.42	e_10	105	1	4	2.93	.75	.64	e_32	105	2	4	3.17	.61	.72	
f_9	104	1	4	3.03	.88	.68	e_11	108	1	4	2.82	.78	.54	e_33	105	2	4	3.06	.57	.69	
f_10	106	1	4	3.00	.89	.67	e_12	105	1	4	2.02	.68	.34	e_34rec	104	1	3	1.51	.61	.17	
f_11	105	1	4	2.98	.85	.66	e_13	103	1	4	2.43	.78	.48	e_35	100	2	4	3.27	.58	.78	
f_12	103	1	4	2.61	.76	.54	e_14	99	1	4	2.52	.77	.51	e_36	102	1	4	3.28	.67	.78	
f_13	104	1	4	2.05	.70	.35	e_15	101	1	4	2.24	.65	.41	e_37	102	1	4	3.30	.64	.77	
f_14	105	1	4	2.44	.68	.48	e_16	105	1	4	2.60	.87	.53	e_38	98	1	4	2.70	.86	.57	
f_15	105	1	4	2.67	.74	.62	e_17	105	1	4	3.67	.72	.59	e_39	103	1	4	2.29	.74	.43	
f_16	103	1	4	2.89	.85	.83	e_18	101	1	4	2.97	.70	.66	e_40	102	1	4	3.19	.58	.73	
f_17	105	1	4	2.61	.73	.54	e_19	104	1	4	2.02	.60	.34	a_1	101	1	4	2.50	.99	.50	
f_18	99	1	4	2.45	.69	.48	e_20rec	102	1	4	2.66	.78	.58	a_2	102	1	4	2.59	1.02	.53	
f_19rec	103	1	4	3.23	.73	.74	e_21	103	1	4	2.66	.68	.58	a_3	99	1	4	2.68	1.00	.56	
f_20	102	1	4	2.83	.60	.64	e_22	105	2	4	2.66	.60	.55	a_4	100	1	4	3.35	.80	.78	
f_21rec	105	1	4	1.59	.66	.19	e_23	103	1	4	2.75	.67	.58	a_5	99	1	4	3.27	.86	.76	
a_1	106	2	4	3.60	.51	.87	e_24	104	1	4	2.99	.65	.66	a_6rec	101	1	3	1.48	.59	.16	
a_2	103	2	4	3.11	.67	.70															

² p_{it} ist die Itemschwierigkeit; \bar{x} das arithmetische Mittel; x_{min} ist der Minimalwert, der angegeben werden kann; x_{max} der Maximalwert.

³ f_21: Ich sehe für mich Fortbildungsbedarf in naturwissenschaftlicher Hinsicht; e_1: Experimentieren soll auch im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht einen großen Stellenwert einnehmen; e_34: Ich sehe für mich Fortbildungsbedarf bei der experimentellen Umsetzung naturwissenschaftlicher Inhalte; a_6: Ich strebe für meinen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht Veränderungen an.

Faktorenanalyse Die restlichen Items werden in die Hauptkomponentenanalyse einbezogen.

Die Hauptkomponentenanalyse (englisch: principal components analysis, kurz: PCA) ist das wichtigste Verfahren zur Extraktion von Faktoren und somit ein Mittel zur Dimensionsreduktion, denn Aussagen auf Einzelitemebene sind wenig aussagekräftig. Die Einzelitems sind manifeste Indikatoren für nicht direkt erfassbare (latente) Konstrukte, wie beispielsweise die Selbsteinschätzung der fachwissenschaftlichen oder fachdidaktisch-experimentellen Kompetenz. Diese Faktoren sollen anhand der PCA ermittelt werden. Über diese Faktoren können dann Aussagen getroffen werden. Sie sind dabei voneinander unabhängig und erklären sukzessiv maximale Varianzanteile.

Die ermittelten Faktoren einer PCA sind häufig inhaltlich nicht sinnvoll zu interpretieren, da aufgrund der sukzessiven Aufklärung maximaler Varianzen auf den ersten Faktor sehr viele Items laden. Die anderen Faktoren sind entsprechend durch mittlere bzw. niedrige Ladungen charakterisiert. „Die Rotation der Faktoren bewirkt, dass die Varianz der ersten q PCA-Faktoren auf die rotierten Faktoren umverteilt wird, was zu einer besseren Interpretierbarkeit der Faktoren führen kann“ (Bortz, 2005, S. 547).

Als Rotationsmethode wird hier die Varimax-Methode verwendet. Diese bietet den Vorteil, dass die Varianz der quadrierten Ladungen pro Faktor maximiert ist, d. h. dass pro Faktor einige Items möglichst hoch und andere möglichst niedrig laden (Bortz, 2005). Die Faktorladung entspricht dabei der Korrelation zwischen einer Variable und einem Faktor, ist also eine Messgröße für den Zusammenhang zwischen dem Faktor und der Ausgangsvariable (Backhaus u. a., 2006) .

Kriterien für die Anzahl der Faktoren Es gibt zwei unterschiedliche Kriterien, die man bei der Bestimmung der Faktoren einer Hauptkomponentenanalyse anwenden kann. Beim **Kaiser-Guttman-Kriterium** werden nur Faktoren interpretiert, deren Eigenwert⁴ größer als 1 ist. Das bedeutet, dass die Faktoren mehr Varianz aufklären als die ursprünglichen Einzelitems. Oftmals werden nach diesem Kriterium allerdings die bedeutsamen Faktoren überschätzt bzw. können nicht richtig interpretiert werden. Ein weiteres Kriterium ist deshalb der **Scree-Plot** („Geröllhaufen“), bei dem die Eigenwerte der Größe nach als Diagramm dargestellt werden (vgl. Abbildung 9.3). Vom kleinsten Eigenwert ganz rechts aus gesehen wird festgestellt, bis zu welchem Wert eine annähernde Konstanz in der Größe festgestellt werden kann. Es werden nur die Faktoren als bedeutsam angesehen, die aus dieser Kontinuität herausfallen und links von der Steigungsänderung („Knick“) liegen (Bortz, 2005).

Bei den Faktoren für die Selbsteinschätzung der fachwissenschaftlichen Kompetenz werden aufgrund des Kaiser-Guttman-Kriteriums fünf Faktoren identifiziert, die zudem sinnvoll interpretiert werden können. Das Scree-Plot-Kriterium wird deshalb nicht an-

⁴ Unter Eigenwert versteht man die Gesamtvarianz aller Items, die durch einen Faktor aufgeklärt wird (Bortz, 2005).

gewendet.

Anders dagegen bei den Faktoren für die fachdidaktische und experimentelle Kompetenz. Hier werden aufgrund des Kaiser-Guttman-Kriteriums sechs Faktoren identifiziert, wobei auf den sechsten Faktor kein Item mit ausreichender Faktorladung lädt. Deshalb wird der Scree-Plot (vgl. Abbildung 9.3) gezeichnet, aus dem hervorgeht, dass eine Drei- oder Vierfaktorenlösung zu verwenden ist. Es wird eine Vierfaktorenlösung gewählt, da eine Dreifaktorenlösung inhaltlich nicht sinnvoll interpretiert werden kann.

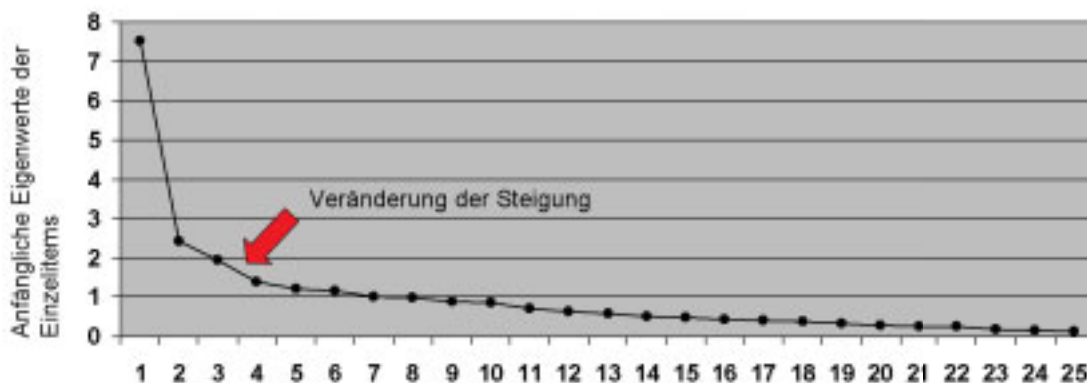


Abbildung 9.3: Scree-Plot der Items bezüglich fachdidaktischer bzw. Experimentierkompetenz.

Kriterien für die Faktorladung Bei der Hauptkomponentenanalyse gelten folgende Kriterien für die Auswahl der Items in den endgültigen Itempool (Amelang und Zielinski, 2004):

- Items mit Faktorladung kleiner als .5 werden ausgeschlossen.
- Items, die auf mehreren Faktoren laden, werden ausgeschlossen, wenn die Ladungsdifferenz kleiner als .2 ist.

Bei einigen Items wird nach Expertenurteil mit Chemiedidaktikern der Pädagogischen Hochschule Freiburg aufgrund inhaltlicher Relevanz von diesen Kriterien abgewichen. Als Kriterium für diese Ausnahmefälle wird eine Ladung über .4 sowie die jeweilige höhere Ladung bei Doppelladungen gewählt (Bortz und Döring, 2002).

Tabelle 1 im Anhang zeigt die Faktorladungen der Items, die der Selbsteinschätzung der fachwissenschaftlichen Kompetenz zuzuordnen sind.

Item f_15⁵ wird nach den Ergebnissen der Hauptkomponentenanalyse verworfen, da

⁵ Ich kenne geeignete Literatur, um mir fachwissenschaftliche Inhalte anzulesen.

die Ladungsdifferenz nicht mindestens .2 entspricht. Item f_8⁶ und f_9⁷ werden beibehalten, obwohl die Ladungsdifferenz mit .187 bzw. .166 knapp unterhalb des geforderten Kriteriums liegt. Allerdings ist die Abweichung marginal und den Items wird in einer Expertendiskussion mit Chemie-Fachdidaktikern eine Wichtigkeit für das theoretische Konstrukt zugesprochen. Auch Item f_4⁸ wird aufgrund der Wichtigkeit für das Konstrukt trotz mangelnder Ladungsdifferenz von .2 beibehalten.

In Tabelle 2 im Anhang sind die Faktorladungen der Items, die der Selbsteinschätzung der fachdidaktischen sowie der Experimentierkompetenz zuzuweisen sind, abgebildet.

Item e_20⁹, e_4¹⁰ und e_25¹¹ werden aufgrund mangelnder Ladungsdifferenz von .2 aus dem Itempool entfernt. Die Items e_39¹², e_40¹³, e_3¹⁴ sowie e_24¹⁵ werden verworfen, weil sie nicht mit einer Faktorladung von mindestens .5 auf einem Faktor laden. Item e_26¹⁶ bleibt im Itempool, da die Faktorladungsdifferenz von .196 als ausreichend angesehen wird. Faktor e_16¹⁷ wird im Itempool gelassen, obwohl eine geforderte Faktorladung von .5 nicht erreicht wird (.491) und obwohl die Ladungsdifferenz nur .124 beträgt. Diesem Item wird aber in einem Expertengespräch eine große Wichtigkeit für den Faktor zugesprochen. Das gleiche gilt für das Item e_21¹⁸.

Die Items e_5 bis e_13 werden zu dem Faktor „Selbsteinschätzung der Kenntnisse über lehrplanrelevante Experimente“ (EXP) zusammengefasst. Diese Items werden aus diesem Grund auch nicht in die Faktorenanalyse mit einbezogen, da bereits zu Beginn der Untersuchung festgelegt wird, dass sie einen eigenen Faktor (EXP) bilden sollen.

Tabelle 3 im Anhang zeigt die Faktorladung der Items, die der Unterstützung und Kooperation im Kollegium zuzuordnen sind. Die Items laden alle kriterienkonform auf den zwei Faktoren, so dass kein Item ausgeschlossen oder hinsichtlich der Relevanz diskutiert werden muss.

⁶ Für die Thematisierung des Themenbereichs „Wo Kräfte wirken“ im Grundschulunterricht fühle ich mich fachlich sicher.

⁷ Für die Thematisierung des Themenbereichs „Feuer/Verbrennung/Kerze“ im Grundschulunterricht fühle ich mich fachlich sicher.

⁸ Ich habe gute Kenntnisse über chemische Themengebiete.

⁹ Wenn ein Experiment nicht funktioniert, gebe ich entnervt auf.

¹⁰ Ich setze in der didaktischen Literatur beschriebene Experimente im Unterricht ein.

¹¹ Ich benutze zur Veranschaulichung der Sachverhalte neben dem Versuchsmaterial auch andere Medien.

¹² Ich habe in der Schule Material zur Verfügung, um mit Schülern experimentieren zu können.

¹³ Ich bringe Materialien selbst mit bzw. leihe sie aus, um mit meiner Klasse experimentieren zu können.

¹⁴ Ich kenne geeignete Literatur für Schülerversuche.

¹⁵ Ich fühle mich bei Schülerversuchen sicher.

¹⁶ Ich kann die Schüler gut zur korrekten Durchführung der Versuche anleiten.

¹⁷ Ich bin bei jedem Versuch sicher, dass mir die Ausführung gelingt.

¹⁸ Wenn ein Experiment nicht funktioniert, fällt mir die Fehlersuche leicht.

Trennschärfe Auf Grundlage der faktorenanalytisch ermittelten Itemgruppen wird in einem nächsten Schritt die Trennschärfe der Einzelitems berechnet.

Die Trennschärfe gibt an, wie gut ein einzelnes Item das Gesamtergebnis eines Tests repräsentiert. „Der Begriff „Trennschärfe“ ist so zu verstehen, daß Personen, die im Gesamtergebnis einen hohen Wert erreichen, auf einem trennscharfen Einzelitem ebenfalls eine hohe Punktzahl aufweisen. Umgekehrtes gilt für Personen mit niedrigem Testergebnis“ (Bortz und Döring, 2002, S. 219). Die Trennschärfe eines Items und seine Schwierigkeit hängen miteinander zusammen: Je extremer die Schwierigkeit eines Items ist, desto geringer ist die Trennschärfe. Folglich können Items mit mittlerer Schwierigkeit die höchsten Trennschärfen erreichen. Hohe Trennschärfen sind erstrebenswert. Als Ausschlusskriterium wird ein Minimum von .3 gesetzt, um die Items im Itempool zu belassen (Bortz und Döring, 2002).

Wie Tabelle 9.2 zu entnehmen ist, sind die Trennschärfen für die Items der Faktoren F1-F5, A1 sowie E1-E3 den Anforderungen entsprechend, so dass kein Item mehr aus dem Itempool entfernt werden muss. Die Items e_19¹⁹, e_18²⁰ und e_16²¹ (Faktor E4) zeigen schlechte Trennschärfe-Werte, ebenso die Werte a_4²² und a_5²³ (Faktor A2). Es zeigt sich bereits an dieser Stelle, dass diese Items vermutlich keine neuen unabhängigen Faktoren bilden. Dieses schlechte Ergebnis zeigt sich auch bei der Berechnung von Cronbach's α im nächsten Unterpunkt.

Außerdem hat das Item e_13²⁴ eine schlechte Trennschärfe, so dass es aus dem Faktor EXP entfernt wird.

Interne Konsistenz/Reliabilität In einem letzten Schritt wird die interne Konsistenz der auf der Basis der Hauptkomponentenanalyse ermittelten Faktoren berechnet. Unter interner Konsistenz/Reliabilität versteht man die Genauigkeit eines Testergebnisses bzw. die Aussage darüber, wie stark die Messwerte durch Störeinflüsse und Fehler belastet sind (Bortz und Döring, 2002). Für die Berechnung der internen Konsistenz wird der Alpha-Koeffizient von Cronbach herangezogen. Dieses Maß ist am gebräuchlichsten und ist sowohl auf dichotome (zweistufige Antwortskala, meistens ja/nein) als auch auf polytome Items (mehrstufige Antwortskala) anzuwenden. Formal entspricht Cronbach's α der mittleren Testhalbierungsreliabilität eines Tests für alle möglichen Testhalbierungen. Um einen reliablen Faktor zu ermitteln wird ein Wert von mindestens .7 vorausgesetzt (Bortz und Döring, 2002). Einen Überblick über Cronbach's α sowie

¹⁹ Ich kann Schüler mit einem Demonstrationsversuch motivieren.

²⁰ Meine experimentellen Fertigkeiten sind gut.

²¹ Ich bin bei jedem Versuch sicher, dass mir die Ausführung gelingt.

²² Die Schulleitung unterstützt mich bei der Anschaffung von Materialien für den naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht.

²³ Die Schulleitung stellt mich frei, damit ich naturwissenschaftliche Fortbildungen besuchen kann.

²⁴ Ich kenne genug Experimente, um den Themenbereich Erde/physikalische und chemische Aspekte behandeln zu können.

Tabelle 9.2: Trennschärfe der Items.

	Item	Trennschärfe (korrigierte Item-Skala-Korrelation)	Item	Trennschärfe (korrigierte Item-Skala-Korrelation)	
F1	t_19	.442	e_29	.770	E1
	t_20	.699	e_15	.680	
	t_18	.759	e_17	.668	
	t_17	.630	e_28	.659	
	t_14	.748	e_14	.642	
F2	t_16	.673	e_23	.606	E2
	t_13	.656	e_22	.627	
	t_7	.581	e_27	.535	
	t_12	.593	e_30	.422	
F3	t_8	.593	e_26	.576	E3
	t_3	.718	e_32	.625	
	t_1	.648	e_33	.571	
F4	t_4	.639	e_31	.515	E4
	t_5	.766	e_2	.492	
F5	t_6	.625	e_19	.088	EXP
	t_2	.407	e_18	.072	
	t_11	.546	e_16	.133	
A1	t_10	.659	e_5	.443	EXP
	t_9	.520	e_6	.474	
	a_2	.885	e_7	.544	
A2	a_3	.871	e_8	.407	EXP
	a_1	.732	e_9	.610	
	a_4	.230	e_10	.538	
	a_5	.230	e_11	.313	
			e_12	.455	
			e_13	.228	

die erklärte Varianz der Faktoren, Mittelwerte, Standardabweichungen sowie die Korrelation der Faktoren untereinander (Konstruktvalidität) vermitteln die Tabellen 9.3, 9.4 sowie 9.5.

Die Faktoren E4 sowie A2 werden aufgrund der schlechten Werte zum einen bei der Trennschärfe der Einzelitems wie auch bei Cronbach's α entfernt. Diese beiden Faktoren sind keine konsistenten Faktoren. Im Folgenden wird nur noch eine 3-Faktorenlösung (plus Faktor EXP) für die Items der fachdidaktischen bzw. experimentellen Kompetenz betrachtet, sowie eine Einfaktorenlösung bei dem Aspekt Unterstützung und Kooperation im Kollegium.

Die Tatsache, dass die Faktoren miteinander korrelieren und aus diesem Grund eventu-

Tabelle 9.3: Statistische Kennwerte der Faktoren der fachwissenschaftlichen Kompetenz.

Fachwissenschaftliche Kompetenz					
	F1	F2	F3	F4	F5
Erklärte Varianz in %	39.14	8.99	7.99	7.23	5.32
Mittelwert ± Standardabweichung	2.76 ± .51	2.30 ± .60	2.33 ± .59	2.81 ± .60	2.99 ± .56
Cronbach's α	.861	.793	.816	.757	.746
Interkorrelation:					
F1	---	.51**	.59**	.42**	.52**
F2		---	.52**	.47**	.62**
F3			---	.39**	.32**
F4				---	.39**

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von .01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 9.4: Statistische Kennwerte der Faktoren der fachdidaktischen und experimentellen Kompetenz.

Fachdidaktische und experimentelle Kompetenz					
	E1	E2	E3	E4	EXP
Erklärte Varianz in %	34.63	11.05	8.32	7.38	41.17
Mittelwert ± Standardabweichung	2.39 ± .57	2.81 ± .43	3.07 ± .47	2.53 ± .42	2.53 ± .50
Cronbach's α	.862	.775	.751	.040	.770
Interkorrelation:					
E1	---	.55**	.41**	.29**	.60**
E2		---	.49**	.43**	.34**
E3			---	.43**	.18
E4				---	.03

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von .01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 9.5: Statistische Kennwerte der Faktoren Unterstützung und Kooperation im Kollegium.

	Unterstützung und Kooperation im Kollegium	
	A1	A2
Erklärte Varianz in %	54.571	22.953
Mittelwert	2.59	3.30
± Standardabweichung	± .93	± .65
Cronbach's α	.914	.374
Interkorrelation:		
	A1	--- .22*

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von .05 (2-seitig) signifikant.

ell keine unterschiedlichen Faktoren abbilden, ist unerheblich, da die Trennschärfewerte ganz klar belegen, dass es sich um unterschiedliche Faktoren handelt, die unterschiedliche Dimensionen der verschiedenen Kompetenzbereiche abbilden.

9.4 Festlegen der abhängigen bzw. unabhängigen Variablen

Die **unabhängige Variable** ist die Gruppenzugehörigkeit, d. h. die Tatsache, ob eine Lehrkraft bereits im Herbst 2007 an der Fortbildung teilnimmt und somit zur Experimentalgruppe gehört oder zur Kontrollgruppe.

Zu der **abhängigen Variable** zählt die Selbsteinschätzung der Lehrkräfte bezüglich der unterschiedlichen Faktoren, die mittels Hauptkomponentenanalyse ermittelt werden, sowohl vor als auch nach der Intervention sowie zu den zwei bzw. drei späteren Messzeitpunkten der Follow-up-Phase.

9.5 Untersuchungsmethodik und -design

Für die Hauptuntersuchung wird ein Design mit Messwiederholungen gewählt und mit einem Prä-Post-Test kombiniert (vgl. Abbildung 9.4). Man spricht auch von einer Panelstudie (vgl. Seite 136). Die erste Messung erfolgt Anfang November 2007, unmittelbar vor der ersten Fortbildung der Experimentalgruppe. Der zweite Messzeitpunkt liegt

unmittelbar nach der letzten Fortbildung der Experimentalgruppe. Der dritte Messzeitpunkt liegt sechs Wochen, der vierte Messzeitpunkt vier Monate nach der Fortbildung, die allerdings nur von der Experimentalgruppe besucht wird.

Somit wird die Selbsteinschätzung der fachlichen, fachdidaktischen sowie experimentellen Kompetenz sowie der Unterstützung und Kooperation im Kollegium zu insgesamt vier Messzeitpunkten erhoben. Der Fragebogen wird dabei den Lehrkräften auf dem Postweg zugestellt (außer bei den ersten zwei Messzeitpunkten der Experimentalgruppe; hier findet die Beantwortung des Fragebogens in der Fortbildung statt). Für die Bearbeitung des Fragebogens werden 15-20 Minuten benötigt.



Abbildung 9.4: Untersuchungsdesign: 106 Grundschullehrkräfte werden zwischen Experimental- und Kontrollgruppe randomisiert. Das Treatment ist dabei die Lehrerfortbildung sowie die Ausgabe der NAWilino-Box für den Einsatz im Unterricht.

Die Erhebung acht Monate nach der Lehrerfortbildung Acht Monate nach der Lehrerfortbildung, am Ende des Schuljahres 2007/08, werden die Lehrer der Experimentalgruppe ein fünftes Mal befragt. Zu diesem Zeitpunkt gibt es keine Kontrollgruppe mehr, da diese bereits im Frühjahr 2008 auch an der Lehrerfortbildung teilnimmt. Für diesen Messzeitpunkt ist aber auch keine Kontrollgruppe mehr nötig, denn es geht in dieser Untersuchung nur darum herauszuarbeiten, ob der von den Lehrkräften selbst attestierte erworbene Kompetenzzuwachs auch über einen Zeitraum von 8 Monaten konstant bleibt oder aber wieder abfällt. Außerdem ist es interessant zu erfahren, wie sich die NAWilino-Box nach beinahe einem Schuljahr im Praxistest bewährt.

Begründung für die Durchführung einer Längsschnittstudie Um die Nachhaltigkeit eines möglichen Kompetenzzuwachses zu untersuchen, wird als Forschungsdesign eine Längsschnittstudie gewählt.

Generell unterscheidet man Querschnittstudien und Längsschnittstudien. Querschnittstudien untersuchen nur einen kurzen Zeitraum (maximal vier Wochen) oder gar einen einzigen Messzeitpunkt. Längsschnittstudien sind das Mittel der Wahl wenn es darum geht, längerfristige Auswirkungen zu untersuchen. So können beispielsweise Entwicklungsverläufe erfasst werden (Pädagogische Hochschule Freiburg, 2004).

Ein großes methodisches Problem bei Längsschnittstudien sind Ausfälle, so genannte drop-outs. Diese ergeben sich beispielsweise aufgrund von Krankheit oder Umzug.

Aber auch ein Abfall des Interesses oder Zeitmangel können mögliche Gründe sein. Auch bei sorgfältiger Erhebung muss man davon ausgehen, dass etwa 20-25% der Stichprobe ausfallen (Schnell u. a., 1999). Langzeitstudien sind zudem sehr aufwändig in der Durchführung, da die Versuchspersonen über einen längeren Zeitraum motiviert und untersucht werden müssen (Schnell u. a., 1999).

Innerhalb der Längsschnittstudien werden drei Arten unterschieden (Schnell u. a., 1999):

- **Panelstudie:** Als Panelstudie bezeichnet man Untersuchungsanordnungen, die an denselben Personen dieselben Variablen zu unterschiedlichen Zeitpunkten erheben. Durch den Vergleich der unterschiedlichen Messungen lassen sich Veränderungen festmachen, über die dann Aussagen getroffen werden können.
- **Trendstudie** (auch „unechtes Panel“ oder „replikativer Survey“ genannt): Eine Trendstudie ist eine Abwandlung einer Panelstudie dahingehend, dass zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten unterschiedliche Personen befragt werden. So können keine individuellen Veränderungen festgestellt werden, sondern nur Veränderungen in den Gesamtheiten der befragten Personen. Trendstudien sind nicht so aussagekräftig wie Panelstudien, aber weniger aufwändig durchzuführen.
- **Kohortenstudie:** Bei der Kohortenstudie bilden Personen, bei denen annähernd zeitgleich im Leben besondere Ereignisse eintreten (Geburt, Einschulung, Scheidung, Pensionierung, etc.), eine Kohorte. Diese Kohorten können dann intern auf verschiedene Variablen hin untersucht oder mit anderen Kohorten verglichen werden.

9.6 Stichprobe

Die Ausschreibung für die Lehrerfortbildung wird an alle Grundschulen der Schulämter Freiburg-Stadt, Breisgau-Hochschwarzwald und Emmendingen geschickt.

45 Schulen (116 Lehrer) werden mittels Losverfahren zufällig aus den Interessenten an dem Fortbildungsangebot ermittelt. Diese Schulen werden dann zwischen Experimental- und Kontrollgruppe aufgeteilt. Dies geschieht mittels Clusterrandomisierung. Eine echte Randomisierung liegt nicht vor, da immer Lehrerteams (Kollegen einer Schule) zwischen Experimental- und Kontrollgruppe randomisiert werden und nicht die einzelnen Lehrkräfte. Aufgrund der Stichprobengröße kann man aber von einer Clusterrandomisierung mit Experimentalcharakter sprechen.

Da nur vollständige Datensätze, d. h. nur Fragebogen von Lehrern, die zu allen Messzeitpunkten an der Umfrage teilnehmen, berücksichtigt werden, reduziert sich die Zahl der beteiligten Lehrer aufgrund von drop-outs von N=116 auf N=106. Die Experimentalgruppe bilden somit 54 Lehrer aus 24 Schulen. 52 Lehrer aus 21 Schulen bilden die Kontrollgruppe, die nach Abschluss der Untersuchung ebenfalls die Möglichkeit

hat, im Frühjahr 2008 an der Fortbildung teilzunehmen. Diese Möglichkeit wird zugesichert, damit die Lehrkräfte der Kontrollgruppe einen Anreiz haben, an den vier Messzeitpunkten der Untersuchung die Fragebogen auszufüllen. Ansonsten ist zu befürchten, dass mehr Lehrkräfte der Kontrollgruppe im Laufe der Zeit aus der Untersuchung aussteigen.

Drop-out Nach acht Monaten füllen 39 Lehrkräfte der Experimentalgruppe den Fragebogen erneut aus. Im Vergleich zu den davorliegenden Messzeitpunkten ist dabei ein drop-out von 15 Lehrkräften (27,8%) zu verzeichnen.

Überlegungen zur Stichprobengröße Die Stichprobengröße richtet sich dabei nach mehreren Faktoren:

- Dem Interesse der Lehrer an der Fortbildung: Um einen aussagekräftigen Vergleich gewährleisten zu können ist es wichtig, dass sowohl die Lehrkräfte der Experimental- wie auch der Kontrollgruppe freiwillig an der Untersuchung teilnehmen.
- Dem finanziellen Budget: Bei einem Materialwert von ca. 650 Euro ist es nicht möglich, NAWilino-Boxen in unbegrenzter Zahl herzustellen.

Die Stichprobengröße von $N=106$ ist gut geeignet, um eine mittlere Effektstärke ($d=.5$) bei den Mittelwertsdifferenzen zwischen Gruppen mit einer Teststärke (Power) von $1-\beta=.8$ zu identifizieren (errechnet mit GPower 3.0²⁵; $\alpha=.05$, $\beta=.2$). Der Wert für die Teststärke ist dabei als Standardwert anzusehen (Bortz und Döring, 2002).

9.7 Datenauswertung

Die Daten der einzelnen Fragebogen der Studie werden automatisch eingelesen mittels des Systems „Documents for Forms“ und anschließend in eine SPSS-Datei umgewandelt. Für die anschließende Datenauswertung wird die Statistik-Software SPSS für Windows Version 15 verwendet.

9.8 Veränderungen in der Wahrnehmung der eigenen Kompetenz über die Zeit

Das Selbstkonzept Die Forschungsfrage, die sich für die Untersuchung als zentrale Leitfrage herauskristallisiert, thematisiert folgenden Aspekt: Ist es möglich, durch

²⁵ Das Programm GPower kann im Internet kostenlos heruntergeladen werden, z. B. unter <http://www.softpedia.com/get/Science-CAD/G-Power.shtml>.

das Bereitstellen der NAWilino-Box an Grundschulen und das gleichzeitige Angebot von Fortbildungen für die Lehrkräfte zu erreichen, dass sich das naturwissenschaftliche Selbstkonzept der Lehrkräfte erstens nachhaltig verbessert und dass zweitens naturwissenschaftliche Themen in der Grundschule in einem größeren Umfang thematisiert und vor allem auch experimentell erarbeitet werden?

Messverfahren Mittels eines **t-Tests für unabhängige Stichproben** werden die beiden Untersuchungsgruppen zum ersten Messzeitpunkt verglichen. Auch die Gruppenmittelwerte der Experimentalgruppe zum vierten und fünften Messzeitpunkt werden mittels t-Test verglichen. Hier geht es darum zu zeigen, dass die Gruppenmittelwerte zeitstabil sind.

Ein t-Test ist das geeignete Verfahren wenn es darum geht, Gruppenmittelwerte zwischen zwei Gruppen zu einem bestimmten Zeitpunkt oder bei einer Gruppe zu zwei unterschiedlichen Messzeitpunkten zu vergleichen.

Die Veränderungen über die Zeit werden mittels **univariater Varianzanalyse** verglichen. Auf die Einhaltung der Voraussetzungen für t-Test und Varianzanalyse (t-Test: Intervallskalierung, Normalverteilung, bei unabhängigen Stichproben Varianzhomogenität; Varianzanalyse: Intervallskalenniveau bei der abhängigen Variable, Varianzhomogenität, ähnlich stark besetzte Gruppen) wird geachtet.

Bei den varianzanalytischen Berechnungen wird der erste Messzeitpunkt als Kovariate (Kontrollvariable) gehalten. Somit werden alle weiteren Berechnungen um den Unterschied bereinigt, den es zum ersten Messzeitpunkt eventuell gibt. Eine Varianzanalyse mit Messwiederholung ist nicht sinnvoll, denn das Ergebnis zeigt nur, dass/ob ein Unterschied besteht, nicht aber zu welchem Zeitpunkt. Ein zusätzlicher Post-hoc-Test (z. B. Tukey-Test), der zeigt, welche Mittelwerte sich signifikant unterscheiden, ist nicht möglich, da in der vorliegenden Untersuchung nur zwei Gruppen verglichen werden, für den Post-hoc-Test aber mindestens drei Gruppen benötigt werden (Leonhart, 2004). Ein t-Test für alle vier Messzeitpunkte separat ist ungünstig, da man bei jedem t-Test einen α -Fehler von 5% begehen kann. Bei mehreren t-Tests erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, bei mindestens einem der durchgeführten t-Tests irrtümlicherweise von einem signifikanten Ergebnis auszugehen (α -Fehler-Kumulierung) (Bortz, 2005).

9.9 Ergebnisse

9.9.1 Die Stichprobe

Charakterisierung nach Geschlecht und Alter Von den 106 befragten Grundschullehrkräften sind 90,6% weiblich, 9,4% männlich.

Bezüglich der Altersverteilung ist festzustellen, dass die Altersgruppe der 50- bis 59-jährigen mit 51,9% am stärksten vertreten ist (vgl. Tabelle 9.6). Das Durchschnittsalter

der Lehrkräfte liegt bei 47,31 Jahren (SD=9.52 Jahre). 75% der befragten Lehrer sind älter als 40 ($q_{25}=40$ Jahre), 25% älter als 55 Jahre ($q_{75}=55$ Jahre).

Tabelle 9.6: Prozentuale Altersverteilung der Stichprobe, getrennt nach Geschlecht.

Alter	Insgesamt	Weiblich	Männlich
unter 30	7,5%	8,3%	---
30-39	15,1%	16,7%	---
40-49	22,7%	22,9%	20,0%
50-59	51,9%	50,0%	70,0%
60 und älter	2,8%	2,1%	10,0%

Staatsexamen und Dienstjahre Betrachtet man die Zeit, die seit dem Erwerb des zweiten Staatsexamens vergeht, dann sieht man, dass über die Hälfte (62,4%) der Lehrkräfte ihre Lehrbefähigung vor mehr als 20 Jahren erwirbt, bei 79,2% sind mindestens 10 Jahre seit dem Referendariat vergangen.

Im Durchschnitt sind die Lehrer seit 17,24 Jahren im Schuldienst (SD=10.07). 75% der befragten Lehrkräfte haben mindestens acht Jahre Berufserfahrung ($q_{25}=8$ Jahre) und 25% sogar mehr als 27 Jahre ($q_{75}=27$ Jahre).

Welche Klassen werden im Schuljahr 2007/2008 unterrichtet 22,9% der Lehrkräfte unterrichten in dem untersuchungsrelevanten Schuljahr eine erste Klasse, 20% eine zweite Klasse, 37,1% eine dritte Klasse und 31,4% eine vierte Klasse. Mehrfachnennungen sind dabei möglich.

Persönliches Interesse an Naturwissenschaften Fragt man die Lehrkräfte nach ihrem persönlichen Interesse an Naturwissenschaften, so geben 89,1% an, ein großes bzw. sehr großes Interesse an Naturwissenschaften zu haben, während 10,9% eher geringes Interesse haben. Doch nicht nur im Privatbereich werden die Naturwissenschaften als interessant angesehen, auch für den Schulalltag wird ihnen ein hoher Stellenwert eingeräumt: 98,1% der Lehrkräfte geben an, dass sie es für wichtig bzw. sehr wichtig erachten, dass naturwissenschaftliche Inhalte bereits in der Grundschule thematisiert werden. Nur 1,9% finden dies eher unwichtig.

Qualifikation durch das Studium Ein Fach aus dem Bereich Mensch, Natur und Kultur haben zwei Drittel (65,7%) der Lehrkräfte studiert. Eine Aufteilung in die unterschiedlichen Fächer ist in Abbildung 9.5 visualisiert.

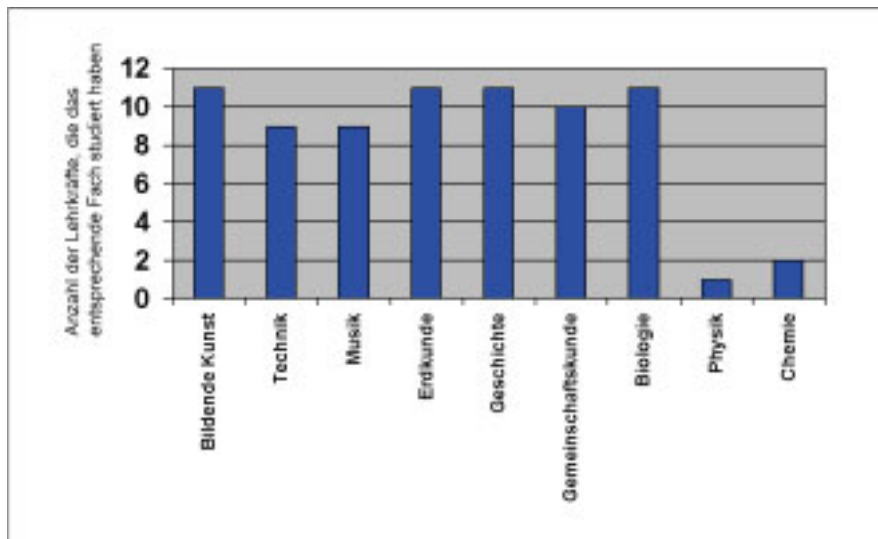


Abbildung 9.5: Anzahl der Lehrkräfte, die die entsprechenden Fächer im Rahmen von MeNuK studiert haben, Mehrfachnennungen sind möglich.

Analysiert man die Beschäftigung²⁶ mit Naturwissenschaften im Studium, dann fällt auf, dass 38,1% der Lehrkräfte sich in ihrem Studium mit Naturwissenschaften beschäftigt haben: 21,9% mit Biologie, 7,6% mit Physik und 8,6% mit Chemie (Mehrfachnennungen sind möglich).

Behandlung naturwissenschaftlicher Inhalte/experimentelle Umsetzung im eigenen MeNuK-Unterricht Fragt man die Lehrkräfte, wie häufig sie in MeNuK-Stunden mit naturwissenschaftlichem Inhalt experimentieren, dann zeigt sich, dass über ein Drittel aller Lehrkräfte (36%) nie experimentiert, wenn Naturwissenschaften thematisiert werden. Knapp die Hälfte der Lehrer experimentiert lediglich einmal im Monat (44%) (vgl. Abbildung 9.6).

Dabei besteht zwischen der Tatsache, dass sich die Lehrkräfte in ihrem Studium mit Naturwissenschaften beschäftigt haben und der Häufigkeit des experimentellen Arbeitens im eigenen MeNuK-Unterricht kein statistischer Zusammenhang (Biologie: $r=.09$, $p=.40$; Physik: $r=-.06$, $p=.58$; Chemie: $r=.06$, $p=.57$). Auch zwischen dem Studium eines naturwissenschaftlichen Fachs und der Häufigkeit des experimentellen Arbeitens besteht kein oder nur ein kleiner, nicht signifikanter statistischer Zusammenhang (Biologie: $r=.10$, $p=.44$; Physik: $r<.01$, $p=.99$; Chemie: $r=.10$, $p=.44$).

²⁶ Beschäftigung bedeutet nicht, dass das Fach studiert wurde, sondern dass die Befragten z. B. in einem Seminar mit entsprechenden Themen in Kontakt gekommen sind.

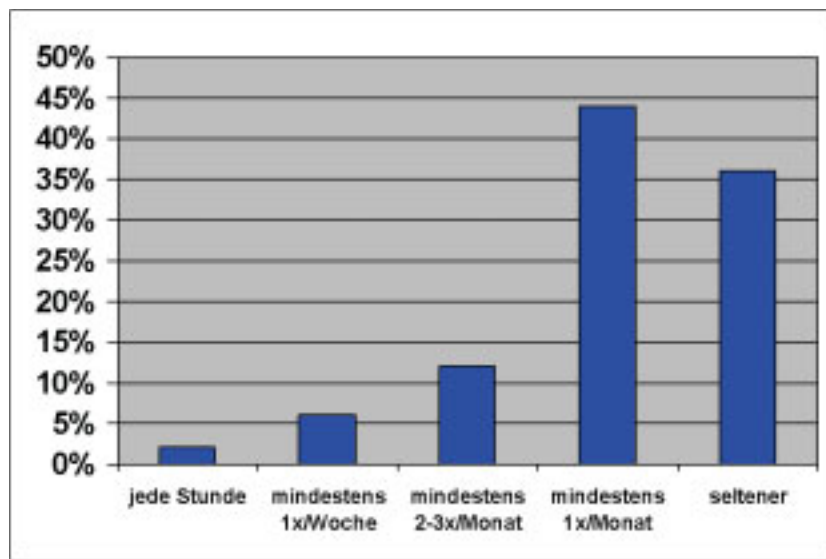


Abbildung 9.6: Angabe über die Häufigkeit des Experimentierens im MeNuK-Unterricht, sofern naturwissenschaftliche Themen behandelt werden.

Befragt man die 64% der Lehrkräfte, die mindestens einmal pro Monat experimentieren, welche Art von Experiment sie durchführen, dann wird sichtbar, dass beliebte Formen der Lehrerdemonstrationsversuch (43,8%) und der Einsatz des Experimentes z. B. in der Lerntheke (43,8%) sind (vgl. Abbildung 9.7).

Beurteilung des eigenen MeNuK-Unterrichts Abschließend werden die Lehrkräfte gebeten, ihren eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht zu benoten. Das entsprechende Notenspektrum reicht dabei von 1,5 bis 5,0. Der Mittelwert ist 2,9 (SD=.74) (vgl. Abbildung 9.8).

Dabei zeigt sich bereits zu Beginn der Untersuchung ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des experimentellen Arbeitens und der Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts ($r=-.303$, $p<.01$). Das bedeutet, dass die Lehrkräfte, die häufiger experimentieren, ihren Unterricht auch besser benoten und umgekehrt.

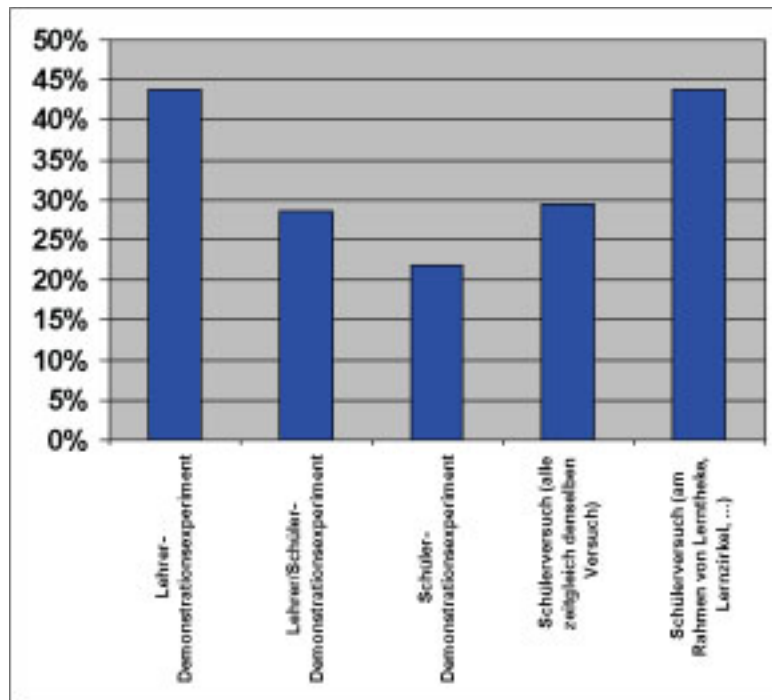


Abbildung 9.7: Angabe über die Art der durchgeführten Experimente, Mehrfachnennungen sind möglich.

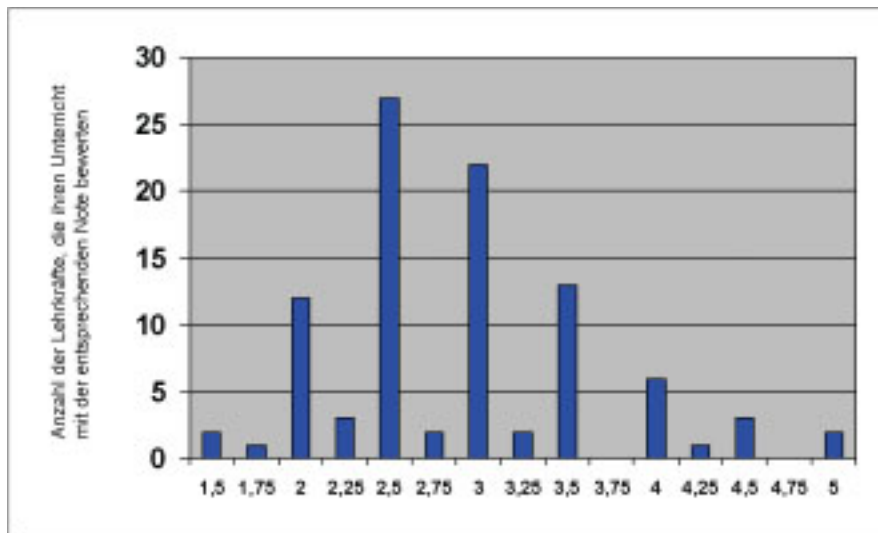


Abbildung 9.8: Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts.

9.9.2 Veränderung in der Selbsteinschätzung der fachwissenschaftlichen Kompetenz

Einschätzung der eigenen Vermittlungskompetenz hinsichtlich naturwissenschaftlicher Inhalte (Faktor F1) Zu Beginn der Untersuchung sind die beiden Gruppen hinsichtlich ihrer Selbsteinschätzung als gleich kompetent anzusehen ($T_{df=94,24}=.687$, $p=.49$). Unmittelbar nach der Fortbildung unterscheiden sich Experimental- und Kontrollgruppe bereits signifikant ($F_{df=1,103}=17.465$, $p<.01$, $\eta^2=.15^{27}$). Dieser signifikante Unterschied bleibt in der Follow-up-Phase (sechs Wochen wie auch vier Monate nach der Fortbildung) konstant (3. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=24.457$, $p<.01$, $\eta^2=.19$; 4. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=30.548$, $p<.01$, $\eta^2=.23$; vgl. auch Tabelle 9.7 und Abbildung 9.9). Diese verbesserte Selbsteinschätzung der Experimentalgruppe kann auch nach einem Zeitraum von acht Monaten nach der Fortbildung nachgewiesen werden ($T_{df=30}=1.359$, $p=.18$).

Tabelle 9.7: Statistische Kennwerte der Einschätzung der eigenen Vermittlungskompetenz.

Faktor F1: Vermittlungskompetenz hinsichtlich naturwissenschaftlicher Inhalte					
	1,1: Vor der Fortbildung	1,2: Nach der Fortbildung	1,3: Sechs Wochen nach der Fortbildung	1,4: Vier Monate nach der Fortbildung	1,5: Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe AM ± SD (N = 54)	2,79 ± ,66	3,62 ± ,50	3,69 ± ,50	3,68 ± ,44	3,11 ± ,52
Kontrollgruppe AM ± SD (N = 52)	2,70 ± ,41	2,76 ± ,40	2,70 ± ,43	2,66 ± ,45	---
F-Wert	---	17,465	24,457	30,548	---
df	---	1,103	1,103	1,103	---
p	---	<.01	<.01	<.01	---
η^2	---	.15	.19	.23	---

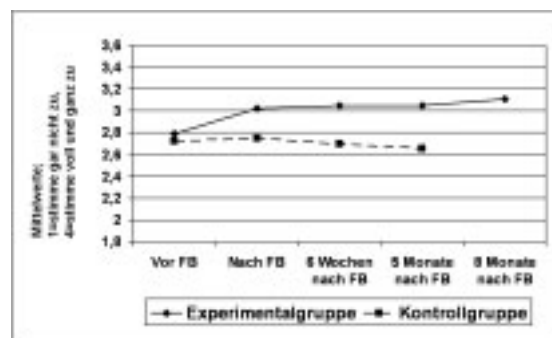


Abbildung 9.9: Einschätzung der eigenen Vermittlungskompetenz im Verlauf der Zeit; FB steht dabei für Fortbildung.

²⁷ F-Wert: Ergebnis der Varianzanalyse; df: Freiheitsgrade; p: Signifikanz; η^2 : Effektstärke.

Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich neuer bildungsplanrelevanter naturwissenschaftlicher Themen (Faktor F2) Experimental- und Kontrollgruppe sind zum ersten Messzeitpunkt als gleich anzusehen ($T_{df=104}=.795$, $p=.43$). Auch bei diesem Faktor unterscheiden sich die beiden Gruppen ab dem Zeitpunkt nach der Fortbildung signifikant voneinander (2. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=30.889$, $p<.01$, $\eta^2=.23$; 3. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=15.822$, $p<.01$, $\eta^2=.13$; 4. Messzeitpunkt: $F_{df=1,102}=21.234$, $p<.01$, $\eta^2=.17$; vgl. auch Tabelle 9.8 und Abbildung 9.10). Die verbesserte Selbsteinschätzung der Experimentalgruppe fällt auch nach acht Monaten nicht ab ($T_{df=29}=1.302$, $p=.20$).

Tabelle 9.8: Statistische Kennwerte der Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich neuer bildungsplanrelevanter Themen.

Faktor F2: Fachwissen bzgl. neuer bildungsplanrelevanter Themen					
	t_1: Vor der Fortbildung	t_2: Nach der Fortbildung	t_3: Sechs Wochen nach der Fortbildung	t_4: Fünf Monate nach der Fortbildung	t_5: Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe AM \pm SD (N = 54)	2.34 \pm .67	2.81 \pm .57	2.73 \pm .55	2.72 \pm .48	2.81 \pm .54
Kontrollgruppe AM \pm SD (N = 52)	2.25 \pm .51	2.26 \pm .54	2.34 \pm .47	2.29 \pm .52	—
F-Wert	—	30.889	15.822	21.234	—
df	—	1,103	1,103	1,102	—
p	—	<.01	<.01	<.01	—
η^2	—	.23	.13	.17	—

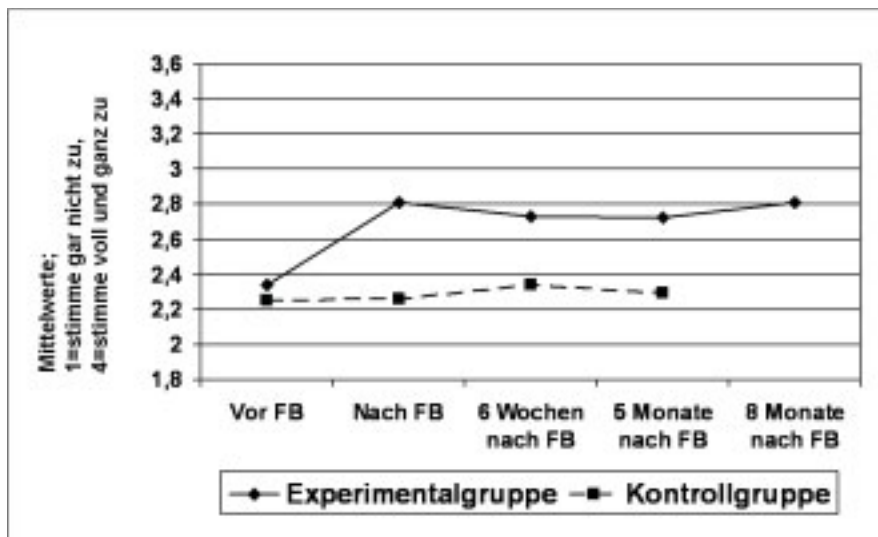


Abbildung 9.10: Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich neuer bildungsplanrelevanter Themen im Verlauf der Zeit.

Einschätzung der physikalisch-chemischen Fachkompetenz (Faktor F3) Bei diesem Faktor sind die beiden Gruppen zu Untersuchungsbeginn als gleich kompetent anzusehen ($T_{df=97,28}=.055$, $p=.96$). Unmittelbar nach den Fortbildungen fühlen sich die Gruppen statistisch gesehen immer noch gleich kompetent ($F_{df=1,101} = 1.670$, $p=.20$, $\eta^2=.02$). Erst in der Follow-up-Phase unterscheiden sich die Gruppen statistisch signifikant voneinander (3. Messzeitpunkt: $F_{df=1,102}=4.168$, $p=.04$, $\eta^2=.04$; 4. Messzeitpunkt: $F_{df=1,102}=11.536$, $p<.01$, $\eta^2=.10$; vgl. auch Tabelle 9.9 und Abbildung 9.11). Diese verbesserte Selbsteinschätzung der Experimentalgruppe bleibt auch nach acht Monaten konstant hoch ($T_{df=30}=1.834$, $p=.08$).

Tabelle 9.9: Statistische Kennwerte der Einschätzung der physikalisch-chemischen Fachkompetenz.

Faktor F3: Physikalisch-chemische Fachkompetenz					
	t_1: Vor der Fortbildung	t_2: Nach der Fortbildung	t_3: Sechs Wochen nach der Fortbildung	t_4: Fünf Monate nach der Fortbildung	t_5: Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe AM \pm SD (N = 54)	2.34 \pm .87	2.48 \pm .80	2.52 \pm .59	2.58 \pm .57	2.61 \pm .54
Kontrollgruppe AM \pm SD (N = 52)	2.33 \pm .51	2.36 \pm .57	2.33 \pm .60	2.31 \pm .56	---
F-Wert	---	1.670	4.168	11.536	---
df	---	1,101	1,102	1,102	---
p	---	.20	.04	<.01	---
η^2	---	.02	.04	.10	---

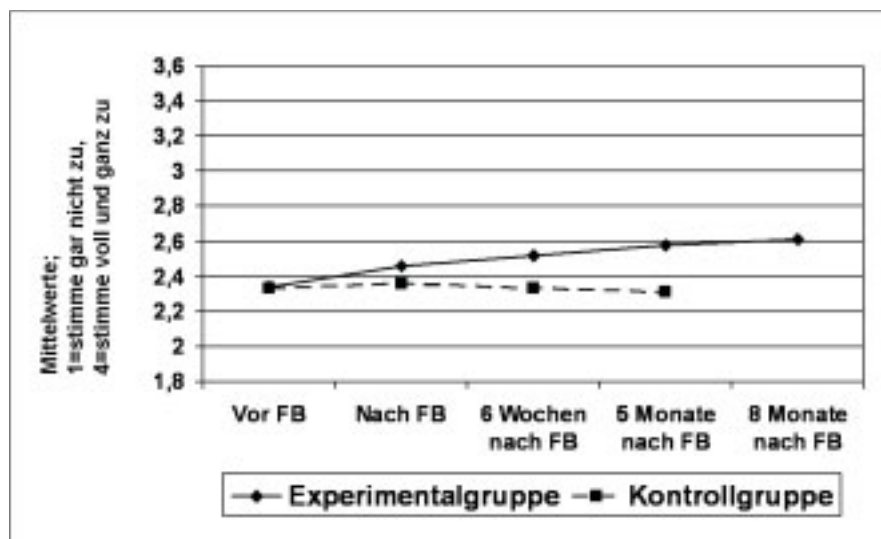


Abbildung 9.11: Einschätzung der physikalisch-chemischen Fachkompetenz im Verlauf der Zeit.

Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich auch bisher geforderter naturwissenschaftlicher Themen (Faktor F4) Hinsichtlich dieses Faktors sind zu Beginn die beiden Gruppen als gleich kompetent anzusehen ($T_{df=104} = 1.471$, $p=.14$). Zum zweiten Messzeitpunkt schätzen sich die Lehrer der Experimentalgruppe tendenziell besser ein ($F_{df=1,103}=3.293$, $p=.07$, $\eta^2=.03$). In der Follow-up-Phase fühlt sich die Experimentalgruppe statistisch gesehen signifikant besser (3. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=9.035$, $p<.01$, $\eta^2=.08$; 4. Messzeitpunkt: $F_{df=1,102}=4.333$, $p=.04$, $\eta^2=.04$; vgl. auch Tabelle 9.10 und Abbildung 9.12). Auch diese verbesserte Selbsteinschätzung der Experimentalgruppe bleibt über einen Zeitraum von acht Monaten konstant ($T_{df=30}=2.038$, $p=.05$).

Tabelle 9.10: Statistische Kennwerte der Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich auch bisher geforderter Themen.

Faktor F4: Fachwissen bzgl. auch bisher geforderter nw. Themen					
	t_1: Vor der Fortbildung	t_2: Nach der Fortbildung	t_3: Sechs Wochen nach der Fortbildung	t_4: Fünf Monate nach der Fortbildung	t_5: Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe AM ± SD (N=54)	2.89 ± .58	3.06 ± .53	3.08 ± .50	3.01 ± .56	3.04 ± .51
Kontrollgruppe (N=52)	2.72 ± .61	2.80 ± .59	2.74 ± .55	2.74 ± .56	---
F-Wert	---	3.293	9.035	4.333	---
DF	---	1,103	1,103	1,102	---
p	---	.07	<.01	.04	---
η^2	---	.03	.08	.04	---

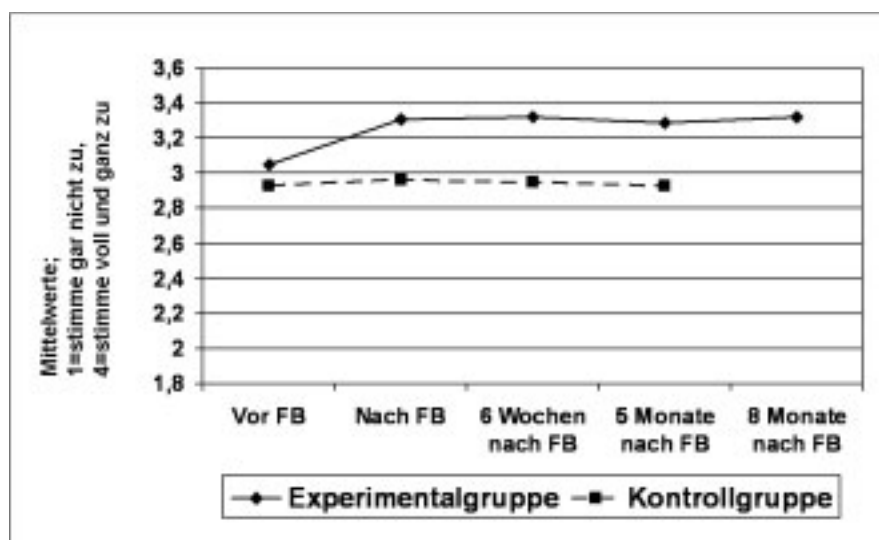


Abbildung 9.12: Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich auch bisher geforderter Themen im Verlauf der Zeit.

Einschätzung der biologischen Fachkompetenz (Faktor F5) Zu Beginn sind die beiden Gruppen als gleich kompetent anzusehen ($T_{df=104} = 1.079$, $p=.28$). Ab dem zweiten Messzeitpunkt unterscheiden sich die beiden Gruppen statistisch signifikant voneinander (2. Messzeitpunkt: $F_{df=1,102} = 13.598$, $p<.01$, $\eta^2 = .12$; 3. Messzeitpunkt: $F_{df=1,102}=13.096$, $p<.01$, $\eta^2=.11$; 4. Messzeitpunkt: $F_{df=1,101}=11.994$, $p<.01$, $\eta^2=.11$; vgl. auch Tabelle 9.11 und Abbildung 9.13). Die verbesserte Selbsteinschätzung der Experimentalgruppe bleibt auch nach einem Zeitraum von acht Monaten zu beobachten ($T_{df=28}=.147$, $p=.89$).

Tabelle 9.11: Statistische Kennwerte der Einschätzung der biologischen Fachkompetenz.

Faktor F5: Biologische Fachkompetenz					
	t_1: Vor der Fortbildung	t_2: Nach der Fortbildung	t_3: Sechs Wochen nach der Fortbildung	t_4: Fünf Monate nach der Fortbildung	t_5: Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe M ± SD (N=54)	3.05 ± .57	3.31 ± .55	3.32 ± .53	3.29 ± .51	3.32 ± .49
Kontrollgruppe (N=52)	2.93 ± .54	2.96 ± .45	2.95 ± .53	2.93 ± .56	---
F-Wert	---	13.598	13.096	11.994	---
DF	---	1,102	1,102	1,101	---
p	---	<.01	<.01	<.01	---
η^2	---	.12	.11	.11	---

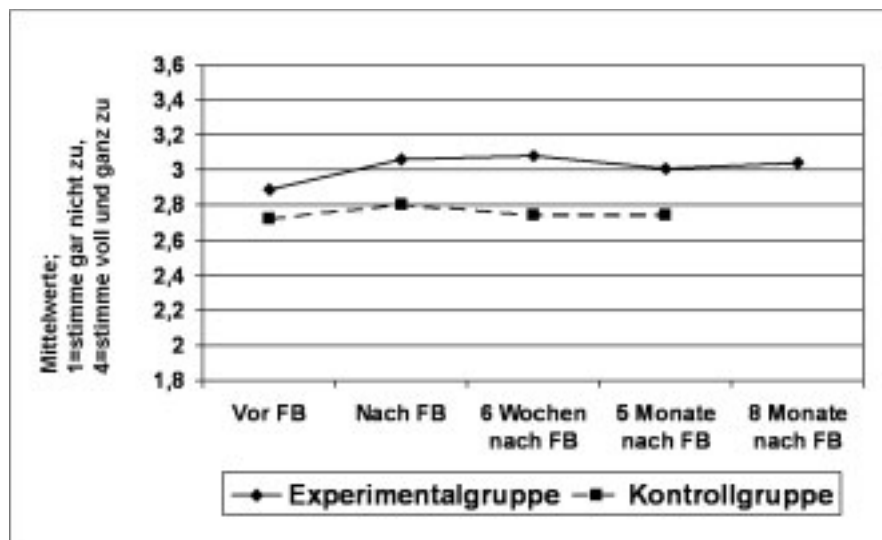


Abbildung 9.13: Einschätzung der biologischen Fachkompetenz im Verlauf der Zeit.

9.9.3 Veränderung in der Selbsteinschätzung der fachdidaktischen und experimentellen Kompetenz

Transfer theoretischen Fachwissens in eine experimentell ausgerichtete unterrichtliche Umsetzung (Faktor E1) Am ersten Messzeitpunkt sind die beiden Gruppen hinsichtlich ihrer Selbsteinschätzung als gleich anzusehen ($T_{df=104}=0.079$, $p=.94$). Durch die Fortbildung gelingt es, die Selbsteinschätzung der Experimentalgruppe dahingehend zu verändern, dass sie sich ab dem zweiten Messzeitpunkt als kompetenter einschätzt (2. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=24.080$, $p<.01$, $\eta^2=.19$; 3. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=23.867$, $p<.01$, $\eta^2=.19$; 4. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=23.144$, $p<.01$, $\eta^2=.18$; vgl. auch Tabelle 9.12 und Abbildung 9.14). Diese gesteigerte Selbsteinschätzung der Experimentalgruppe kann nach acht Monaten sogar noch einmal verbessert werden ($T_{df=30}=2.838$, $p<.01$, $d=.33$).

Tabelle 9.12: Statistische Kennwerte der Einschätzung der Transferfähigkeit.

Faktor E1: Transferfähigkeit von Theorie in Praxis					
	T_1: Vor der Fortbildung	T_2: Nach der Fortbildung	T_3: Sechs Wochen nach der Fortbildung	T_4: Fünf Monate nach der Fortbildung	T_5: Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe AM ± SD (N = 54)	2.40 ± .80	2.78 ± .50	2.90 ± .49	2.85 ± .46	3.00 ± .55
Kontrollgruppe AM ± SD (N = 52)	2.39 ± .53	2.45 ± .47	2.54 ± .51	2.52 ± .48	---
F-Wert	---	24.080	23.867	23.144	---
df	---	1,103	1,103	1,103	---
p	---	<.01	<.01	<.01	---
η^2	---	.19	.19	.18	---

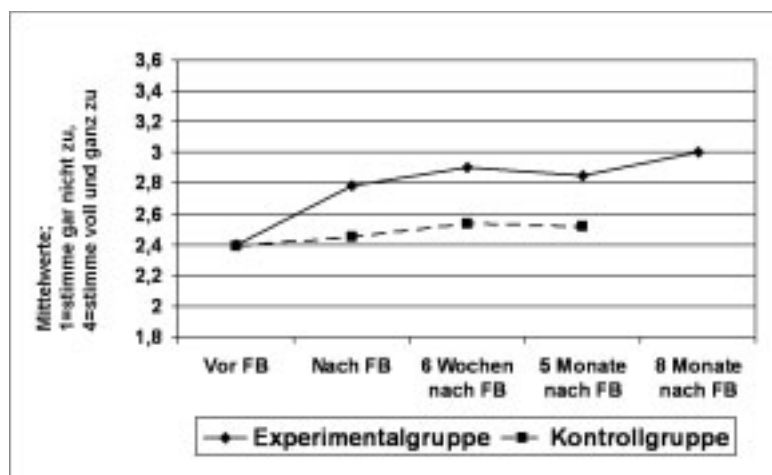


Abbildung 9.14: Einschätzung der Transferfähigkeit im Verlauf der Zeit.

Fähigkeit zum gemeinsamen sicheren experimentellen Arbeiten (Faktor E2) Die anfänglich gleichwertige Selbsteinschätzung der zwei Gruppen ($T_{df=104}=743$, $p=.46$) verändert sich ab dem zweiten Messzeitpunkt dahingehend, dass sich die Experimentalgruppe statistisch signifikant verbessert (2. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=25.468$, $p<.01$, $\eta^2=.20$; 3. Messzeitpunkt: $F_{df=1,102}=21.881$, $p<.01$, $\eta^2=.18$; 4. Messzeitpunkt: $F_{df=1,102}=19.720$, $p<.01$, $\eta^2=.16$; vgl. auch Tabelle 9.13 und Abbildung 9.15). Diese verbesserte Selbsteinschätzung der Experimentalgruppe bleibt auch nach acht Monaten konstant ($T_{df=30}=1.655$, $p=.11$).

Tabelle 9.13: Statistische Kennwerte der Fähigkeit zum gemeinsamen sicheren Experimentieren.

Faktor E2: Fähigkeit zum gemeinsamen sicheren Experimentieren					
	t_1: Vor der Fortbildung	t_2: Nach der Fortbildung	t_3: Sechs Wochen nach der Fortbildung	t_4: Fünf Monate nach der Fortbildung	t_5: Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe AM \pm SD (N = 54)	2.84 \pm .42	3.06 \pm .39	3.12 \pm .41	3.10 \pm .37	3.19 \pm .45
Kontrollgruppe AM \pm SD (N = 52)	2.78 \pm .44	2.70 \pm .40	2.75 \pm .45	2.77 \pm .44	---
F-Wert	---	25.468	21.881	19.720	---
df	---	1,103	1,102	1,102	---
p	---	<.01	<.01	<.01	---
η^2	---	.20	.18	.16	---

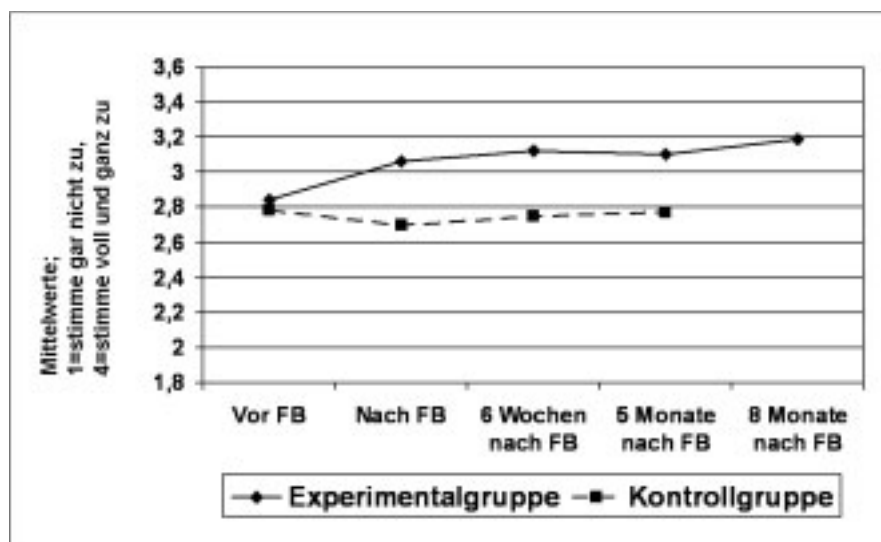


Abbildung 9.15: Einschätzung der Fähigkeit zum gemeinsamen sicheren Experimentieren im Verlauf der Zeit.

Fähigkeit, Experimente zur kognitiven, affektiven und sozialen Kompetenzsteigerung zu nutzen (Faktor E3) Vor der Fortbildung ist zwischen den Gruppen kein signifikanter Unterschied festzustellen ($T_{df=104}=1.167$, $p=.87$). Ab dem zweiten Messzeitpunkt unmittelbar nach den Fortbildungen ist auch hier eine signifikante Steigerung der Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenzen zu verzeichnen, die über die Zeit stabil bleibt (2. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=22.939$, $p<.01$, $\eta^2=.18$; 3. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=8.624$, $p<.01$, $\eta^2=.08$; 4. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=4.950$, $p=.03$, $\eta^2=.05$; vgl. auch Tabelle 9.14 und Abbildung 9.16). Diese positivere Selbsteinschätzung der Experimentalgruppe bleibt auch über einen Zeitraum von acht Monaten konstant ($T_{df=30}=1.606$, $p=.12$).

Tabelle 9.14: Statistische Kennwerte der Einschätzung der Kompetenz, Experimente vielfältig zu nutzen.

Faktor E3: Experimente zur vielfältigen Kompetenzsteigerung nutzen					
	T_1: Vor der Fortbildung	T_2: Nach der Fortbildung	T_3: Sechs Wochen nach der Fortbildung	T_4: Fünf Monate nach der Fortbildung	T_5: Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe AM ± SD (N = 54)	3.06 ± .46	3.24 ± .39	3.22 ± .37	3.18 ± .37	3.31 ± .43
Kontrollgruppe AM ± SD (N = 52)	3.00 ± .48	2.85 ± .62	3.03 ± .53	3.03 ± .53	---
F-Wert	---	22.939	8.624	4.950	---
df	---	1,103	1,103	1,103	---
p	---	<.01	<.01	.03	---
η^2	---	.18	.08	.05	---

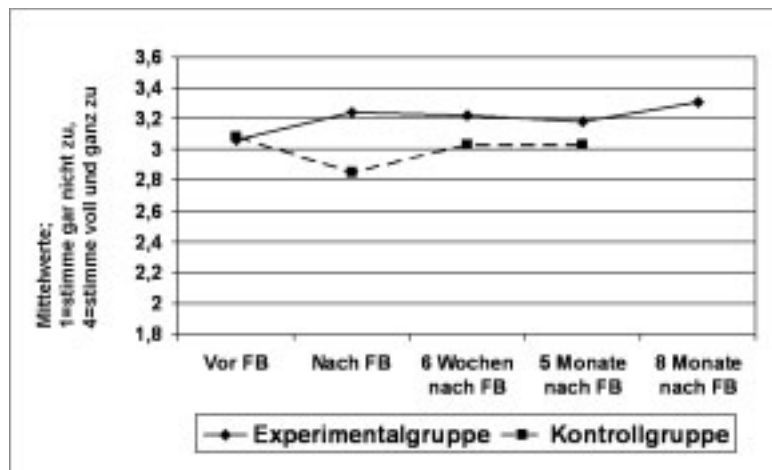


Abbildung 9.16: Einschätzung der Kompetenz, Experimente vielfältig zu nutzen im Verlauf der Zeit.

Entwicklung der Kenntnisse über lehrplanrelevante Experimente (Faktor EXP)

Zu Beginn der Untersuchung liegen beide Lehrerguppen bezüglich ihrer Kenntnisse im mittleren Bereich und unterscheiden sich nicht signifikant voneinander ($T_{df=104}=389$, $p=.70$). Bereits unmittelbar nach der Fortbildung geben die Lehrkräfte der Experimentalgruppe an, über verbesserte Kenntnisse zu verfügen ($F_{df=1,103}=87.803$, $p<.01$, $\eta^2=.46$). Dieses signifikante Ergebnis lässt sich auch über den Untersuchungszeitraum von vier Monaten nachweisen (3. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=94.291$, $p<.01$, $\eta^2=.48$; 4. Messzeitpunkt: $F_{df=1,103}=104.805$, $p<.01$, $\eta^2=.50$; vgl. auch Tabelle 9.15 und Abbildung 9.17). Auch nach acht Monaten ist bei der Experimentalgruppe ein Kenntniszuwachs zu verzeichnen, der gegenüber dem letzten Messzeitpunkt vor vier Monaten konstant geblieben ist ($T_{df=27}=1.000$, $p=.33$).

Tabelle 9.15: Statistische Kennwerte der Entwicklung der Kenntnisse über lehrplanrelevante Experimente.

Faktor EXP: Kenntnisse über lehrplanrelevante Experimente					
	L.1 Vor der Fortbildung	L.2 Nach der Fortbildung	L.3 Dreißig Wochen nach der Fortbildung	L.4 Fünf Monate nach der Fortbildung	L.5 Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe (AM = 90 (M=54))	2,95 ± 49	3,42 ± 52	3,38 ± 47	3,33 ± 38	3,38 ± 40
Kontrollgruppe (N=52)	2,91 ± 51	2,97 ± 44	2,99 ± 38	2,98 ± 44	—
F-Wert	—	87,803	94,291	104,805	—
df	—	1,103	1,103	1,103	—
p	—	<.01	<.01	<.01	—
η^2	—	.46	.48	.50	—

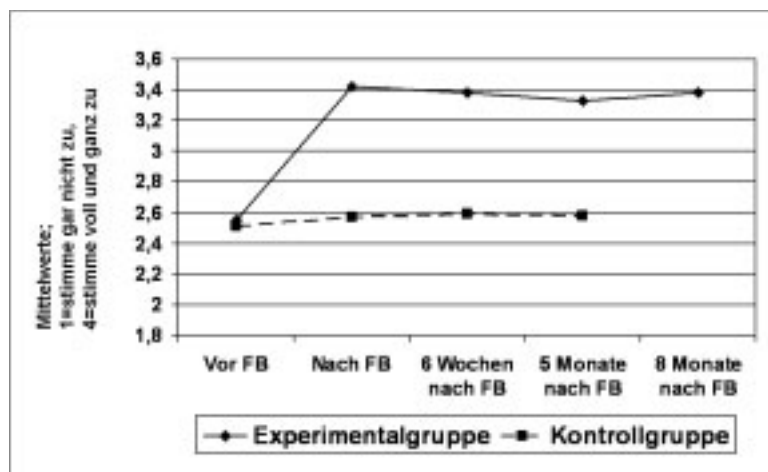


Abbildung 9.17: Entwicklung der Kenntnisse über lehrplanrelevante Experimente im Verlauf der Zeit.

9.9.4 Unterstützung und Kooperation im Kollegium (A1)

Zu Beginn der Untersuchung geben sowohl die Lehrer der Experimental- als auch die der Kontrollgruppe eine mittlere Unterstützung und Kooperation im Kollegium an ($T_{df=100}=.230, p=.82$). Nach der Fortbildung ändert sich dieser Sachverhalt und die Lehrer der Experimentalgruppe bewerten die Unterstützung und Kooperation im Kollegium signifikant besser im Vergleich zu den Lehrern der Kontrollgruppe (2. Messzeitpunkt: $F_{df=1,96}=12.810, p<.01, \eta^2=.12$; 3. Messzeitpunkt: $F_{df=1,96}=6.997, p=.01, \eta^2=.07$; 4. Messzeitpunkt: $F_{df=1,99}=6.273, p=.01, \eta^2=.06$; vgl. auch Tabelle 9.16 und Abbildung 9.18). Dieses verbesserte Empfinden der Unterstützung und Kooperation im Kollegium bei der Experimentalgruppe bleibt auch über einen Zeitraum von acht Monaten konstant ($T_{df=29}=.193, p=.85$).

Tabelle 9.16: Statistische Kennwerte der Unterstützung und Kooperation im Kollegium.

Faktor A1: Unterstützung und Kooperation					
	t_1: Vor der Fortbildung	t_2: Nach der Fortbildung	t_3: Sechs Wochen nach der Fortbildung	t_4: Fünf Monate nach der Fortbildung	t_5: Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe KM ± SD (N = 54)	2.61 ± .94	2.81 ± .94	2.95 ± .82	2.93 ± .86	2.90 ± .89
Kontrollgruppe (N = 52)	2.57 ± .91	2.15 ± 1.07	2.58 ± .86	2.52 ± .91	---
F-Wert	---	12.810	6.997	6.273	---
df	---	1,96	1,96	1,99	---
p	---	<.01	.01	.01	---
η^2	---	.12	.07	.06	---

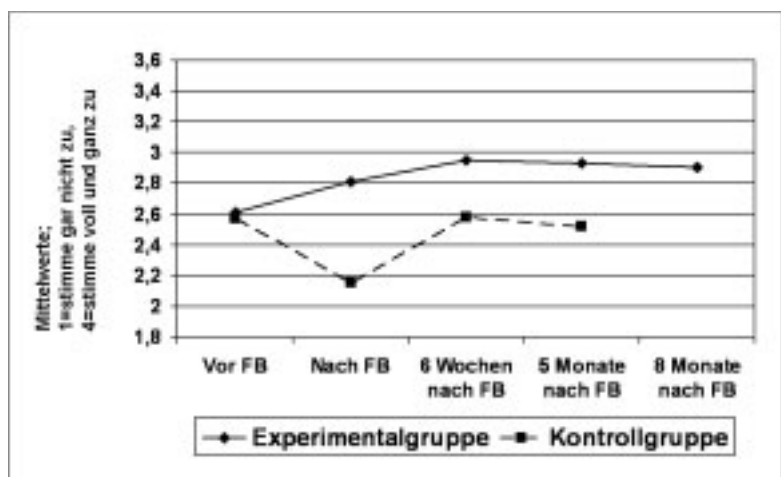


Abbildung 9.18: Unterstützung und Kooperation im Kollegium im Verlauf der Zeit.

9.9.5 Entwicklung der Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts

Diese allgemeine positive Entwicklung des Selbstkonzepts hinsichtlich der eigenen Kompetenz bei der Experimentalgruppe spiegelt sich auch in einer besseren Benotung des eigenen Unterrichts wider (vgl. Tabelle 9.17 und Abbildung 9.19). Zu Beginn der Untersuchung benoten beide Gruppen ihren Unterricht gleich gut ($T_{df=94}=.699$, $p=.486$). Nach der Fortbildung unterscheiden sich die Gruppen statistisch signifikant voneinander (2. Messzeitpunkt: $F_{df=1,89}=12.679$, $p<.01$, $\eta^2=.13$, 3. Messzeitpunkt: $F_{df=1,90}=45.586$, $p<.01$, $\eta^2=.34$, 4. Messzeitpunkt: $F_{df=1,92}=52.569$, $p<.01$, $\eta^2=.36$).

Tabelle 9.17: Statistische Kennwerte der Entwicklung der Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts.

Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts					
	T1: Vor der Fortbildung	T2: Nach der Fortbildung	T3: Sechs Wochen nach der Fortbildung	T4: Fünf Monate nach der Fortbildung	T5: Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe AM \pm SD (N = 54)	2,85 \pm ,59	2,44 \pm ,55	2,44 \pm ,49	2,29 \pm ,43	2,22 \pm ,56
Kontrollgruppe AM \pm SD (N = 52)	2,95 \pm ,78	2,93 \pm ,82	2,93 \pm ,60	2,90 \pm ,62	---
F-Wert	---	12,679	45,586	52,569	---
df	---	1,89	1,90	1,92	---
p	---	<.01	<.01	<.01	---
η^2	---	,13	,34	,36	---

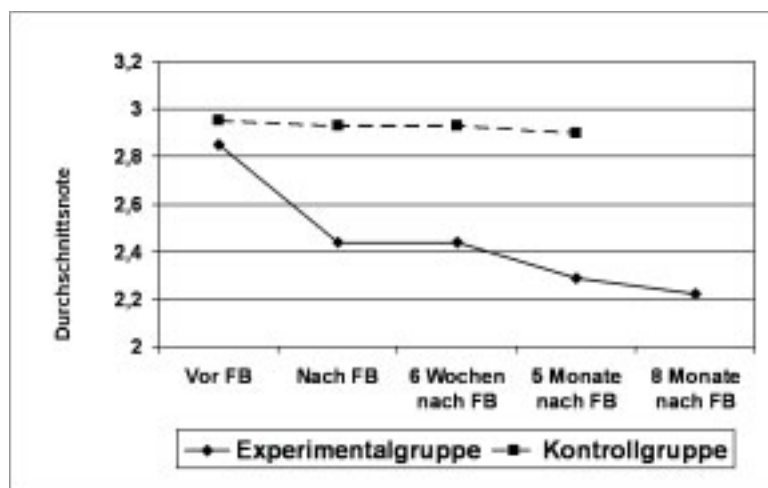


Abbildung 9.19: Entwicklung der Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts im Verlauf der Zeit.

Diese signifikant bessere Einschätzung des Unterrichts bleibt auch zum Messzeitpunkt nach acht Monaten konstant ($T_{df=28}=1.516$, $p=.14$).

9.9.6 Veränderung in der Experimentierhäufigkeit

Zu Beginn der Untersuchung experimentieren die Lehrkräfte nur selten. Knapp 80% der Lehrkräfte experimentieren einmal im Monat oder seltener, sofern gerade naturwissenschaftliche Themenfelder erarbeitet werden (vgl. Abbildung 9.6).

Dabei ist es unbedeutend, ob man Lehrer der Experimentalgruppe oder der Kontrollgruppe befragt ($T_{df=98}=3.382, p=.70$). Nach den drei Fortbildungsnachmittagen experimentieren die Lehrer der Experimentalgruppe signifikant häufiger als die Lehrkräfte der Kontrollgruppe ($F_{df=4,88}=4.979, p<.01, \eta^2=.185$). Dieser Sachverhalt ist über den gesamten Untersuchungszeitraum signifikant zu beobachten (3. Messzeitpunkt: $F_{df=4,88}=7.524, p<.01, \eta^2=.26$; 4. Messzeitpunkt: $F_{df=4,90}=9.038, p<.01, \eta^2=.29$; vgl. auch Tabelle 9.18 und Abbildung 9.20).

Auch die Tatsache, dass die Lehrkräfte der Experimentalgruppe nach der Fortbildung signifikant häufiger experimentieren, erweist sich als zeitstabil ($T_{df=28}=1.189, p=.85$).

Tabelle 9.18: Statistische Kennwerte der Veränderung der Experimentierhäufigkeit.

Experimentierhäufigkeit					
	L1: Vor der Fortbildung	L2: Nach der Fortbildung	L3: Sechs Wochen nach der Fortbildung	L4: Fünf Monate nach der Fortbildung	L5: Acht Monate nach der Fortbildung
Experimentalgruppe (N = 54)	1,91 ± 1,02	2,19 ± ,86	2,22 ± ,86	2,45 ± 1,13	2,82 ± 1,18
Kontrollgruppe (N = 52)	1,88 ± ,87	1,91 ± ,87	1,94 ± ,86	1,98 ± ,83	—
F-Wert	—	4,979	7,524	9,038	—
df	—	4,88	4,88	4,90	—
p	—	<.01	<.01	<.01	—
η^2	—	.185	.26	.29	—

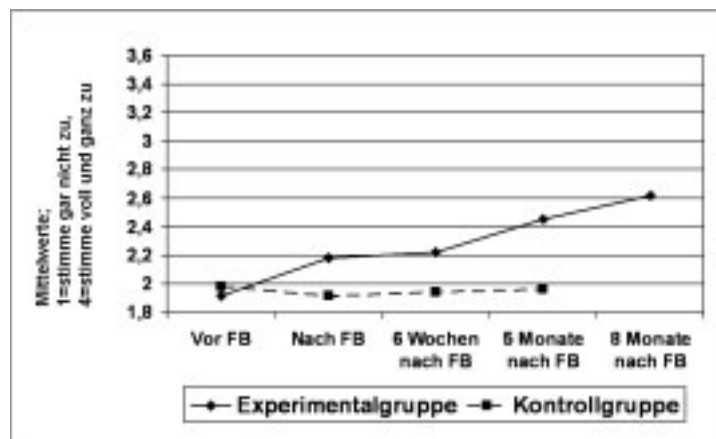


Abbildung 9.20: Veränderung der Experimentierhäufigkeit im Verlauf der Zeit.

9.9.7 Einweisung von Kollegen in das Arbeiten mit der NAWilino-Box – Multiplikatorenfunktion

Da in der Fortbildung ausführlich auf die Rolle der Lehrer als Multiplikatoren für ihre Kollegen eingegangen wird, werden die Lehrkräfte dahingehend auch mit Material ausgestattet. Für die Untersuchung ist es von Interesse herauszuarbeiten, ob die Lehrer auch tatsächlich als Multiplikatoren fungieren. 31 von 54 Lehrern (57,4%) übernehmen diese Multiplikatorenrolle und führen ihre Kollegen in das Arbeiten mit der NAWilino-Box ein. Dies geschieht hauptsächlich im Rahmen von Konferenzen (vgl. Abbildung 9.21).

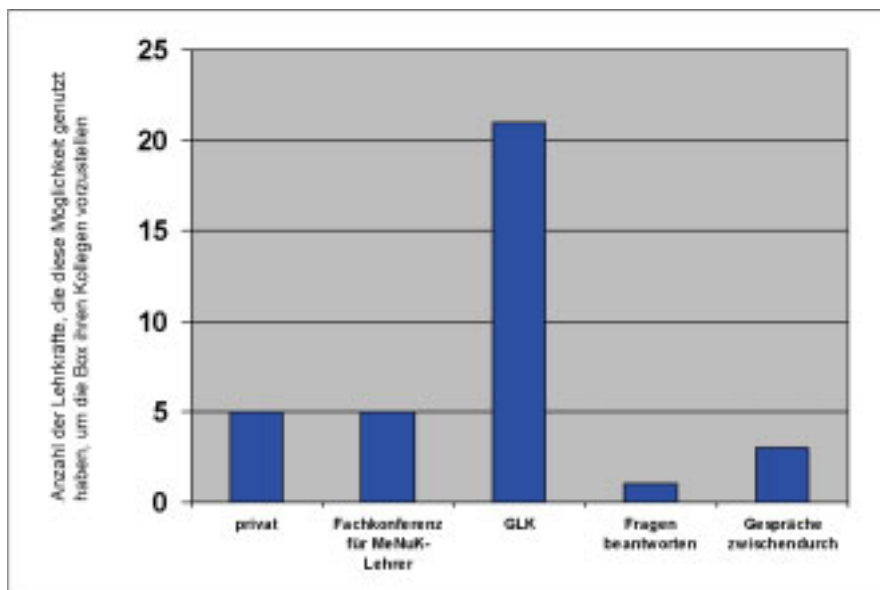


Abbildung 9.21: Die benutzten Methoden der Multiplikatoren zur Informationsvermittlung für Kollegen (Mehrfachnennungen sind möglich). GLK bedeutet Gesamtlehrerkonferenz.

Im Durchschnitt werden dabei von jeder Lehrkraft 5-6 Kollegen eingewiesen (AM = 6.10; SD = 4.73; Median = 5).

9.9.8 Bewertung der NAWilino-Box

Die Lehrer der Experimentalgruppe werden sechs Wochen sowie vier bzw. acht Monate nach der Fortbildung über die NAWilino-Box befragt. Dabei geht es um die Einschätzung der Arbeitsblätter, der in der Box enthaltenen Materialien sowie der NAWilino-Box insgesamt. Abbildung 9.22 visualisiert die sehr positive Einschätzung der Lehrer bezüglich der NAWilino-Box.

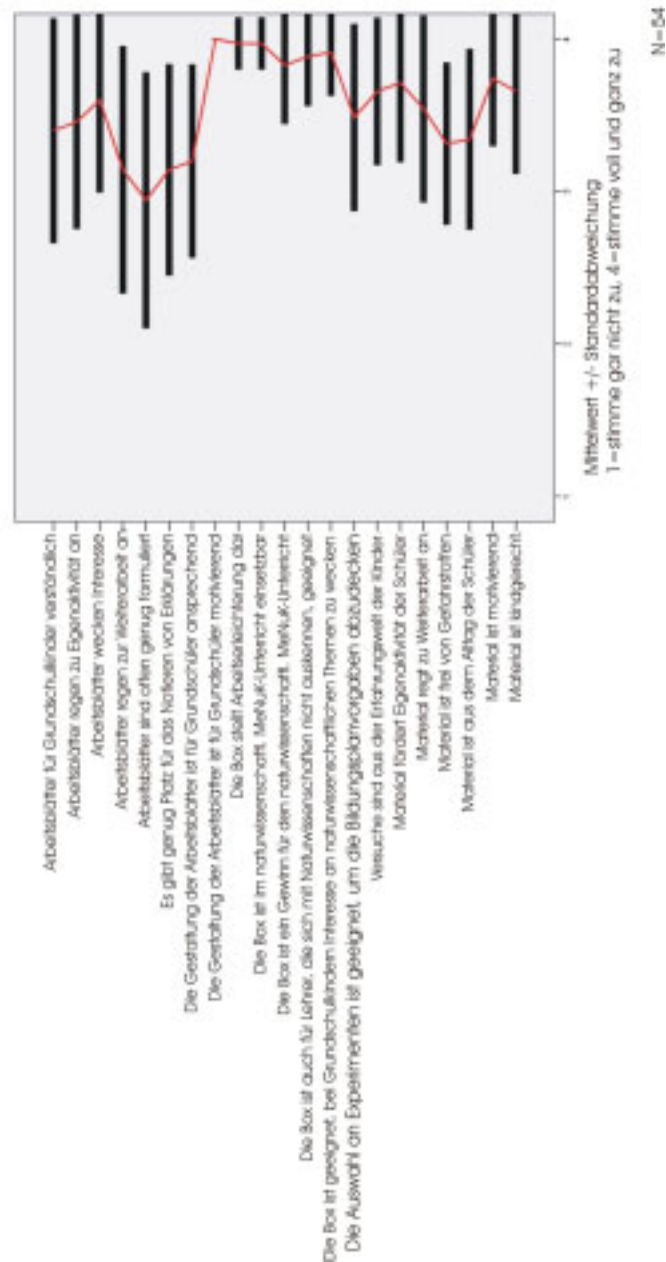


Abbildung 9.22: Beurteilung der NAWilino-Box sechs Wochen nach der Fortbildung.

Diese Einschätzung kann auch durch Effekte sozialer Erwünschtheit oder ein monotonen Ankreuzverhalten bedingt sein. Da sich die Einschätzung nach vier Monaten aber nicht signifikant von den Werten der sechs Wochen nach der Lehrerfortbildung durchgeführter Erhebung unterscheidet, kann dies als Indiz für eine aufrichtige Einschätzung der NAWilino-Box seitens der Lehrkräfte gewertet werden. Diese Einschätzungen sind

auch nach einem Zeitraum von acht Monaten nach der Fortbildung konstant. Lediglich in zwei Punkten gibt es signifikante Veränderungen zum Positiven. Der Aussage, dass die Materialien frei von Gefahrstoffen sind, wird signifikant häufiger zugestimmt ($T_{df=27}=2,553$, $p=.02$, $d=.37$). Auch die Aussage, dass die Materialien aus dem Alltag der Schüler stammen, erhält eine signifikant größere Zustimmung ($T_{df=28}=2,768$, $p=.01$, $d=.53$).

9.9.9 Benotung der NAWilino-Box

Sechs Wochen nach der Fortbildung Die NAWilino-Box soll darüber hinaus von den Lehrkräften benotet werden. Dabei erhält die Box nach sechs Wochen eine Durchschnittsnote von 1,5 (SD=.51), wobei die Lehrer ein Notenspektrum von 1 bis 3,25 benutzen (vgl. Abbildung 9.23).

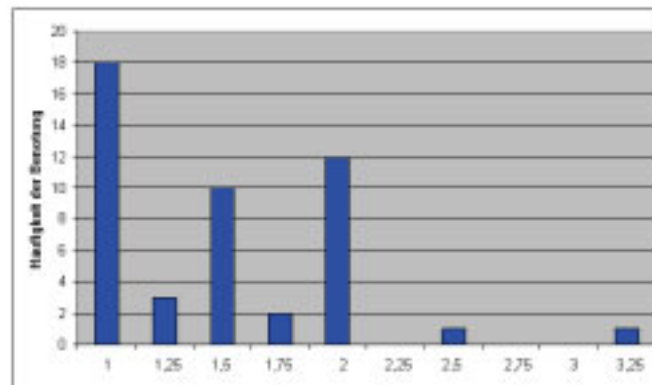


Abbildung 9.23: Benotung der NAWilino-Box sechs Wochen nach der Fortbildung.

Vier Monate nach der Fortbildung Auch nach einem Zeitraum von vier Monaten sollen die Lehrkräfte die NAWilino-Box benoten. Erneut erhält die Box eine Durchschnittsnote von 1,5 (SD=.55), wobei sich das ausgeschöpfte Notenspektrum von 1 bis 3,5 erstreckt (vgl. Abbildung 9.24).

Acht Monaten nach der Fortbildung Auch nach acht Monaten werden die Lehrkräfte gebeten, die NAWilino-Box zu benoten. Dabei zeigt sich, dass die NAWilino-Box erneut ausgezeichnet benotet wird: Der Durchschnitt verbessert sich um ein Zehntel auf 1,4 (SD = .42). Die Verteilung der Noten (vgl. Abbildung 9.25) zeigt, dass nahezu alle Lehrkräfte die NAWilino-Box mit der Note 2 oder besser bewerten.

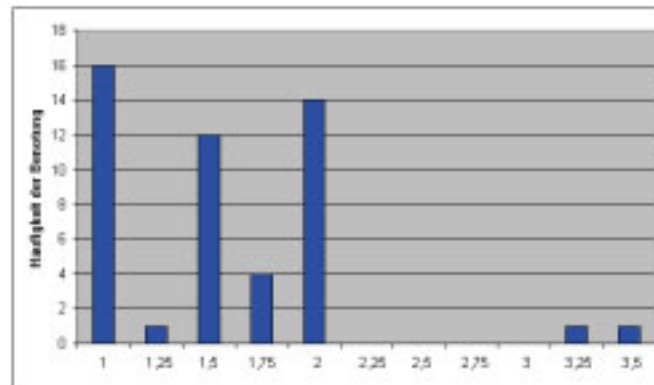


Abbildung 9.24: Benotung der NAWilino-Box vier Monate nach der Fortbildung.

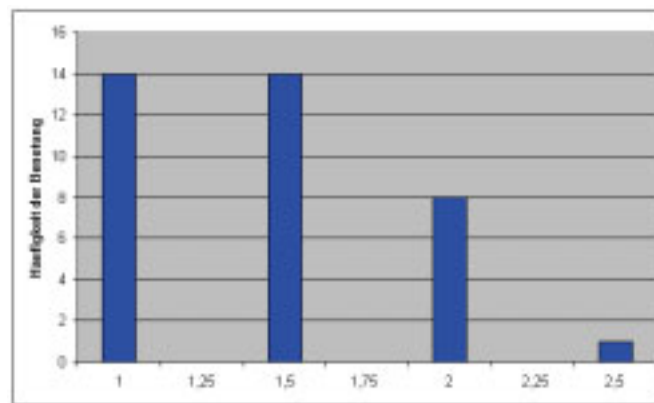


Abbildung 9.25: Benotung der NAWilino-Box nach einem Zeitraum von 8 Monaten.

9.9.10 Einsatz der NAWilino-Box

Sechs Wochen nach der Fortbildung Sechs Wochen nach der Fortbildung setzen etwa 40 % der Lehrer der Experimentalgruppe (39,2%) die NAWilino-Box noch nicht ein. 1-2-mal wird sie von 52,9% eingesetzt und 7,7% haben sie bereits 3-4-mal im Einsatz. Dabei werden alle acht Themen behandelt (vgl. Abbildung 9.26), wobei der Themenkomplex Feuer zu den Favoriten zählt (14-mal behandelt).

Von den Lehrern, die die NAWilino-Box noch nicht einsetzen, gibt einer an, er hat bisher noch keine Zeit, die Box einzusetzen. Die anderen geben an, seit der Fortbildung keine naturwissenschaftlichen Themenfelder zu behandeln.

Vier Monate nach der Fortbildung Vier Monate nach der Fortbildung setzt knapp ein Viertel der Lehrkräfte (22,6%) die NAWilino-Box noch nicht ein, 31 Lehrer (58,5%) 1-

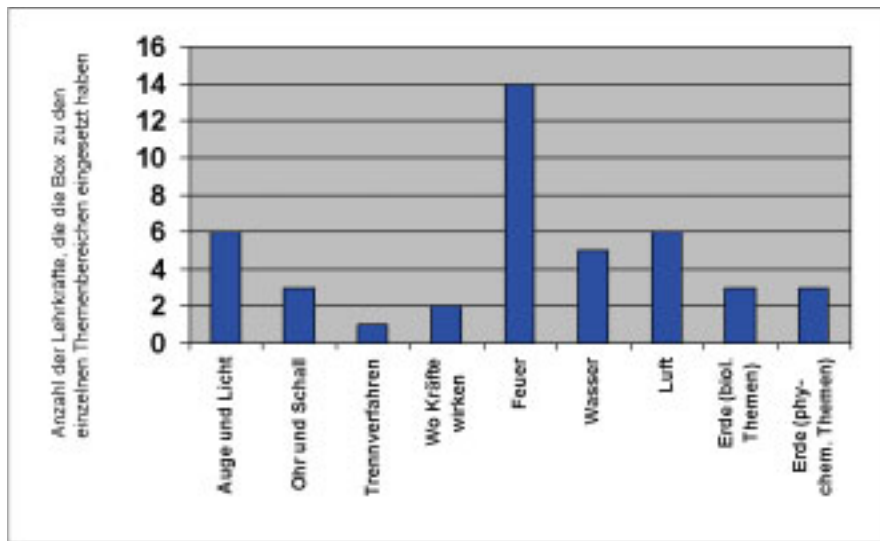


Abbildung 9.26: Themen, die sechs Wochen nach der Fortbildung mit der NAWilino-Box bereits behandelt werden.

2-mal, 8 Lehrer (15,1%) 3-4-mal und 2 Lehrer (3,8%) mehr als 5-mal. Die Auswahl der Themen zeigt, dass der Themenkomplex Feuer immer noch zu den am häufigsten behandelten gehört. In den vergangenen drei Monaten seit der letzten Befragung wird aber auch oft der Themenkomplex Wasser thematisiert (vgl. Abbildung 9.27).

Von den Lehrern, die die NAWilino-Box auch nach vier Monaten noch nicht einsetzen, geben alle an, bislang keine naturwissenschaftlichen Themenfelder zu behandeln.

Acht Monate nach der Fortbildung Von den 39 Lehrkräften, die auch zu einem Zeitpunkt acht Monate nach der Fortbildung den Fragebogen ausfüllen, geben 33 (84,6%) an, die NAWilino-Box in den vier Monaten seit der letzten Befragung erneut einzusetzen. 14 Lehrkräfte (42,4%) setzen sie 1-2-mal ein, 13 Lehrkräfte (39,4%) 3-4-mal und sechs Lehrkräfte (18,2%) 5-mal oder mehr. Die Lehrkräfte, die die NAWilino-Box nicht einsetzen, geben als Grund an, keine naturwissenschaftlichen Themen zu behandeln.

Betrachtet man die Themen, die in den vier Monaten zwischen vierter und fünfter Datenerhebung behandelt werden, dann fällt auf, dass erneut der Themenbereich Wasser sehr häufig erarbeitet wird (vgl. Abbildung 9.28).

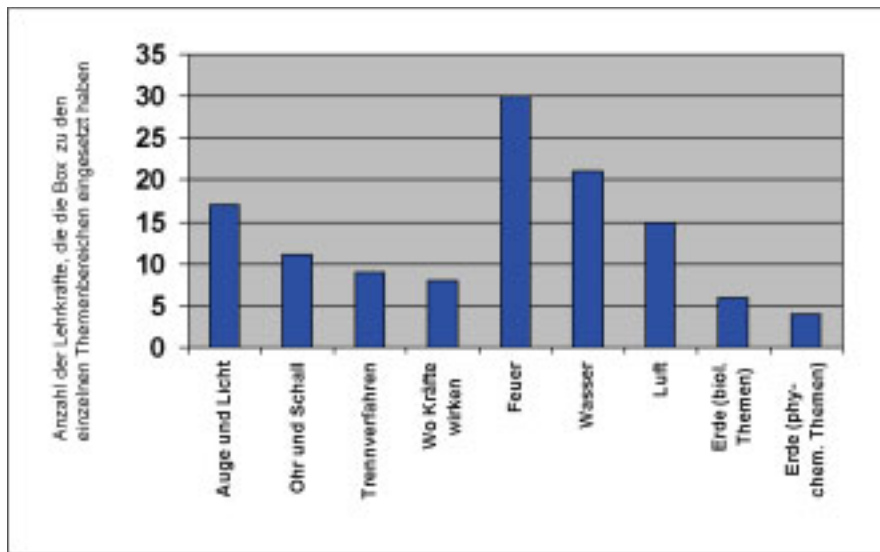


Abbildung 9.27: Themen, die in den vier Monaten seit der Fortbildung behandelt werden.

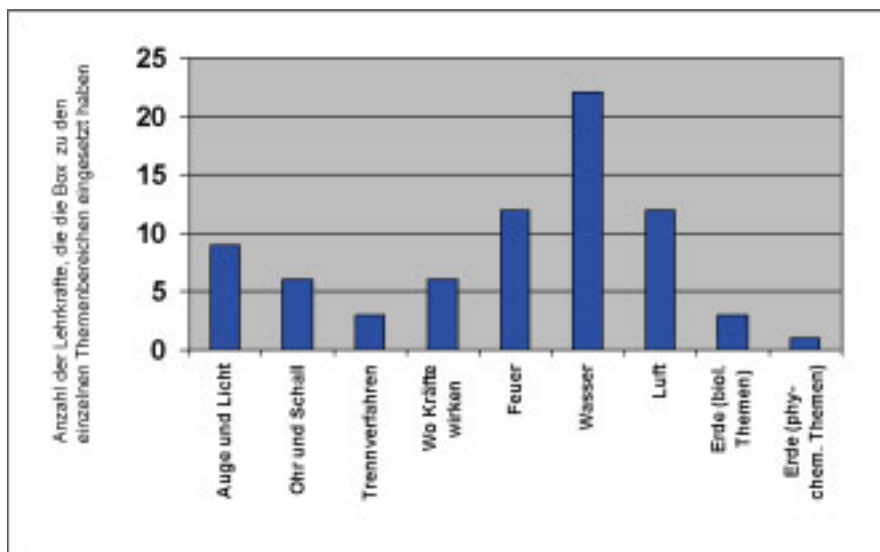


Abbildung 9.28: Behandelte Themen in den vier Monaten zwischen Messzeitpunkt t4 und t5.

9.10 Diskussion

9.10.1 Zusammensetzung der Stichprobe – Geschlecht, Alter, Staatsexamen und Dienstjahre

Die Zusammensetzung der Stichprobe – ein überproportionaler Frauenanteil – entspricht in etwa der Geschlechterverteilung der an Grundschulen tätigen Lehrpersonen. Die Tatsache, dass mehr als die Hälfte der befragten Lehrkräfte (51,9%) älter als 50 Jahre ist, überrascht angesichts der Altersstruktur der Gesamtlehrerschaft nicht.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass nach den beiden Merkmalen Geschlecht und Alter eine gute Repräsentativität zur Gesamtpopulation der Grundschullehrkräfte erreicht wird. Die im ersten Augenblick bestehende Diskrepanz zwischen der Tatsache, dass mehr als die Hälfte der Lehrkräfte vor 20 oder mehr Jahren ihr zweites Staatsexamen machen, aber die durchschnittliche Zeit im Schuldienst ungefähr 17 Jahre beträgt, lässt sich leicht erklären, wenn man bedenkt, dass die meisten Teilnehmer der Untersuchung weiblich sind und sicherlich einige Jahre Erziehungsurlaub nehmen.

9.10.2 Persönliches Interesse an Naturwissenschaften, Qualifikation durch das Studium sowie Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts

Knapp 90% der befragten Grundschullehrkräfte geben an, sich für Naturwissenschaften zu interessieren; 98% erachten es für wichtig, dass bereits in der Grundschule naturwissenschaftliche Inhalte vermittelt werden. Diese Zahlen sind sehr positiv und sollen eigentlich optimistisch stimmen.

Tatsache ist aber auch, dass nur 3 der befragten 106 Lehrkräfte (2,8%) ein Fach aus dem Bereich der „harten“ Naturwissenschaften, zu denen Physik und Chemie gezählt werden, studiert haben. Und auch nur 7,6% bzw. 8,6% der befragten Lehrkräfte haben sich mit Physik bzw. Chemie im Studium beschäftigt. Diese Zahlen bedeuten aber auch, dass sich 72,4% und damit 3 von 4 Lehrern im Rahmen ihres Studiums nicht mit Naturwissenschaften beschäftigt haben.

Diese Fakten weisen auf einen Missstand hin: Die meisten Lehrkräfte sind durch ihr Studium nicht oder nur unzureichend dahingehend qualifiziert, naturwissenschaftliche Inhalte mit Grundschulkindern zu erarbeiten oder experimentell zu erforschen. Dies zeigt sich auch darin, dass 36% der Lehrkräfte nie naturwissenschaftliche Experimente durchführen, weitere 44% lediglich einmal im Monat. Nur 8% der Lehrkräfte experimentieren mindestens einmal pro Woche, wenn gerade naturwissenschaftliche Inhalte thematisiert werden.

Diese nicht zufriedenstellenden Resultate spiegeln sich aber auch in der Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts wider. Die Durchschnittsnote 2,9 bedeutet lediglich eine befriedigende Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen

Unterrichts. 12 von 106 befragten Lehrkräften (11,3%) beurteilen ihren Unterricht sogar mit 4,0 oder schlechter, lediglich 15 (14,2%) benoten ihren Unterricht mit 2,0 oder besser.

Auffällig ist die Tatsache, dass ein mittelgroßer, statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Benotung des eigenen Unterrichts und der Häufigkeit der experimentellen Erarbeitung naturwissenschaftlicher Inhalte im Unterricht besteht. Daraus kann abgeleitet werden, dass Grundschullehrkräften durchaus bewusst ist, dass zu einem guten naturwissenschaftlichen Unterricht eine experimentelle Erarbeitung gehört. All diese Resultate belegen, dass Handlungsbedarf dahingehend besteht, den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule zu verbessern.

Für Lehrkräfte, die ihre Ausbildung bereits abgeschlossen haben, kann dies über Lehrerfortbildungen geschehen. Viel wichtiger aber ist es, dass bereits im Studium Theorie und Praxis des naturwissenschaftlichen Arbeitens eingeübt werden. Nach wie vor aber unterrichten an Grundschulen viele Lehrkräfte fachfremd Naturwissenschaften oder vermeiden diese bewusst, weil ihnen die entsprechende Expertise fehlt. Hier besteht eine Diskrepanz zwischen dem, was bildungspolitisch gefordert wird, und dem, was in der Schulrealität vorherrscht.

9.10.3 Veränderung der Selbsteinschätzung der fachwissenschaftlichen Kompetenz

Hinsichtlich der Faktoren F1²⁸, F2²⁹, F4³⁰ und F5³¹ ist es möglich, durch die Fortbildungen eine signifikante Verbesserung mit großen Effektstärken in der Selbsteinschätzung zu erzielen. Lediglich bei Faktor F3³² unterscheiden sich die Experimental- und Kontrollgruppe nach der Fortbildung nicht signifikant voneinander; ein signifikanter Unterschied liegt erst in der Follow-up-Phase mit mittelgroßen Effekten vor. Ein möglicher Grund kann darin liegen, dass das in der Fortbildung erworbene Wissen sich erst „setzen“ muss. Ein wirkliches Kompetenzzempfinden tritt erst mit der Zeit ein, nachdem in konkreten Schulsituationen dieses Wissen zur Anwendung kommt und positive Erfahrungen damit gemacht werden, so dass die Lehrkräfte dann in der Follow-up-Phase von sich das Gefühl haben, in diesem Bereich kompetent zu sein.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass es gelingt, durch die dreimal halbtags durchgeführte Lehrerfortbildung die Selbsteinschätzung zu verbessern. Diese Verbesserung ist auch nach einem Zeitraum von acht Monaten bei allen fünf Faktoren zeitstabil. Diese

²⁸ Einschätzung der eigenen Vermittlungskompetenz hinsichtlich naturwissenschaftlicher Inhalte.

²⁹ Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich neuer bildungsplanrelevanter naturwissenschaftlicher Themen.

³⁰ Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich auch bisher geforderter naturwissenschaftlicher Themen.

³¹ Einschätzung der biologischen Fachkompetenz.

³² Einschätzung der physikalisch-chemischen Fachkompetenz.

Tatsache weist zudem darauf hin, dass man davon ausgehen kann, dass die Lehrkräfte ehrlich antworten und soziale Erwünschtheit ausgeschlossen werden kann.

9.10.4 Veränderung der Selbsteinschätzung der fachdidaktisch-experimentellen Kompetenz

Auch hinsichtlich der Faktoren E1³³, E2³⁴, E3³⁵ und EXP³⁶ ist es möglich, durch die angebotene Fortbildung einen Kompetenzzuwachs zu erzielen, der über einen Zeitraum von acht Monaten konstant bleibt. Bei Faktor E1 verbessert sich die Kompetenzeinschätzung zwischen dem vorletzten und letzten Messzeitpunkt noch einmal signifikant. Dies kann damit erklärt werden, dass die Lehrkräfte nach der Fortbildung mit der NAWilino-Box im Unterricht vermehrt experimentell arbeiten (vgl. Kapitel 9.9.6) und damit immer sicherer im Umgang mit Experimenten und deren Auswertung bzw. Interpretation werden.

9.10.5 Unterstützung und Kooperation im Kollegium

Durch die Lehrerfortbildung kommt es auch zu einer signifikanten Verbesserung im Empfinden der Kooperation und Unterstützung im Kollegium. Dies kann dadurch erklärt werden, dass die Lehrkräfte in der Fortbildung in Teams zusammenarbeiten und ein großer Wert auf Austausch der Lehrkräfte untereinander gelegt wird. Auch sollen die Lehrkräfte als Multiplikatoren fungieren und andere Kollegen in das Arbeiten mit der Box einweisen, wodurch ein weiteres verbindendes Moment zwischen den Lehrkräften einer Schule geschaffen wird und somit sicherlich dazu beiträgt, dass die Kooperation intensiviert werden kann. Bei der Kontrollgruppe ist zum zweiten Messzeitpunkt ein Abfall in der Einschätzung der Unterstützung und Kooperation von einem halben Punktwert zu verzeichnen, der sich aber zum dritten Messzeitpunkt nach sechs Wochen wieder auflöst. Für diesen Abfall gibt es keine Erklärung, die sich aus den Daten oder aber der durchgeführten Intervention ableiten lässt.

9.10.6 Entwicklung der Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts

Insgesamt kann eine Verbesserung in der Benotung des eigenen Unterrichts bei der Experimentalgruppe von über einer halben Note (t_1 : AM=2.85, SD=.69, t_5 : AM=2.22,

³³ Transfer theoretischen Fachwissens in eine experimentell ausgerichtete unterrichtliche Umsetzung.

³⁴ Fähigkeit zum gemeinsamen sicheren experimentellen Arbeiten.

³⁵ Fähigkeit, Experimente zur kognitiven, affektiven und sozialen Kompetenzsteigerung zu nutzen.

³⁶ Kenntnisse über lehrplanrelevante Experimente.

$SD=.56$, $T_{df=28}=6.932$, $p<.01$, $d=1.06$) erreicht werden. Auch wenn man die Verteilung der Notengebung betrachtet, wird dieses positive Ergebnis bestätigt (vgl. Abbildung 9.29).

Schätzen zu Beginn der Untersuchung nur 7 von 49 Lehrkräften (14,3%) ihren naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht besser als 2 ein, so sind es acht Monate nach der Fortbildung 15 von 29 (51,7%). Im Notenspektrum von 1 bis 3 liegen vor Beginn der Untersuchung 71,4% der befragten Lehrkräfte, acht Monate später sind es 96,6%.

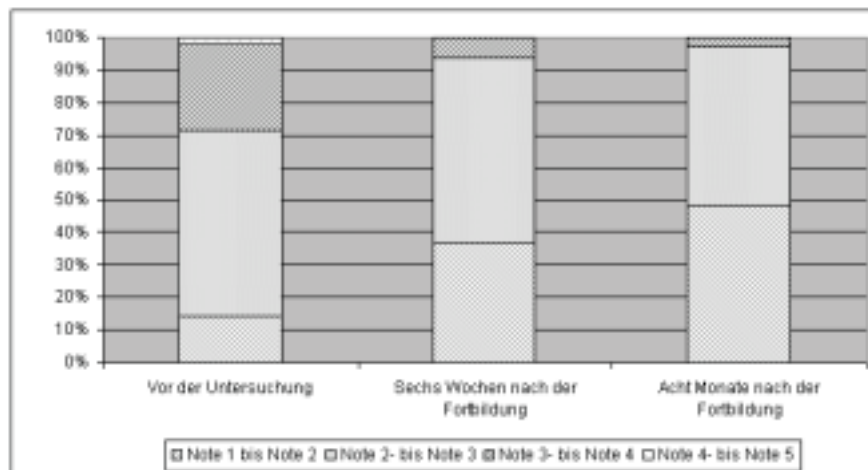


Abbildung 9.29: Benotung des eigenen MeNuK-Unterrichts vor der Fortbildung und sechs Wochen sowie acht Monate danach.

9.10.7 Veränderung in der Experimentierhäufigkeit sowie Einsatz der NAWilino-Box

Durch die Lehrerfortbildung sowie die Ausgabe der NAWilino-Box kann die Häufigkeit, mit der in MeNuK-Stunden mit naturwissenschaftlichem Inhalt experimentiert wird, signifikant gesteigert werden. Die NAWilino-Box wird von den Lehrkräften im Unterricht gezielt eingesetzt, so dass man davon ausgehen kann, dass sie von den Lehrkräften als sinnvolles Unterrichtsmaterial angesehen wird und das Experimentierkastensystem für die praktische Umsetzung im Unterricht geeignet ist.

Betrachtet man die mit der NAWilino-Box behandelten Themenbereiche wird deutlich, dass die Themenbereiche Feuer, Wasser und Luft immer noch zu den am häufigsten behandelten Themen gehören, allerdings werden die Themenbereiche jetzt auch experimentell erarbeitet. Diese drei Themen sind sehr alltagsnah und es ist zu vermuten, dass es den Lehrkräften gut gelingt, einen Bezug zur Alltagswelt der Schüler herzustellen. Nach wie vor selten behandelt werden physikalisch/chemische Themen wie Trennver-

fahren oder Kräfte. Es ist zu vermuten, dass die Lehrkräfte trotz Fortbildung nicht so vertraut mit diesen Themenbereichen sind.

10 Zusammenfassung und Ausblick

10.1 Zusammenfassung

Das Schülerlabor NAWilino an der Pädagogischen Hochschule Freiburg zeigt eine Möglichkeit, sowohl dem Wissensdurst der Schüler, die an naturwissenschaftlichen Fragestellungen interessiert sind, die motiviert und begeistert Phänomene erforschen und verstehen wollen, als auch den Bedürfnissen der Lehrkräfte, vor allem derer, die fachfremd unterrichten müssen, gerecht zu werden.

Im Schülerlabor haben Grundschulklassen die Möglichkeit, zu verschiedenen Themenbereichen der Inhalte Feuer, Wasser, Luft und Erde zu experimentieren. Dabei werden nur bildungsplankonforme Inhalte thematisiert.

Um eine direkte Einbindung in den Unterrichtsverlauf zu ermöglichen, haben die Lehrkräfte im Vorfeld die Möglichkeit, gezielt Themenfelder für das Praktikum zu wählen. Neben der Heranführung an die faszinierende Welt der Naturwissenschaften und dem Wecken von Motivation für naturwissenschaftliche Themenfelder werden auch auf kindgerechte Art und Weise naturwissenschaftliche Arbeitsweisen eingeübt. Empirische Untersuchungen zeigen, dass dauerhaftes naturwissenschaftliches Interesse nur durch eine nachhaltige Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themenbereichen entsteht (Engeln, 2004; Brandt, 2005; Guderian, 2007) und Experimentierkompetenz sich nur entwickeln kann, wenn regelmäßig experimentiert wird.

Aus diesem Grund ist es aber auch wichtig, dass zwei weitere Säulen in dem Bemühen, die naturwissenschaftliche Bildung bei Grundschulkindern zu stärken, hinzugenommen werden: Das Experimentierkastensystem „NAWilino-Box“ sowie entsprechende Fortbildungen für Grundschullehrkräfte.

Die Entwicklung der NAWilino-Box begründet sich dabei auf einer empirischen Fragebogenuntersuchung (Bröll u. a., 2007), die im Sommer 2006 im Regierungspräsidium Freiburg durchgeführt wird. Ausgangspunkt für diese Untersuchung ist die Tatsache, dass sich in Gesprächen mit Lehrkräften, die mit ihrer Klasse das NAWilino-Labor besuchen, erhebliche Defizite bezüglich der eigenen naturwissenschaftlichen Fachkompetenz sowie der materiellen Ausstattung an Grundschulen herausstellen; auf der anderen Seite aber zeigt sich ein offensichtlich großes Interesse hinsichtlich eines Fortbildungsangebots zu naturwissenschaftlichen Themen.

Um den Grundschullehrkräften die Angst vor chemischen und physikalischen Experimenten zu nehmen und sie zu befähigen, auch in ihrem Unterricht mit Freude und Erfolg Grundschulkindern an Chemie und Naturwissenschaften heranzuführen, wird ein spezielles Fortbildungskonzept erarbeitet. Dabei werden mit den Lehrkräften sowohl

Theorie- als auch Praxisaspekte besprochen, damit die Lehrkräfte hinreichend für das Arbeiten mit der NAWilino-Box im Unterricht vorbereitet sind.

Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung zeigen, dass es durchaus möglich ist, das Selbstkonzept der Lehrkräfte hinsichtlich ihrer fachlichen Kompetenz sowie ihrer experimentellen Fähigkeiten zu verändern. So schätzen sich die Lehrkräfte nach der Teilnahme an den Fortbildungen signifikant besser ein wenn es beispielsweise darum geht, die eigenen Fachkenntnisse zu bildungsplanrelevanten Inhalten zu beurteilen. Aber auch hinsichtlich ihrer experimentellen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie ihrer Kenntnisse über grundschulrelevante Experimente bescheinigen sich die Lehrkräfte durch die Fortbildungen einen signifikanten Kompetenzzuwachs. Dadurch verändert sich die Häufigkeit, mit der naturwissenschaftliche Inhalte im Grundschulunterricht auch experimentell erarbeitet werden. Die Lehrkräfte experimentieren mit ihren Schülern signifikant häufiger und setzen dabei die NAWilino-Box als Unterrichtsmaterial ein. Dies kann als Indiz dafür gesehen werden, dass sie von den Lehrkräften als geeignete Unterstützung bei der praktischen Erarbeitung des Unterrichtsgegenstandes gesehen wird.

Das verbesserte Selbstkonzept und das vermehrte Experimentieren haben auch einen Einfluss auf die Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts, welche sich im Durchschnitt um eine halbe Note verbessert.

Um flächendeckend einen positiven Effekt im Sinne einer nachhaltigen Unterrichtsentwicklung zu erzielen, müssen vermehrt Lehrerfortbildungen angeboten werden. Dabei ist es wünschenswert, seitens der Schulämter oder Regierungspräsidien für den naturwissenschaftlichen Bereich ein Netzwerk von Fachberatern bzw. Ansprechpartnern zu installieren, damit die Lehrkräfte der einzelnen Schulen bei Bedarf und Interesse ein entsprechendes Fortbildungsangebot anfordern können.

10.2 Ausblick

In einem nächsten Forschungsschritt muss es darum gehen, die Qualität der naturwissenschaftlichen Unterrichtsstunden zu untersuchen. Dabei sind vor allem folgende Fragen von Interesse:

- Werden die Experimente in einen Kontext eingebettet und sind sie Bestandteil im Rahmen einer kompletten Unterrichtseinheit?
- Werden vor der Versuchsdurchführung Hypothesen aufgestellt?
- Werden Variablen bei der Versuchsdurchführung verändert, um allgemeine Aussagen treffen und Gesetzmäßigkeiten aus den Versuchen ableiten zu können?
- Werden die theoretischen Aspekte, die den jeweiligen Versuch erklären, ausführlich und eingehend mit den Schülern besprochen?

- Oder werden die Versuche im Rahmen von Experimentierstunden oder Forscherworkshops bei Projekttagen angeboten und nur auf phänomenologischer Ebene betrachtet?

Um auf diese Fragen eine Antwort zu bekommen eignen sich Methoden, die der qualitativen empirischen Forschung zuzuordnen sind. So können beispielsweise Videoaufzeichnungen im Unterricht durchgeführt werden. Da diese aber nicht spontan machbar sind, sondern mit den Lehrkräften abgesprochen werden müssen, können diese Aufzeichnungen unter Umständen eine Situation widerspiegeln, die so nicht der Unterrichtsrealität entspricht. Aus diesem Grund ist es überlegenswert, zusätzlich eine Analyse der Schülerhefte vorzunehmen.

Neben diesen Forschungsfragen bietet sich aufgrund der großen Besucherzahlen im NAWilino-Schülerlabor eine gute Möglichkeit, Schülervorstellungen von Grundschulkindern zu erheben. Diese können dann in die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien einfließen, so dass bereits in einer frühen Stufe der schulischen Bildung damit begonnen werden kann, die Schüler mit fachlich richtigen naturwissenschaftlichen Denkansätzen vertraut zu machen. Damit kann eventuell verhindert werden, dass die Schüler schwer zu verändernde Vorstellungen aufbauen bzw. diese sich durch Alltagserfahrungen so festigen, dass sie in einem späteren Stadium das Aufnehmen und Verankern naturwissenschaftlicher Erklärungsansätze erschweren.

Um den Grundschullehrkräften eine Hilfestellung zu geben, wie eine sinnvolle Einbettung der Experimente aus der NAWilino-Box in einen Kontext möglich ist, müssen in weiteren Arbeitsschritten Unterrichtseinheiten konzipiert werden. Vom Einstieg über die Erarbeitung bis hin zur Festigung des Unterrichtsgegenstandes sollen Materialien erstellt werden.

Ziel ist es, dass die Arbeitsblätter der NAWilino-Box nicht losgelöst von jeglichem Kontext zum Einsatz kommen, sondern an passender Stelle in die Unterrichtseinheit integriert werden.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Schematische Darstellung des „heimatlichen Weltbildes“ in seiner Vermittlung im Sachunterricht der Nachkriegszeit.	10
2.2	Das Spiralcurriculum nach Spreckelsen (1971).	13
2.3	Zielgruppen der Schülerlabore, aufgeteilt nach Altersstufen.	23
3.1	Aufgabenbeispiele für die einzelnen Kompetenzstufen, aus Prenzel u. a. (2003, S. 158).	32
3.2	Aufgabenbeispiele für die einzelnen Kompetenzstufen, aus Prenzel u. a. (2003, S. 159).	33
4.1	Ein Sagittalschnitt des menschlichen Gehirns, aus Lefrançois (2006, S. 140), © Springer-Verlag, Heidelberg.	40
4.2	Einfaches Modell einer Mehrspeicherkonzeption, nach Seel (2003).	42
4.3	Eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten des Arbeitsgedächtnismodells, nach Baddeley (1999).	43
4.4	Zusammenspiel von Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis und dabei involvierter Prozesse, nach Seel (2003).	44
4.5	Lernen ist ein individueller Prozess. Was gelernt wird, ist nicht immer vorhersagbar..., aus Lefrançois (2006, S. 24), © Springer-Verlag, Heidelberg.	46
4.6	Die Versuchsanordnung von Pawlow, aus Lefrançois (2006, S. 34), © Springer-Verlag, Heidelberg.	48
4.7	Klassische Konditionierung einer Aversion gegen Mathematik, nach Lefrançois (2006).	50
4.8	Die vier Hauptstufen in der Entwicklung nach Piaget, graphisch dargestellt.	56
4.9	Experiment zur Erklärung von Invarianz, nach Lefrançois (2006).	57
5.1	Drei Kategorien von Schlüsselkompetenzen, nach OECD (2005).	69
5.2	Das „Haus des Lernens“, nach Klippert (2004).	71
6.1	Private Beschäftigung mit Naturwissenschaften.	84
6.2	Prozentsatz der Lehrkräfte, die angeben, im entsprechenden Fach über gute/sehr gute Kenntnisse zu verfügen.	86
6.3	Intensität der Behandlung naturwissenschaftlicher Themenfelder.	87

6.4	Häufigkeit des Experimentierens im naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht.	88
6.5	Gründe für mangelndes Experimentieren im Fächerverbund MeNuK. . .	88
6.6	Geäußerte Erwartungen an eine Lehrerfortbildung.	89
7.1	Das Modell der partizipativen fachdidaktischen Aktionsforschung, nach Eilks und Ralle (2002).	94
7.2	Reflektion eines Lichtstrahls an einem Spiegel, sichtbar gemacht mit Baby-Puder.	97
7.3	Sichtbarmachen von Schallschwingungen auf einer beruhten Plexiglasplatte.	97
7.4	Salzrückgewinnung durch Abdampfen des Wassers.	98
7.5	Verschiedene Magnete.	98
7.6	Der Luftballon mit Ohren.	99
7.7	Die Teebeutelrakete.	99
7.8	Die Tochterflamme.	100
7.9	Die unterschiedlichen Farben des Rotkohllindikators.	100
7.10	Benötigte Materialien für den Versuch „Was braucht die Kerze zum Brennen?“.	101
7.11	Anleitung für den Versuch „Was braucht die Kerze zum Brennen?“. . .	102
7.12	Mögliche Versuchsbeobachtung für den Versuch „Was braucht die Kerze zum Brennen?“.	102
7.13	Die NAWilino-Box.	104
7.14	Inhalt der Kiste für den Themenbereich Feuer.	105
7.15	Positive Rückmeldung der Referendare des Staatlichen Seminars für Didaktik und Lehrerbildung Offenburg.	107
7.16	Stellungnahme der Referendare zu den Arbeitsblättern, der NAWilino-Box an sich sowie zu dem verwendeten Material.	108
7.17	Positive Rückmeldung der Lehrkräfte der Clara-Grunwald-Grundschule.	109
7.18	Stellungnahme der Lehrkräfte der Clara-Grunwald-Grundschule zu unterschiedlichen Aspekten der NAWilino-Box.	111
8.1	Dimensionen der Lehrerfortbildung, nach Wolf u. a. (1999).	114
8.2	Anforderungen seitens der Lehrkräfte an eine Lehrerfortbildung.	116
8.3	Bereiche, in denen die Lehrkräfte von der Fortbildung profitieren, sowie Rückmeldungen zur Lehrerfortbildung.	120
8.4	Punkte, die den Lehrkräften gut an der Fortbildung gefallen.	121
9.1	Struktur des eingesetzten Fragebogens.	124
9.2	Die fünf Messzeitpunkte der empirischen Untersuchung.	125
9.3	Scree-Plot der Items bezüglich fachdidaktischer bzw. Experimentierkompetenz.	129

9.4	Untersuchungsdesign.	135
9.5	Anzahl der Lehrkräfte, die die entsprechenden Fächer im Rahmen von MeNuK studiert haben.	140
9.6	Angabe über die Häufigkeit des Experimentierens im MeNuK-Unterricht, sofern naturwissenschaftliche Themen behandelt werden.	141
9.7	Angabe über die Art der durchgeführten Experimente.	142
9.8	Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts.	142
9.9	Einschätzung der eigenen Vermittlungskompetenz im Verlauf der Zeit.	143
9.10	Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich neuer bildungsplanrelevanter Themen im Verlauf der Zeit.	144
9.11	Einschätzung der physikalisch-chemischen Fachkompetenz im Verlauf der Zeit.	145
9.12	Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich auch bisher geforderter Themen im Verlauf der Zeit.	146
9.13	Einschätzung der biologischen Fachkompetenz im Verlauf der Zeit.	147
9.14	Einschätzung der Transferfähigkeit im Verlauf der Zeit.	148
9.15	Einschätzung der Fähigkeit zum gemeinsamen sicheren Experimentieren im Verlauf der Zeit.	149
9.16	Einschätzung der Kompetenz, Experimente vielfältig zu nutzen im Verlauf der Zeit.	150
9.17	Entwicklung der Kenntnisse über lehrplanrelevante Experimente im Verlauf der Zeit.	151
9.18	Unterstützung und Kooperation im Kollegium im Verlauf der Zeit.	152
9.19	Entwicklung der Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts im Verlauf der Zeit.	153
9.20	Veränderung der Experimentierhäufigkeit im Verlauf der Zeit.	154
9.21	Die benutzten Methoden der Multiplikatoren zur Informationsvermittlung für Kollegen.	155
9.22	Beurteilung der NAWilino-Box sechs Wochen nach der Fortbildung.	156
9.23	Benotung der NAWilino-Box sechs Wochen nach der Fortbildung.	157
9.24	Benotung der NAWilino-Box vier Monate nach der Fortbildung.	158
9.25	Benotung der NAWilino-Box nach einem Zeitraum von 8 Monaten.	158
9.26	Themen, die sechs Wochen nach der Fortbildung mit der NAWilino-Box bereits behandelt werden.	159
9.27	Themen, die in den vier Monaten seit der Fortbildung behandelt werden.	160
9.28	Behandelte Themen in den vier Monaten zwischen Messzeitpunkt t4 und t5.	160
9.29	Benotung des eigenen MeNuK-Unterrichts vor der Fortbildung und sechs Wochen sowie acht Monate danach.	164

Tabellenverzeichnis

2.1	Die Neunfeldertafel für den Fächerverbund MeNuK, nach Reinhoffer (2006).	20
3.1	Kompetenzstufen und Skalenbereich, nach Prenzel u. a. (2003).	31
3.2	Verteilung der Schüler in Deutschland auf die fünf Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz (Grundschule), nach Prenzel u. a. (2003).	34
4.1	Die wesentlichen Inhalte der Lerntheorien im Überblick, nach Schwarzer und Buchwald (2007).	47
4.2	Verschiedene Konsequenzen.	50
4.3	Grundsätzliche Unterschiede zwischen Behaviorismus und Kognitivismus, nach Lefrançois (2006).	55
9.1	Deskriptiv-statistische Kennwerte des Itempools.	127
9.2	Trennschärfe der Items.	132
9.3	Statistische Kennwerte der Faktoren der fachwissenschaftlichen Kompetenz.	133
9.4	Statistische Kennwerte der Faktoren der fachdidaktischen und experimentellen Kompetenz.	133
9.5	Statistische Kennwerte der Faktoren Unterstützung und Kooperation im Kollegium.	134
9.6	Prozentuale Altersverteilung der Stichprobe, getrennt nach Geschlecht.	139
9.7	Statistische Kennwerte der Einschätzung der eigenen Vermittlungskompetenz.	143
9.8	Statistische Kennwerte der Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich neuer bildungsplanrelevanter Themen.	144
9.9	Statistische Kennwerte der Einschätzung der physikalisch-chemischen Fachkompetenz.	145
9.10	Statistische Kennwerte der Einschätzung der Fachkompetenz hinsichtlich auch bisher geforderter Themen.	146
9.11	Statistische Kennwerte der Einschätzung der biologischen Fachkompetenz.	147
9.12	Statistische Kennwerte der Einschätzung der Transferfähigkeit.	148
9.13	Statistische Kennwerte der Fähigkeit zum gemeinsamen sicheren Experimentieren.	149

9.14	Statistische Kennwerte der Einschätzung der Kompetenz, Experimente vielfältig zu nutzen.	150
9.15	Statistische Kennwerte der Entwicklung der Kenntnisse über lehrplanrelevante Experimente.	151
9.16	Statistische Kennwerte der Unterstützung und Kooperation im Kollegium.	152
9.17	Statistische Kennwerte der Entwicklung der Benotung des eigenen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterrichts.	153
9.18	Statistische Kennwerte der Veränderung der Experimentierhäufigkeit. .	154

Literaturverzeichnis

- [Aebli 2001] AEBLI, H.: *Denken: Das Ordnen des Tuns: Band 1: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie*. 3. Auflage. Stuttgart : Klett-Cotta, 2001
- [Amelang und Zielinski 2004] AMELANG, M. ; ZIELINSKI, W.: *Psychologische Diagnostik und Intervention*. 3., korrigierte, aktualisierte und überarb. Aufl., [Nachdr.] /. Berlin : Springer, 2004
- [Anderson und Lucas 1997] ANDERSON, D. ; LUCAS, K.: The Effectiveness of Orienting Students to the Physical Features of a Science Museum Prior to Visitation. In: *Research in Science Education* 27 (1997), Nr. 4, S. 485–495
- [Anderson 1980] ANDERSON, J. R.: *Cognitive psychology and its implications*. San Francisco : Freeman, 1980
- [Anderson 2001] ANDERSON, J. R.: *Kognitive Psychologie*. Heidelberg : Spektrum Akademischer Verlag, 2001
- [Ausubel 1974] AUSUBEL, D. P.: *Psychologie des Unterrichts*. Weinheim : Beltz, 1974
- [Bachmaier 2007] BACHMAIER, R.: *Evaluation - Einführung*. 2007. – URL www.medpaed.de/dmdocuments/ss05/evaluation_lernumgebung/Evaluation_Einfuehrung.pdf. – Zugriffsdatum: 25.08.2008
- [Backhaus u. a. 2006] BACKHAUS, K. ; ERICHSON, B. ; PLINKE, W. ; WEIBER, R.: *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung*. 11., überarb. Aufl. Berlin : Springer, 2006
- [Baddeley 1986] BADDELEY, A. D.: *Working memory*. Oxford : Oxford University Press, 1986
- [Baddeley 1999] BADDELEY, A. D.: *Essentials of human memory*. East Sussex : Psychology Press, 1999
- [Baddeley 2001] BADDELEY, A. D.: Is working memory still working? In: *The American psychologist* 56 (2001), Nr. 11, S. 851–864
- [Bader 1986] BADER, H. J.: Auswirkungen der Thematik "Recycling" auf die Einstellung der Schüler zum Chemieunterricht, zur Chemie und zu Umwelt- und Energieproblemen. In: *chimica didactica* 65 (1986), Nr. 12, S. 65–99

- [Bader und Schmidkunz 2002] BADER, H. J. ; SCHMIDKUNZ, H.: Das Experiment im Chemieunterricht. In: PFEIFER, P. ; LUTZ, B. ; BADER, H. J. (Hrsg.): *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. Oldenbourg Schulbuchverlag, 2002
- [Bandura 1977] BANDURA, A.: Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. In: *Psychological Review* 84 (1977), Nr. 2, S. 191–215
- [Bandura 1979] BANDURA, A.: *Sozial-kognitive Lerntheorie*. Stuttgart : Kohlhammer, 1979
- [Bandura 1992] BANDURA, A.: Exercise of personal agency through the self-efficacy mechanism. In: SCHWARZER, R. (Hrsg.): *Self-efficacy: Thought control of action*. Hemisphere, 1992
- [Bandura u. a. 1963] BANDURA, A. ; ROSS, D. ; ROSS, S. A.: Imitation of film-mediated aggressive models. In: *Journal of Abnormal and Social Psychology* 66 (1963), Nr. 1, S. 3–11
- [Bandura und Walters 1963] BANDURA, A. ; WALTERS, R.: *Social learning and personality development*. New York : Holt, Rinehart & Winston, 1963
- [Bäuml-Roßnagl 1988] BÄUML-ROSSNAGL, M.: *Sachunterricht: Bildungsprinzipien in Geschichte und Gegenwart*. Bad Heilbrunn/Obb. : Klinkhardt, 1988
- [Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2002] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS: *Rechtsgrundlagen*. 2002. – URL <http://www.km.bayern.de/km/lehrerbildung/lehrerfortbildung/rechtsgrundlagen/index.shtml>. – Zugriffsdatum: 07.01.2008
- [Bednorz und Schuster 2002] BEDNORZ, P. ; SCHUSTER, M.: *Einführung in die Lernpsychologie*. 3., völlig neu bearb. und erw. Aufl. München : Reinhardt, 2002
- [Bolte und Streller 2007] BOLTE, C. ; STRELLER, S.: "Unverhofft kommt oft!" - Wenn Grundschullehrerinnen und -lehrer Naturwissenschaften für ihre Unterrichtspraxis entdecken (müssen). In: LAUTERBACH, R. ; HARTINGER, A. ; FEIGE, B. ; CECH, D. (Hrsg.): *Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen*. Klinkhardt, 2007
- [Bortz 2005] BORTZ, J.: *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. 6., vollst. überarb. und aktualisierte Aufl. Heidelberg : Springer Medizin, 2005
- [Bortz und Döring 2002] BORTZ, J. ; DÖRING, N.: *Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler*. 3., überarb. Aufl. Heidelberg : Springer, 2002

- [Brandt 2005] BRANDT, A.: *Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors*. Göttingen : Cuvillier, 2005
- [Bröll u. a. 2007] BRÖLL, L. ; FRIEDRICH, J. ; OETKEN, M.: Naturwissenschaftliche Bildung im Primarbereich?!: Eine Untersuchung zur Bedeutung und Realisierung naturwissenschaftlicher Inhalte in der Grundschule. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule* 56 (2007), Nr. 6, S. 36–41
- [Bruner 1971] BRUNER, J. S.: *Toward a Theory of Instruction*. 5. Auflage. Cambridge, Massachusetts : Belknap Press of Harvard University Press, 1971
- [Bruner u. a. 1956] BRUNER, J. S. ; GOODNOW, J. J. ; AUSTIN, G. A.: *A study of thinking*. New York : Wiley, 1956
- [Bünder und Demuth 2006] BÜNDER, W. ; DEMUTH, R.: Zur Ausschärfung des Kompetenzbegriffs für den Chemieunterricht. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule* 55 (2006), Nr. 8, S. 2–4
- [Claussen 2004] CLAUSSEN, C.: Lernorte außerhalb der Schule. In: *lernchancen* 7 (2004), Nr. 40, S. 4–5
- [Corte 1995] CORTE, E. de: Learning theory and instructional science. In: REIMAN, P. ; SPADA, H. (Hrsg.): *Learning in humans and machines. Towards an interdisciplinary learning science*. Pergamon, 1995
- [Demuth 2005] DEMUTH, R.: Von IGLU zu SINUS-Grundschule. In: *CHEMKON* 12 (2005), Nr. 3, S. 103–110
- [Demuth und Sommer 2009] DEMUTH, R. ; SOMMER, K.: Forscher Ferien: Ein Ansatz zur Unterstützung von Grundschulkindern aus sozial benachteiligten Umgebungen. In: *MNU primar* 1 (2009), Nr. 1, S. 20–25
- [Deutscher Bildungsrat 1970] DEUTSCHER BILDUNGSRAT: *Strukturplan für das Bildungswesen*. Stuttgart : Klett, 1970
- [Diederich 1996] DIEDERICH, J.: Was lernt man, wenn man nicht lernt? Etwas Didaktik "jenseits von Gut und Böse". In: MEYER, H. (Hrsg.): *Reihe "Öffentliche Vorlesung", Heft 78*. Linie DREI, 1996
- [Drechsler und Gerlach 2001] DRECHSLER, B. ; GERLACH, S.: Naturwissenschaftliche Bildung im Sachunterricht - Problembereich bei Grundschullehrkräften. In: KAHLERT, J. ; INCKEMANN, E. (Hrsg.): *Wissen, Können und Verstehen - über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht*. Klinkhardt, 2001

- [Drechsler u. a. 1999] DRECHSLER, B. ; GERLACH, S. ; BADER, H. J.: Naturwissenschaftliches Interesse schon in der Grundschule wecken. In: *Nachrichten aus Chemie, Technik und Laboratorium* 47 (1999), Nr. 6, S. 715–717
- [Drechsler-Köhler 2007] DRECHSLER-KÖHLER, B.: *Experimentierkiste für Schulen*. 2007. – URL <http://experimentierkistenzubehoer.de>. – Zugriffsdatum: 14.01.2008
- [Dulit 1972] DULIT, E.: Adolescent thinking à la Piaget: The formal stage. In: *Journal of Youth and Adolescence* 1 (1972), Nr. 4, S. 281–301
- [Edelmann 2000] EDELMANN, W.: *Lernpsychologie*. 6., vollst. überarb. Aufl. Weinheim : Beltz PVU, 2000
- [Eilks und Ralle 2002] EILKS, I. ; RALLE, B.: Partizipative Fachdidaktische Aktionsforschung: Ein Modell für eine begründete und praxisnahe curriculare Entwicklungsforschung in der Chemiedidaktik. In: *CHEMKON* 9 (2002), Nr. 1, S. 13–18
- [Einsiedler 1998] EINSIEDLER, W.: The curricula of elementary science education in Germany. In: JAPANESE-GERMAN CENTER (Hrsg.): *Mathematics and Elementary Science Education - German, Japanese and US Perspectives*. Japanese-German Center, 1998, S. 25–40
- [Einsiedler und Martschinke 1998] EINSIEDLER, W. ; MARTSCHINKE, S.: Elaboriertheit und Strukturiertheit in Schulbuchillustrationen des Grundschulsachunterrichts. In: DÖRR, G. ; JÜNGST, K. L. (Hrsg.): *Lernen mit Medien*. Juventa, 1998
- [Einsiedler und Schirmer 1986] EINSIEDLER, W. ; SCHIRMER, G.: Sachunterrichtsreform und Unterrichtsgestaltung - Eine Analyse von Schülerarbeitsmappen. In: *Die Deutsche Schule* 78 (1986), Nr. 3, S. 316–326
- [Engelkamp 1991] ENGELKAMP, J.: *Das menschliche Gedächtnis.: Das Erinnern von Sprache, Bildern und Handlungen*. 2. Göttingen : Hogrefe, 1991
- [Engeln 2004] ENGELN, K.: *Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken*. Berlin : Logos, 2004
- [Engeln und Euler 2004] ENGELN, K. ; EULER, M.: Forschen statt Pauken. Aktives Lernen im Schülerlaobr. In: *Physik Journal* 3 (2004), Nr. 11, S. 45–48
- [Erikson 1988] ERIKSON, E. H.: *Der vollständige Lebenszyklus*. Frankfurt/Main : Suhrkamp, 1988

- [Eysel und Schallies 2003] EYSEL, C. ; SCHALLIES, M.: Zukunftswerkstatt Wissenschaft und Technik - die Begleitforschung im Laboratorium. In: PITTON, A. (Hrsg.): *Außerschulisches Lernen in Physik und Chemie*. LIT, 2003
- [Feher 1990] FEHER, E.: Interactive Museum Exhibits as Tools for Learning: Explorations with Light. In: *International Journal of Science Education* 12 (1990), Nr. 1, S. 35–49
- [Feige 2007] FEIGE, B.: Wissenschaftsorientierung als konzeptioneller Anspruch. In: KAHLERT, J. ; FÖLLING-ALBERS, M. ; GÖTZ, M. ; HARTINGER, A. ; REEKEN, D. VON ; WITTKOWSKA, S. (Hrsg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Klinkhardt, 2007
- [Foerster 1996] FOERSTER, H. v.: Lethologie. In: MÜLLER, K. (Hrsg.): *Konstruktivismus*. Luchterhand, 1996
- [Foerster 2000] FOERSTER, H. v.: Das Konstruieren einer Wirklichkeit. In: WATZLAWICK, P. (Hrsg.): *Die erfundene Wirklichkeit. Wie wissen wir, was wir zu wissen glauben?: Beiträge zum Konstruktivismus*. Piper, 2000
- [Forum Schule 2008] FORUM SCHULE: *Lebenslanges Lernen*. 2008. – URL <http://archiv.forum-schule.de/archiv/11/fs11/magbre.html>. – Zugriffsdatum: 07.01.2009
- [Freise 1972] FREISE, G.: Weg in die Naturwissenschaft - oder Irrwege einer Unterrichtsreform? In: *Die Grundschule* 4 (1972), Nr. 5, S. 312–320
- [Gaertner und Nathow 1971] GAERTNER, K.-H. ; NATHOW, R.: Einstellungs- und Interessenmessung bei der Entwicklung des IPN-Curriculum-Chemie für die Orientierungsstufe. In: *Der Chemieunterricht* 2 (1971), Nr. 2, S. 26–33
- [Garet u. a. 2001] GARET, M. S. ; POETER, A. C. ; DESIMORE, L. ; VIRMAN, B. F. ; YOON, K. S.: What makes professional development effective? Results from a National sample of teachers. In: *American Educational Research* 38 (2001), Nr. 4, S. 915–945
- [GDSU 2002] GDSU: *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn : Klinkhardt, 2002
- [Gelman u. a. 1986] GELMAN, R. ; MECK, E. ; MERKIN, S.: Young children's numerical competence. In: *Cognitive Development* 1 (1986), Nr. 1, S. 1–29
- [Gervé 2000a] GERVÉ, F.: *Hauptströmungen in der Entwicklung des Sachunterrichts seit den 50er Jahren*. 2000. – URL <http://home.ph-freiburg.de/gerve/su/texte/entw1.htm>. – Zugriffsdatum: 19.08.2005

- [Gervé 2000b] GERVÉ, F.: *Historische Entwicklung*. 2000. – URL <http://home.ph-freiburg.de/gervefr/su/texte/wissenschaft.htm>. – Zugriffsdatum: 13.01.2009
- [Goswami 2001] GOSWAMI, U.: *So denken Kinder: Einführung in die Psychologie der kognitiven Entwicklung*. Bern : Huber, 2001
- [Götz 1997] GÖTZ, M.: *Die Grundschule in der Zeit des Nationalsozialismus: Eine Untersuchung der inneren Ausgestaltung der vier unteren Jahrgänge der Volksschule auf der Grundlage amtlicher Maßnahmen*. Bad Heilbrunn/Obb. : Klinkhardt, 1997
- [Götz 2007] GÖTZ, M.: Zur Geschichte des Sachunterrichts. In: KAHLERT, J. ; FÖLLING-ALBERS, M. ; GÖTZ, M. ; HARTINGER, A. ; REEKEN, D. VON ; WITTKOWSKA, S. (Hrsg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Klinkhardt, 2007, S. 220–230
- [Graudenz u. a. 1995] GRAUDENZ, I. ; PLATH, I. ; KODRON, C.: *Lehrerfortbildung auf dem Prüfstand: Erfahrungen, Wirkungen, Erwartungen*. Baden-Baden : Nomos, 1995
- [Griffin und Symington 1997] GRIFFIN, J. ; SYMINGTON, D.: Moving from Task-Oriented to Learning-Oriented Strategies on School Excursions to Museums. In: *Science Education* 81 (1997), Nr. 6, S. 763–779
- [Guderian 2007] GUDERIAN, P.: *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte. Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik*. 2007. – URL <http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=984300090>. – Zugriffsdatum: 13.01.2008
- [Haenisch 1994] HAENISCH, H.: *Wie Lehrerfortbildung Schule und Unterricht verändern kann: Arbeitsberichte zur Curriculumentwicklung Schul- und Unterrichtsforschung 26*. Soest : Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, 1994
- [Halpern und Coren 1990] HALPERN, D. F. ; COREN, S.: Laterality and longevity: Is left-handedness associated with younger age at death? In: COREN, S. (Hrsg.): *Left-handedness: Behavioral implications and anomalies*. Elsevier, 1990
- [Hartinger 2007] HARTINGER, A.: Experimente und Versuche. In: REEKEN, D. v. (Hrsg.): *Handbuch Methoden im Sachunterricht*. Schneider-Verl. Hohengehren, 2007
- [Hartinger u. a. 2008] HARTINGER, A. ; GIEST, H. ; KAHLERT, J.: Kompetenzniveaus im Sachunterricht - Einführung in den Forschungsband. In: GIEST, H. ; HARTINGER, A. ; KAHLERT, J. (Hrsg.): *Kompetenzniveaus im Sachunterricht*. Klinkhardt, 2008

- [Hechenleitner und Schwarzkopf 2005] HECHENLEITNER, A. ; SCHWARZKOPF, K.: *Kompetenz - ein zentraler Begriff im Bildungsbereich*. München : Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2005
- [Heimann 1976] HEIMANN, P.: *Didaktik als Unterrichtswissenschaft: Hrsg. und eingel. von K. Reich, H. Thomas*. Stuttgart : Klett, 1976
- [Hesse 2006] HESSE, F. W.: *Formen*. 2006. – URL <http://www.e-teaching.org/didaktik/qualitaet/formen/>. – Zugriffsdatum: 15.12.2008
- [Hillebrandt und Dähnhardt 2005] HILLEBRANDT, D. ; DÄHNHARDT, D.: Forschendes lernen - Schülerlabore in Deutschland. In: *TheoPrax* (2005), Nr. 1, S. 20–23
- [Höcker 1968] HÖCKER, G.: Inhalte des Sachunterrichts im 4. Schuljahr: Eine kritische Analyse. In: *Die Grundschule* 1 (1968), Nr. 3, S. 10–14
- [Höcker 1972] HÖCKER, G.: Sachunterricht in der Grundschule 1972 - Analyse und Perspektiven. In: *Die Grundschule* 4 (1972), Nr. 5, S. 298–305
- [Hofstein und Lunetta 2004] HOFSTEIN, A. ; LUNETTA, V.: The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. In: *Science Education* 88 (2004), Nr. 1, S. 28–54
- [Jarvis und Pell 2005] JARVIS, T. ; PELL, A.: Factors Influencing Elementary School Children's Attitudes toward Science before, during, and after a Visit to the UK National Space Centre. In: *Journal of Research in Science Teaching* 42 (2005), Nr. 1, S. 53–83
- [Jung 2007] JUNG, J.: Der heimatkundliche Unterricht in der Grundschule. In: KAH-LERT, J. ; FÖLLING-ALBERS, M. ; GÖTZ, M. ; HARTINGER, A. ; REEKEN, D. VON ; WITTKOWSKA, S. (Hrsg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Klinkhardt, 2007
- [Kaiser 1999] KAISER, A.: *Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts*. 5., völlig überarb. Baltmannsweiler : Schneider, 1999
- [Katzenberger 1975] KATZENBERGER, L. F.: Vom Heimatkundeunterricht zum Sachunterricht. In: KATZENBERGER, L. F. (Hrsg.): *Der Sachunterricht in der Grundschule in Theorie und Praxis. Ein Handbuch für Studierende und Lehrer*. Prögel, 1975
- [Kelly 1955] KELLY, G. A.: *The psychology of personal constructs*. New York : Norton, 1955
- [Klafki 1985] KLAFKI, W.: *Neue Studien zur Bildungstheorie und didaktische Beiträge zur kritisch-konstruktiven Didaktik*. Weinheim und Basel : Beltz, 1985

- [Klingberg 1990] KLINGBERG, L.: *Lehrende und Lernende im Unterricht. Zu didaktischen Aspekten ihrer Position im Unterrichtsprozess*. Berlin : Volk und Wissen, 1990
- [Klippert 2004] KLIPPERT, H.: *Methoden-Training: Übungsbausteine für den Unterricht*. 14., überarb. Aufl. Weinheim : Beltz, 2004
- [KMK 2004] KMK: *Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (KMK) für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe*. 2004
- [Köhnlein 1999] KÖHNLEIN, W.: Vielperspektivität und Ansatzpunkte naturwissenschaftlichen Denkens. Analyse von Unterrichtsbeispielen unter dem Gesichtspunkt des Verstehens. In: KÖHNLEIN, W. ; MARQUARDT-MAU, B. ; SCHREIER, H. (Hrsg.): *Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht*. Klinkhardt, 1999
- [Kron und Sofos 2003] KRON, F. W. ; SOFOS, A.: *Mediendidaktik*. München : Reinhardt, 2003
- [Kubota und Olstad 1991] KUBOTA, C. A. ; OLSTAD, R. G.: Effects of Novelty-Reducing Preparation on Exploratory Behaviour and Cognitive Learning in a Science Museum Setting. In: *Journal of Research in Science Teaching* 28 (1991), Nr. 3, S. 225–234
- [Kuhn u. a. 1995] KUHN, D. ; MILA, M. Garcia ; ZOHAR, A. ; ANDERSEN, C.: Strategies of knowledge acquisition. In: *Monographs of the Society for Research in Child Development* 60 (1995), Nr. 4, S. 1–128
- [Landesbildungsserver Schleswig-Holstein 1997] LANDESBILDUNGSSERVER SCHLESWIG-HOLSTEIN: *Lehrpläne Schleswig-Holstein: Heimat- und Sachunterricht*. 1997. – URL <http://lehrplan.lernnetz.de/intranet1/index.php?hv=4&link=4&action=baum>. – Zugriffsdatum: 14.12.2007
- [Lefrançois 2006] LEFRANÇOIS, G. R.: *Psychologie des Lernens*. 4., überarb. und erw. Aufl. Heidelberg : Springer, 2006
- [Leonhart 2004] LEONHART, R.: *Lehrbuch Statistik: Einstieg und Vertiefung*. Bern : Huber, 2004
- [Lewin 1953] LEWIN, K.: *Die Lösung sozialer Konflikte*. Bad Nauheim : Christian, 1953
- [Lindemann 1999] LINDEMANN, H.: *Einführung in die Didaktik der Chemie in Übersichten, Graphiken und Tabellen*. Düsseldorf : Staccato, 1999

- [Lipowsky 2004] LIPOWSKY, F.: Was macht Fortbildungen für Lehrkräfte erfolgreich?: Befunde der Forschung und mögliche Konsequenzen für die Praxis. In: *Die Deutsche Schule* 96 (2004), Nr. 4, S. 462–479
- [Lück 2003] LÜCK, G.: *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung: Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen*. Freiburg : Herder, 2003
- [Martschinke 1996] MARTSCHINKE, S.: Der Aufbau mentaler Modelle durch bildliche Darstellung. Eine experimentelle Studie über die Bedeutung der Merkmalsdimensionen Elaboriertheit und Strukturiertheit im Sachunterricht der Grundschule. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 42 (1996), Nr. 2, S. 215–232
- [Meixner und Müller 2004] MEIXNER, J. ; MÜLLER, K.: *Angewandter Konstruktivismus: Ein Handbuch für die Bildungspraxis in Schule und Beruf*. Aachen : Shaker, 2004
- [Mertens 1974] MERTENS, D.: Schlüsselqualifikationen. In: *Mitteilungen aus Arbeitsmarkt und Berufsforschung* (1974), Nr. 7
- [Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004] MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG: *Bildungsplan 2004. Grundschule*. Ditzingen : Philipp Reclam Jun., 2004
- [Ministerium für Kultus und Sport Baden-Württemberg 1983] MINISTERIUM FÜR KULTUS UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG: *Lehrplanrevision in Baden-Württemberg. Die revidierten Lehrpläne: Realschule Chemie*. Villingen : Neckar-Verlag GmbH, 1983
- [MNU und GDCh 2004] MNU ; GDCh: *Empfehlungen zur Ausbildung von Chemielehrern in CHEMIEDIDAKTIK an Hochschule und Seminar: Ausbildungsstandards und Projektideen*. 2004. – URL <http://www.gdch.de/strukturen/fg/mnu-cu-empf.pdf>. – Zugriffsdatum: 12.09.2005
- [Möller 1987] MÖLLER, K.: *Lernen durch Tun*. Frankfurt/Main : Peter Lang, 1987
- [Möller 1991] MÖLLER, K.: *Handeln, Denken, Verstehen. Untersuchungen zum naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht in der Grundschule*. Essen : Westarp-Wissenschaftsverlag, 1991
- [Möller 2000] MÖLLER, K.: Verstehendes Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften? In: *Die Grundschulzeitschrift* 14 (2000), Nr. 11, S. 54–57
- [Möller 2004] MÖLLER, K.: Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule - Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In: MERKENS, H. (Hrsg.): *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen*. Leske + Budrich, 2004

- [Möller 2008] MÖLLER, K.: *Klasse(n)kisten*. 2008. – URL <http://www.uni-muenster.de/Sachunterrichtsdidaktik/werkstatt/klassenkisten/index.html>. – Zugriffsdatum: 02.12.2008
- [Muckenfuß 1995] MUCKENFUSS, H.: *Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Berlin : Cornelsen, 1995
- [Multhaup 2002] MULTHAUP, U.: *Deklaratives und prozedurales Wissen*. 2002. – URL http://www2.uni-wuppertal.de/FB4/anglistik/multhaup/brain_language_learning/html/brain_memory_stores/6_declarative_procedural_txt.html. – Zugriffsdatum: 07.01.2009
- [Murmman u. a. 2007] MURMANN, L. ; STEFFENSKY, M. ; GEBHARD, U.: Wie experimentieren Kinder und was denken sie sich dabei? In: LAUTERBACH, R. ; HARTINGER, A. ; FEIGE, B. ; CECH, D. (Hrsg.): *Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen*. Klinkhardt, 2007
- [Nentwig und Wenck 1982] NENTWIG, P. ; WENCK, H.: Schülerexperimente im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. In: MIKELSKIS, H. (Hrsg.): *Zur Didaktik der Physik und Chemie*. Leuchtturm, 1982
- [OECD 2005] OECD: *Definition und Auswahl von Schlüsselkompetenzen: Zusammenfassung*. 2005. – URL <http://www.oecd.org/dataoecd/36/56/35693281.pdf>. – Zugriffsdatum: 28.10.2008
- [Oerter und Montada 2002] OERTER, R. ; MONTADA, L.: *Entwicklungspsychologie*. 5., vollst. überarb. Aufl. Weinheim : Beltz PVU, 2002
- [Pädagogische Hochschule Freiburg 2004] PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE FREIBURG: *Grundfragen der Pädagogischen Psychologie: Interaktive Einführung in die Pädagogische Psychologie*. 2004. – URL <http://art.ph-freiburg.de/na/psychologie>. – Zugriffsdatum: 26.09.2008
- [Patry und Gastager 2002] PATRY, J. L ; GASTAGER, A.: Subjektive Theorien von Lehrerinnen und Lehrern: Der Übergang von der Ideographie zur Nomothetik. In: MUTZECK, W. ; SCHLEE, J. ; WAHL, D. (Hrsg.): *Psychologie der Veränderung*. Beltz, 2002. – ISBN Mutze
- [Pestalozzi und Dietrich 1983] PESTALOZZI, J. H. ; DIETRICH, T.: *Kleine Schriften zur Volkserziehung und Menschenbildung*. 5. Auflage. Bad Heilbrunn : Klinkhardt, 1983
- [Plöger und Renner 1996] PLÖGER, W. ; RENNER, E.: *Wurzeln des Sachunterrichts: Genese eines Lernbereichs in der Grundschule*. Weinheim, Basel : Beltz, 1996

- [Pospiech 1998] POSPIECH, G.: Fächerübergreifender Unterricht in der Diskussion. In: *MNU* 51 (1998), Nr. 4, S. 230–233
- [Prenzel 2004] PRENZEL, M.: Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Grundschule: Konsequenzen für den Sachunterricht und die Lehrerbildung. In: MERKENS, H. (Hrsg.): *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen*. Leske + Budrich, 2004
- [Prenzel u. a. 2003] PRENZEL, M. ; GEISER, H. ; LANGEHEINE, R. ; LOBEMEIER, K.: Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In: BOS, W. ; LANKES, E. -M ; PRENZEL, M. ; SCHWIPPERT, K. ; WALTHER, G. ; VALTIN, R. (Hrsg.): *Erste Ergebnisse aus IGLU: Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Waxmann, 2003
- [Price und Hein 1991] PRICE, S. ; HEIN, G. E.: More than a Field Trip: Science Programmes for Elementary School Groups at Museums. In: *International Journal of Science Education* 13 (1991), Nr. 5, S. 505–519
- [Prüfer und Rexroth 1996] PRÜFER, P. ; REXROTH, M.: Verfahren zur Evaluation von Survey-Fragen: Ein Überblick. In: *ZUMA-Nachrichten* 20 (1996), Nr. 39, S. 95–116
- [Ragaller 2001] RAGALLER, S.: *Sachunterricht*. Donauwörth : Auer, 2001
- [Ragni 2008] RAGNI, M.: *Räumliche Repräsentation, Komplexität und Deduktion: Eine kognitive Komplexitätstheorie*. Berlin : Akad. Verl.-Ges. Aka, 2008
- [Reble 1987] REBLE, A.: *Geschichte der Pädagogik / Albert Reble*. 14. Aufl. Stuttgart : Klett-Cotta, 1987
- [Reinhoffer 2006] REINHOFFER, B. (Hrsg.): *Mensch, Natur und Kultur: Anregungen zu einer Fächerverbandsdidaktik*. Braunschweig : Westermann, 2006
- [Reischmann 2003] REISCHMANN, J.: *Weiterbildungs-Evaluation: Lernerfolge messbar machen*. Neuwied : Luchterhand, 2003
- [Rix und McSorley 1999] RIX, C. ; MCSORLEY, J.: An Investigation into the Role that School-Based Interactive Science Centres may Play in the Education of Primary-Aged Children. In: *International Journal of Science Education* 21 (1999), Nr. 6, S. 577–593
- [Roth 2001] ROTH, G.: *Fühlen, Denken, Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert*. Frankfurt/Main : Suhrkamp, 2001
- [Rychen 2008] RYCHEN, D. S.: *OECD - Referenzrahmen für Schlüsselkompetenzen - ein Überblick*. 2008. – URL <http://www.springerlink.com/content/v128x487654k0500/fulltext.pdf>. – Zugriffsdatum: 28.10.2008

- [Schallies 2002] SCHALLIES, M.: Naturwissenschaftlicher Unterricht im neuen Jahrhundert. In: *Biologie in unserer Zeit* 32 (2002), Nr. 1, S. 50–57
- [Scharf 1982] SCHARF, V.: Zur Entmythologisierung des Einsatzes von Schülerexperimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: MIKELSKIS, H. (Hrsg.): *Zur Didaktik der Physik und Chemie*. Leuchtturm, 1982
- [Schettler und Stuchtey 2008] SCHETTLER, H. ; STUCHTEY, S.: *Science-Lab*. 2008. – URL <http://www.science-lab.de>. – Zugriffsdatum: 02.12.2008
- [Schmidkunz 1983] SCHMIDKUNZ, H.: Die Gestaltung chemischer Demonstrationsexperimente nach wahrnehmungspsychologischen Erkenntnissen. In: *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie* 31 (1983), Nr. 10, S. 360–366
- [Schnell u. a. 1999] SCHNELL, R. ; HILL, P. B. ; ESSER, E.: *Methoden der empirischen Sozialforschung*. 6., völlig überarb. u. erw. Aufl. München : Oldenbourg, 1999
- [Schreiber 2004] SCHREIBER, W.: Lernen an außerschulischen Lernorten. In: *lernchancen* 7 (2004), Nr. 40, S. 6–11
- [Schreier 1979] SCHREIER, H.: *Sachunterricht: Themen und Tendenzen*. Paderborn : Schöningh, 1979
- [Schreier 1993] SCHREIER, H.: *Der Mehlwurm im Schuhkarton*. Kronshagen : Körner, 1993
- [Schwarzer und Buchwald 2007] SCHWARZER, Chr ; BUCHWALD, P.: Umlernen und Dazulernen. In: GÖHLICH, M. ; WULF, CHR. ; ZIRFAS, J. (Hrsg.): *Pädagogische Theorien des Lernens*. Beltz, 2007
- [Scriven 1972] SCRIVEN, M.: Die Methodologie der Evaluation. In: WULF, C. (Hrsg.): *Evaluation*. Piper, 1972
- [Seel 2003] SEEL, N. M.: *Psychologie des Lernens*. 2., aktualisierte und erw. Aufl. München : Reinhardt, 2003
- [Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland 2004] SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND: *Vereinbarung über Bildungsstandards für den Primarbereich (Jahrgangsstufe 4)*. 2004
- [Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2006] SENATSVERWALTUNG FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG: *Rahmenlehrplan Grundschule: Naturwissenschaften*. 2006. – URL <http://www.berlin.de/sen/bildung/schulorganisation/lehrplaene/>. – Zugriffsdatum: 14.12.2007

- [Siebert 1998] SIEBERT, H.: *Konstruktivismus: Konsequenzen für Bildungsmanagement und Seminargestaltung*. 1998. – URL http://www.die-bonn.de/esprid/dokumente/doc-1998/siebert98_01.pdf. – Zugriffsdatum: 01.08.2008
- [Sodian und Thoermer 2002] SODIAN, B. ; THOERMER, C.: Naturwissenschaftliches Denken im Grundschulalter. Die Koordination von Theorie und Evidenz. In: SPRECKELSEN, K. ; MÖLLER, K. ; HARTINGER, A. (Hrsg.): *Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht*. Klinkhardt, 2002
- [Sodian u. a. 1991] SODIAN, B. ; ZAITCHEK, D. ; CAREY, S.: Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. In: *Child Development* 62 (1991), Nr. 4, S. 753–766
- [Sonnier 1991] SONNIER, I. L.: Hemisphericity: A key to understanding the individual differences among teachers and learners. In: *Journal of Instructional Psychology* 18 (1991), Nr. 1, S. 17–22
- [Spreckelsen 1971] SPRECKELSEN, K.: *Wechselwirkungen und ihre Partner (Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule)*. Frankfurt/Main : Diesterweg, 1971
- [Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München 2000] STAATSLINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT UND BILDUNGSFORSCHUNG MÜNCHEN: *Gesamtlehrplan Grundschule*. 2000. – URL <http://www.isb.bayern.de/isb/index.asp?MNav=0&QNav=4&TNav=0&INav=0&Fach=&LpSta=6&STyp=1>. – Zugriffsdatum: 03.12.2008
- [Stadt Freiburg 2007] STADT FREIBURG: *ScienceNet Region Freiburg - außerschulische Lernorte auf einen Klick*. 2007. – URL <http://www.sciencenet-freiburg.de>. – Zugriffsdatum: 27.01.2009
- [Stern u. a. 2002] STERN, E. ; MÖLLER, K. ; HARDY, I. ; JONEN, A.: Warum schwimmt ein Baumstamm? In: *Physik Journal* 1 (2002), Nr. 3, S. 63–67
- [Strunck u. a. 1998] STRUNCK, U. ; LÜCK, G. ; DEMUTH, R.: Der naturwissenschaftliche Sachunterricht in Lehrplänen, Unterrichtsmaterialien und Schulpraxis - Eine quantitative Analyse der Entwicklung in den letzten 25 Jahren. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 4 (1998), Nr. 1, S. 69–80
- [Terhart 2003] TERHART, E.: Wirkungen von Lehrerbildungen: Perspektiven einer an Standards orientierten Evaluation. In: *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 3 (2003), Nr. 3, S. 8–19

- [Tunncliffe u. a. 1997] TUNNICLIFFE, S. D. ; LUCAS, A. ; OSBORNE, J.: School Visits to Zoos and Museums: a Missed Educational Opportunity? In: *International Journal of Science Education* 19 (1997), Nr. 9, S. 1039–1056
- [Unglaube 1997] UNGLAUBE, H.: Experimente im Sachunterricht. In: MEIER, R. ; UNGLAUBE, H. ; FAUST-SIEHL, G. (Hrsg.): *Sachunterricht in der Grundschule*. Arbeitskreis Grundschule - Der Grundschulverband, 1997
- [VBE 2006] VBE: *Lehrerinnen- und Lehrerhandbuch 2007: Ratgeber für den Schulalltag*. Villingen : Neckar-Verlag GmbH, 2006
- [Wagenschein 1970] WAGENSCHN, M.: *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken*. Bd. 1. Stuttgart : Klett, 1970
- [Watson 1914] WATSON, J. B.: *Behavior: An Introduction to comparative psychology*. New York : Holt, 1914
- [Watson 1968] WATSON, J. B.: *Behaviorismus*. Köln : Kiepenheuer & Witsch, 1968
- [Weinert 2001] WEINERT, F. E.: Leistungsmessung in Schulen. Vergleichende Leistungsmessung in Schulen: eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: WEINERT, F. E. (Hrsg.): *Leistungsmessung in Schulen*. Beltz, 2001
- [Weltner und Warnkross 1969] WELTNER, K. ; WARNKROSS, K.: Über den Einfluss von Schülerexperimenten, Demonstrationsunterricht und informierendem Physikunterricht auf Lernerfolg und Einstellung der Schüler. In: *Die Deutsche Schule* 61 (1969), Nr. 9, S. 553
- [Wilde 2005] WILDE, D.: *Lehren und Lernen in der Grundschule*. 2005. – URL <http://www.dagmarwilde.de>. – Zugriffsdatum: 18.10.2005
- [Winter 2000] WINTER, S.: *Quantitative vs. Qualitative Methoden*. 2000. – URL http://imihome.imi.uni-karlsruhe.de/nquantitative_vs_qualitative_methoden_b.html. – Zugriffsdatum: 26.09.2008
- [Wiskamp 2005] WISKAMP, V.: Naturwissenschaftliche Arbeitsgemeinschaften für Grundschüler. In: *Sache, Wort, Zahl* 33 (2005), Nr. 67, S. 49–52
- [Witte 1966] WITTE, R.: Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule. In: *Westermanns Pädagogische Beiträge* 18 (1966), Nr. 7, S. 320–327
- [Wodzinski 2004] WODZINSKI, R.: Experimentieren in der Grundschule: Fragen an die Natur. In: *Grundschulmagazin* 19 (2004), Nr. 5, S. 8–11
- [Wolf u. a. 1999] WOLF, W. ; LEHNERT, U. Göbel ; CHROUST, P.: Fortbildung der Lehrerinnen und Lehrer. Eine Bilanz ihrer Formen und Wirkungen anhand empirischer Untersuchungen. In: *Die Deutsche Schule* 91 (1999), Nr. 4, S. 451–467

[Zimbardo und Gerrig 2005] ZIMBARDO, P. G. ; GERRIG, R. J.: *Psychologie*. 16. aktualisierte Auflage. München : Pearson Studium, 2005

Anhang

- Fragebogen der Untersuchung aus Kapitel 6
- Arbeitsblätter:
 - Der Fallschirmwettflug
 - Schwingende Gläser
 - Die klingende und schwingende Gabel
 - Kann man Luft umfüllen?
 - Der Knall des Luftballons
 - Der „verschwundene“ Punkt
- Didaktischer Kommentar zum Themengebiet „Feuer“
- Fragebogen der Untersuchung aus Kapitel 9
- Faktorladungen der Items der fachwissenschaftlichen Kompetenz
- Faktorladungen der Items der fachdidaktischen sowie Experimentierkompetenz
- Faktorladungen der Items bezüglich Kooperation und Unterstützung im Kollegium



Umfrage zur Stellung naturwissenschaftlicher Themenfelder im Fächerverbund Mensch-Natur-Kultur

Sehr geehrte Lehrerinnen und Lehrer,

im Rahmen meiner Promotion an der Pädagogischen Hochschule Freiburg, Abteilung Chemie, soll ein Fortbildungsangebot für Grundschullehrkräfte bezüglich des Fächerverbundes MeNuK aufgebaut werden. Außerdem soll ein Experimentierkoffer inklusive Arbeitsblättern und Informationsmaterial für MeNuK erstellt werden, damit in allen Grundschulen die Möglichkeit besteht, im naturwissenschaftlichen Unterricht experimentell zu arbeiten. Im Vorfeld dieser Arbeit möchte ich gerne eine Umfrage durchführen.

Ich möchte Sie freundlich bitten auf den folgenden Seiten Aussagen bezüglich Ihres MeNuK-Unterrichts zu machen. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten, wichtig ist alleine **Ihre persönliche Sichtweise**. Wenn Sie eine Frage nicht beantworten können, lassen Sie diese unbeantwortet. Bitte schreiben Sie dann aber dazu, warum Sie diese Frage nicht beantworten können. Für die Aussagekraft einer Untersuchung sind möglichst viele Stichproben notwendig. Ich würde mich deshalb über möglichst viele Rückmeldungen sehr freuen.

Die Auswertung erfolgt durch die Abteilung Chemie der PH Freiburg.

Selbstverständlich wird bezüglich sämtlicher Angaben Anonymität gewährleistet!

Herzlichen Dank für Ihre Mühe!

Leena Bröll

1. Haben Sie Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen?

sehr großes Interesse großes Interesse wenig Interesse kein Interesse

2. Haben Sie ein Fach/Fächer aus dem MeNuK-Bereich studiert?

ja nein

Falls ja, welche(s) Fach/Fächer? _____

3. Haben Sie sich im Rahmen Ihres Studiums mit Naturwissenschaften befasst?

ja, mit Biologie ja, mit Physik ja, mit Chemie nein

Falls ja: in welchem Zusammenhang (Seminar, ...)?

Falls nein: geben Sie dafür einen Grund an.

4. Wurden in der zweiten Phase Ihrer Lehramtsausbildung (Referendariat) naturwissenschaftliche Bereiche behandelt?

ja nein

An welche erinnern Sie sich noch?

Können Sie sich vorstellen, warum nicht?

5. Wie wichtig finden Sie es, dass naturwissenschaftliche Inhalte bereits in der Grundschule thematisiert werden?

Sehr wichtig wichtig eher unwichtig unwichtig

6. Haben Sie während Ihres Referendariats gelernt, naturwissenschaftliche Schülerversuche zu organisieren und durchzuführen?

ja nein

7. Wie sachkundig fühlen Sie sich in folgenden Bereichen:

	sehr gute Kenntnisse vorhanden	gute Kenntnisse vorhanden	geringe Kenntnisse vorhanden	keine Kenntnisse vorhanden
Biologie				
Erdkunde				
Chemie				
Physik				
Geschichte				
Gemeinschaftskunde				
Musik				
Kunst				
Technik				

8. Wie umfangreich unterrichten Sie folgende naturwissenschaftliche Themen im MeNuK-Unterricht?

	sehr umfangreich	recht umfangreich	geringfügig	gar nicht
Auge und Licht				
Ohr und Schall				
Trennverfahren/Chromatographie				
Wo Kräfte wirken				
Feuer/Verbrennung/Kerze				
Wasser				
Luft				
Erde				
Naturwissenschaftliche Themen allgemein				

9. Besitzen Sie zu den unter 8. genannten Themen schon Erfahrung im Rahmen von Demonstrationsexperimenten?

ja, umfangreiche ja, geringe nein, gar nicht

10. Besitzen Sie zu den unter 8. genannten Themen schon Erfahrung im Rahmen von Schülerexperimenten?

ja, umfangreiche ja, geringe nein, gar nicht

11. Wie sicher fühlen Sie sich im Experimentieren mit einer Grundschulklasse?

sehr sicher relativ sicher eher unsicher unsicher

12. Wie oft experimentieren Sie in MeNuK-Stunden mit naturwissenschaftlichem Inhalt?

- jede Stunde wöchentlich 1x im Monat seltener nie

Wenn Sie angegeben haben, 1x im Monat oder seltener zu experimentieren: Warum experimentieren Sie nicht?

- fehlende Räumlichkeiten
 fehlende Arbeitsmaterialien
 geringes eigenes Hintergrundwissen
 fehlende Erfahrung beim Experimentieren
 wenig Anknüpfungspunkte
 geringes eigenes Interesse an Naturwissenschaften

(Mehrfachnennungen sind möglich)

13. Haben Sie bereits Fortbildungen zu naturwissenschaftlichen Themen des MeNuK-Unterrichts besucht?

- Ja (Bitte Anzahl nennen: ____) nein

Falls ja, waren diese Fortbildungen theoretischer oder praktischer Natur?

- theoretisch praktisch beides

14. Welche Erwartungen haben Sie an eine Lehrerfortbildung für naturwissenschaftliche Bereiche des MeNuK-Unterrichts?

- selbstständiges Durchführen von Experimenten
 Kommunikation mit Kollegen
 neue Inspirationen
 Unterrichtsmaterialien
 viel Praxis
 fachliche Inhalte
 Lehrplanbezug

(Mehrfachnennungen sind möglich)

15. Angenommen, es gäbe eine ganztägige Fortbildung, in der Sie zuerst theoretisches Wissen zu den Themenbereichen Feuer, Wasser, Luft und Erde erhalten würden und anschließend selbst grundschulrelevante Experimente durchführen könnten.

Wie wahrscheinlich würden Sie solch eine Fortbildung besuchen?

ganz sicher höchstwahrscheinlich eher nicht gar nicht

Wenn Sie eher nicht/gar nicht angekreuzt haben: Warum sind Sie an solch einem Fortbildungsangebot nicht interessiert?

16. Beschäftigen Sie sich auch in Ihrer Freizeit mit naturwissenschaftlichen Themen und Fragestellungen?

ja nein

Falls ja, in welcher Form?

Besuch naturwissenschaftlicher Museen (welche? _____)

Fernsehsendungen (welche? _____)

Zeitschriften (welche? _____)

Falls nein, können Sie einen Grund dafür angeben?

keine Zeit

kein Interesse

keine Möglichkeiten

17. Wie ist die Grundschule, an der Sie unterrichten, im Hinblick auf Materialien für einen naturwissenschaftlich ausgerichteten Unterricht ausgestattet?

- sehr gut gut eher schlecht nichts ist vorhanden

Falls Sie eine schlechte Ausstattung vorfinden: ist dies der Grund, warum Sie nicht experimentieren?

- ja, der einzige mit ein Grund, weitere sind: nein, ich improvisiere und experimentiere trotzdem (bitte beschreiben Sie Ihre Improvisation näher)

18. Haben Sie bereits die „ScienceDays“ im EuropaPark Rust besucht?

- ScienceDays privat
- ScienceDays mit einer Schulklasse
- MiniScienceDays privat
- MiniScienceDays mit einer Schulklasse

19. Wir planen die Erstellung eines Experimentierkoffers für Grundschulen mit Laborgeräten und handelsüblichen Stoffen wie Essig, Backpulver, usw. Wie groß ist Ihr Interesse an solch einem Koffer?

- sehr groß groß eher gering kein Interesse

20. Welche Art von Experimenten sollte mit diesem Koffer möglich sein?

- Demonstrationsexperimente des Lehrers
- Schülerexperimente (alle machen zeitgleich den Versuch)
- Schülerexperimente (Schüler machen den Versuch zeitversetzt, z. B. in einem Lernzirkel)

21. Welche Form von Experimentierkoffer wäre Ihrer Meinung nach geeignet:

- Experimentierkoffer für einzelne Klassenstufen
- Experimentierkoffer zu einzelnen Themen wie Feuer, Wasser, Luft

22. Mittelfristig planen wir die Entwicklung eines Experimentierkoffers, der neben Geräten und Chemikalien kopierfähige Arbeitsblätter, Lösungsblätter und didaktisch-methodische Hinweise - auch in digitalisierter Form, so dass eine individuelle Anpassung jederzeit möglich ist - enthält. Dieser Koffer soll nach einer Lehrerfortbildung an die einzelnen Grundschulen ausgegeben werden.

Wären Sie bereit, sich finanziell an solch einem Koffer zu beteiligen?

- Ja, mit maximal 20 Euro.
- Ja, mit maximal 50 Euro.
- Ja, mit maximal 100 Euro.
- Ja, auch über 100 Euro hinaus.
- Nein, ich kann mir eine finanzielle Beteiligung nicht vorstellen.

Zum Schluss noch einige Angaben zu Ihrer Person zu statistischen Zwecken:

Geschlecht weiblich männlich

Lehrer seit max. 3 Jahren 4 – 10 Jahren 11-15 Jahren
 16-20 Jahren 21 Jahren oder länger

Alter 21 - 25 26-30 31-35 36-40
 41-45 46-50 51 oder älter

Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit genommen haben, diesen Fragebogen zu beantworten.

Der Fallschirmwettflug

Das brauchst du:



Zwei Streichhölzer



Schnur



kleine Serviette



große Serviette

So wird der Versuch durchgeführt:

Schneide vier gleich lange Stücke von der Schnur ab.

Binde die vier Ecken der kleinen Serviette mit den Schnüren an ein Streichholz.

Schneide noch einmal vier gleich lange Stücke von der Schnur ab und mache das Selbe mit der großen Papierserviette.

Halte die zwei entstandenen Fallschirme mit ausgestreckten Armen hoch und lasse beide gleichzeitig los.

Was kannst du beobachten?



Schwingende Gläser

Das brauchst du:



zwei Weingläser



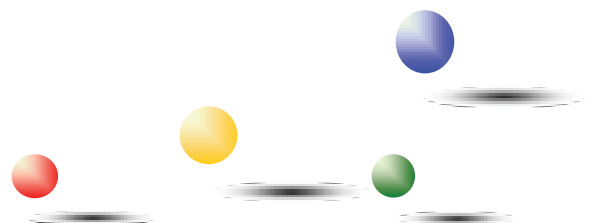
ein Stück Draht

So wird der Versuch durchgeführt:

Fülle beide Gläser gleichvoll mit Wasser und stelle sie nebeneinander auf.
Lege auf eines der Gläser ein Stück geraden Draht ohne Wellen.
Reibe mit deinem feuchten Zeigefinger über den Rand des anderen Glases.



Was kannst du beobachten?



Die klingende und schwingende Gabel

Das brauchst du:



ein Stück Schnur (ca. 1m)



eine Gabel

So wird der Versuch durchgeführt:

- 1) Binde die Gabel in der Mitte der Schnur fest.
Schlage die Gabel gegen die Wand, lass sie los und halte nur die Enden der Schnur fest.
- 2) Wickle dir nun die Schnur 3x um deine Zeigefinger.
Schlage die Gabel erneut gegen die Wand, lass sie los und halte deine Zeigefinger auf die Ohren.

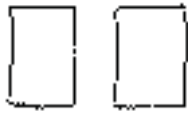


Was kannst du beobachten?



Kann man Luft umfüllen?

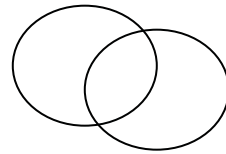
Das brauchst du:



2 Gefrierbeutel



1 Strohhalm

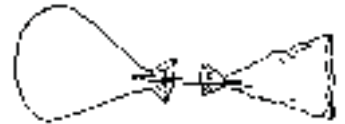


2 Gummis

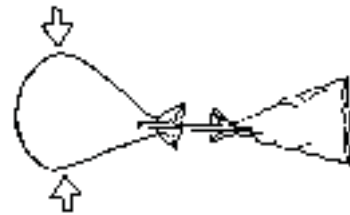
So wird der Versuch durchgeführt:

Puste einen der beiden Gefrierbeutel auf und verschließe ihn fest mit einem Gummiband.

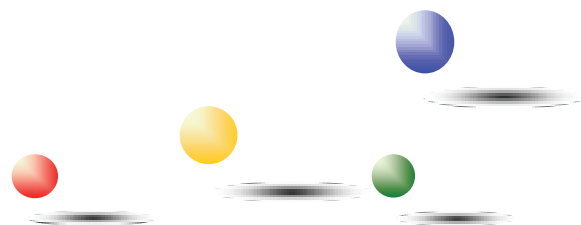
Stecke nun ein Ende des Strohhalmes in die aufgeblasene Tüte hinein und das andere Ende in die nicht aufgeblasene Tüte. Verschließe diese ebenfalls mit einem Gummiband.



Drücke nun kräftig auf die aufgeblasene Tüte.



Was kannst du beobachten?



Der Knall des Luftballons

Das brauchst du:



Luftballon



Filmdose mit Mehl



Trichter

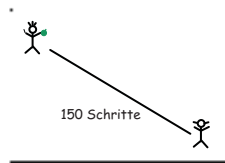
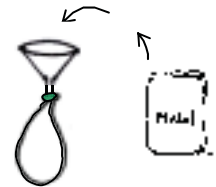


Nadel

So wird der Versuch durchgeführt:

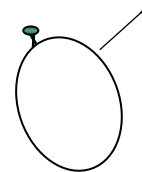
Fülle durch den Trichter eine Filmdose Mehl in einen Luftballon. Blase ihn auf und verknote ihn.

Wenn du beim Aufblasen Luft holst, darfst du den Mund nicht am Luftballon lassen, sonst atmest du das Mehl ein.

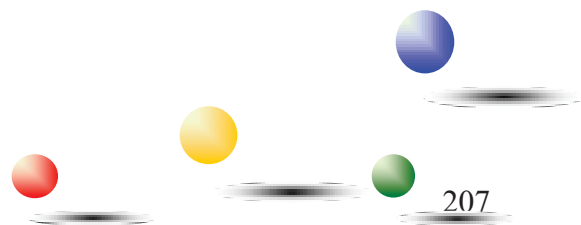


Danach stellt sich ein Schüler mit dem Ballon und der Nadel auf die eine Seite des Schulhofs. Die anderen Schüler gehen 150 große Schritte vom Luftballon weg und beobachten den Ballon ganz genau.

Nun wird mit der Nadel in den Luftballon gestochen.

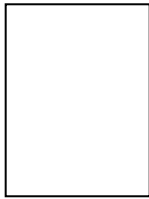


Was kannst du beobachten?

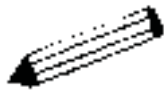


Der „verschwundene“ Punkt

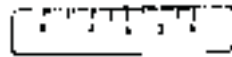
Das brauchst du:



Blatt Papier



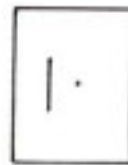
Stift



Lineal

So wird der Versuch durchgeführt:

Male in die Mitte des Blattes einen Punkt und 5 cm links daneben einen Strich.



Lege das Blatt auf den Tisch und setze dich davor.

Halte nun mit einer Hand dein linkes Auge zu und schaue mit dem rechten Auge auf den Strich.

Komme nun mit dem Kopf langsam näher an das Blatt und schaue dabei immer auf den Strich.

Was passiert mit dem Punkt?





Feuer

(Klassenstufe 3 + 4)

Allgemeine fachliche Aspekte zum Thema „Feuer“:

Eine Verbrennung ist eine chemische Reaktion einer Substanz mit Sauerstoff, bei der üblicherweise große Mengen an Wärme freigesetzt werden. Dabei kann man eine Flammenbildung beobachten.

Allgemein versteht man unter einer Verbrennung die Oxidation eines Stoffes mit Luftsauerstoff.

Luft setzt sich zusammen aus Sauerstoff (21%), Stickstoff (78%), Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid und anderen Gasen (1%). Stickstoff und die übrigen Gase haben keinen Einfluss auf den Verbrennungsprozess.

Für eine Verbrennung sind drei Bedingungen notwendig:

- eine brennbare Substanz
- genügend Sauerstoff, um den Prozess in Gang zu halten
- eine Temperatur, die hoch genug ist, um den Prozess zu starten (Entzündungstemperatur)

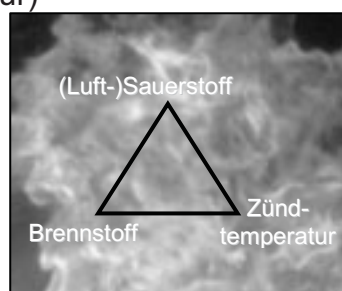


Abbildung 1: Das so genannte Branddreieck



Fehlt einer dieser drei Faktoren, erlischt das Feuer. Um einen Brand zu verhüten, muss folglich einer der drei Faktoren unterbunden werden.

Doch auch der Zerteilungsgrad, auch Granularität genannt, hat einen Einfluss auf den Brennvorgang. Mit dem Zerteilungsgrad wird die Oberfläche des Stoffes größer und die Wahrscheinlichkeit einer Begegnung mit dem Reaktionspartner Sauerstoff nimmt zu.

Holzspäne lassen sich beispielsweise leichter anzünden als ein dickes Holzsplit; Eisenpulver leichter als ein Eisennagel. Der Zerteilungsgrad des Brennstoffes spielt bei der Beurteilung der Brennbarkeit somit eine wichtige Rolle.

Schülervorstellungen zum Thema Feuer:

Schüler haben oft die Vorstellung, dass der Docht der brennbare Stoff bei einer Kerze ist. Das Wachs, so meinen die Schüler, diene dazu, dass der Docht länger brenne oder den Docht im Wachs festhalte oder dass die Kerze einfach gut dufte.

Kinder meinen auch oft, dass Wachs bei einer Verbrennung vernichtet wird und/oder verschwindet: „Das Wachs ist dann weg“; „dann wenn die Kerze ausgebrannt ist, dann ist ja da nichts mehr und das kommt, da sich die Kerze in Rauch auflöst“¹.

Teilaspekte des Themenbereichs Feuer:

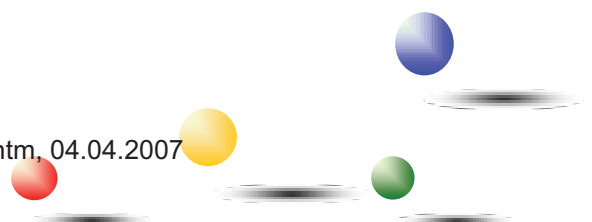
- Bedingungen für eine Verbrennung
- Brände löschen
- Aufbau und Funktion einer Kerze
- Auswirkungen von Wärme

Bezug zum Bildungsplan:

Mit der Behandlung dieses Themengebietes decken Sie folgende vom Bildungsplan 2004 geforderten Experimente ab:

- 1 Experiment mit der Kerze zum Einfluss der Luft auf die Verbrennung

¹ http://www.edu.lmu.de/supra/sachunterricht_home_gesamt.htm, 04.04.2007



Methodische Umsetzung im Unterricht:

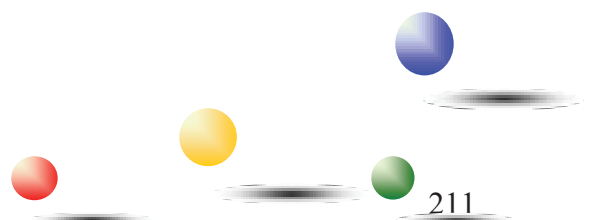
Es empfiehlt sich, die Versuche in der angegebenen Reihenfolge durchzuführen. Nur so können neu gewonnene Erkenntnisse eingesetzt werden, um die weiteren Versuche zu erklären.

a) Es empfiehlt sich als erstes die Voraussetzungen einer Verbrennung (brennbarer Stoff, Sauerstoff sowie Entzündungstemperatur) zu thematisieren. Im Versuch *Was braucht die Kerze zum Brennen?* wird thematisiert, dass eine Kerze zum Brennen Luft bzw. den darin enthaltenen Sauerstoff benötigt. Mit dem Versuch *Es brennt im Klassenzimmer...Was brennt, wenn es brennt?* kann herausgearbeitet werden, dass eine Verbrennung nur zustande kommt, wenn ein brennbarer Stoff vorhanden ist. Im letzten Versuch, *Kann Eisen brennen?*, wird auf die Bedeutung des Zerteilungsgrades eingegangen. Eisenpulver brennt, wohingegen ein Eisennagel nicht brennt.

b) Die Versuche zu Löschmethoden sollten im Anschluss an die Voraussetzungen einer Verbrennung folgen. Die Löschmethoden basieren darauf, die Voraussetzungen einer Verbrennung zu eliminieren. Beim Versuch *Was tun, wenn's brennt?* können die Schüler verschiedene Löschmethoden ausprobieren. Die Versuche *Was passiert mit der Flamme* und *Der selbstgebaute Feuerlöscher* thematisieren den gleichen Sachverhalt: Es wird eine weitere Löschmethode vorgestellt, die Verdrängung des Luftsauerstoffs durch ein anderes Gas. Der Versuch *Kann man alles mit Wasser löschen?* zeigt, dass man Benzinbrände nicht mit Wasser löschen kann. Dieser Versuch darf **nur als Lehredemonstrationsversuch** vorgeführt werden. Außerdem muss der Versuch im Hof auf dem Beton/Asphalt durchgeführt werden.

c) Im Anschluss können Aufbau und Funktion der Kerze thematisiert werden. Beim Versuch *Wir basteln ein Öllämpchen* wird thematisiert, dass bei einem Öllämpchen nicht der Docht brennt, auch nicht das flüssige Lampenöl, sondern Öldämpfe. Dieser Versuch ist als **Lehredemonstrationsversuch** gedacht und soll nicht von den Kindern durchgeführt werden.

Bei einer Kerze ist es genau so, nur brennen da Wachsdämpfe. Diese kann man anzünden (*Die springende Flamme*) bzw. ableiten und dann anzünden (*Die Tochterflamme*).



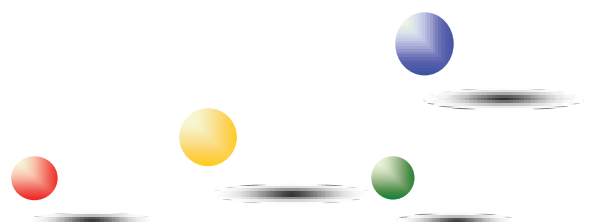
Was Sie selbst kaufen bzw. mitbringen müssen:

- Sand (*Was tun, wenn's brennt?*)

Gefahrenhinweise:

Gerade beim Experimentieren mit Feuer sind bestimmte Sicherheitshinweise zu beachten. Diese Hinweise müssen bei allen Versuchen beachtet werden:

1. Aufgrund der Verbrennungs- und Entzündungsgefahr dürfen die Versuche mit Feuer nur unter Aufsicht der Lehrkraft durchgeführt werden.
2. Die Schüler müssen vor Beginn der Experimente ausreichend über die Gefahren von Feuer aufgeklärt werden.
3. Lange Haare müssen zu einem Zopf gebunden werden.
4. Beim Durchführen der Experimente muss der Raum stets gut gelüftet sein.
5. Des Weiteren muss immer eine feuerfeste Unterlage, wie zum Beispiel Alufolie oder ein altes Backblech, verwendet werden.
6. Zudem muss immer etwas zum Löschen, wie Wasser und eine Löschdecke, bereitgestellt werden.



Didaktische Kommentare

Was braucht die Kerze zum Brennen?

Zeitdauer:

Für diesen Versuch braucht man ca. 10 Minuten.

Einordnung in die Themenreihe:

Der Versuch gehört in die Themenreihe *Bedingungen für eine Verbrennung*.

Lernziele:

Die Schüler erfahren, dass für ein Feuer Luft bzw. der darin enthaltene Sauerstoff eine wichtige Voraussetzung ist.

Schülergerechte Erklärung:

Eine Kerze benötigt zum Brennen Luft, genauer den in der Luft enthaltenen Sauerstoff. Da die Kerze in einem abgeschlossenen Raum brennt, ist die Sauerstoffzufuhr unterbrochen und der Sauerstoffgehalt im Glas sinkt. Ist der Sauerstoffgehalt zu gering, geht die Kerze aus.

Fachwissenschaftliche Erklärung:

Sauerstoff ist eine der drei Voraussetzungen (Sauerstoff, brennbarer Stoff, Entzündungstemperatur) für eine Verbrennung.

In der Luft befinden sich, neben Stickstoff und anderen Gasen, ca. 21 Vol.-% Sauerstoff. Da die Sauerstoffzufuhr im Becherglas unterbrochen ist, sinkt der Sauerstoffgehalt langsam unter 15 Vol.-% und die Kerze erlischt.



Es brennt im Klassenzimmer... Was brennt, wenn es brennt?

Zeitdauer:

Für diesen Versuch braucht man ca. 15 Minuten.

Einordnung in die Themenreihe:

Der Versuch gehört in die Themenreihe *Bedingungen für eine Verbrennung*.

Lernziele:

Die Schüler erfahren, dass es brennbare und nicht brennbare Stoffe gibt.

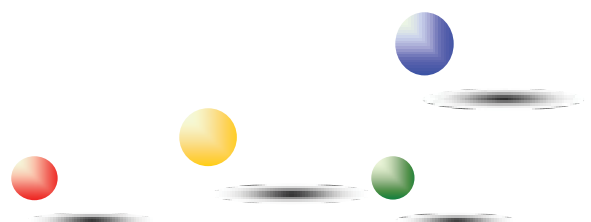
Schülergerechte Erklärung:

Eine wirkliche Erklärung zu diesem Versuch kann man Schülern nicht geben. Es geht eher um das phänomenologische Erkennen, dass es brennbare und nicht brennbare Stoffe gibt.

Fachwissenschaftliche Erklärung:

Die Brennbarkeit von Stoffen hängt von ihrer Fähigkeit ab, sich mit Sauerstoff zu verbinden. Die meisten Stoffe sind brennbar. Nicht brennbar sind z. B. Oxide, die sich schon vollständig mit Sauerstoff verbunden haben. So ist Quarzsand (Siliziumdioxid SiO_2) beispielsweise nicht brennbar. Das Metall Eisen in Form feiner Späne verglüht dagegen.

Die Brennbarkeit fester Stoffe wird nach deren Entzündungstemperatur beurteilt. Die Entzündungstemperatur ist die Temperatur, bei deren Erreichen der betreffende Stoff in Gegenwart von Luftsauerstoff von selbst zu brennen anfängt.



Kann Eisen brennen?

Zeitdauer:

Für diesen Versuch braucht man ca. 15 Minuten.

Einordnung in die Themenreihe:

Der Versuch gehört in die Themenreihe *Bedingungen für eine Verbrennung*.

Lernziele:

Die Schüler erfahren, dass der Zerteilungsgrad eines Stoffes ein wichtiger Faktor bei einer Verbrennung ist.

Schülergerechte Erklärung:

Auf Grund der größeren Angriffsfläche kann der Sauerstoff besser mit der Eisenwolle und dem Eisenpulver in Kontakt kommen. Dadurch verglühen die Eisenwolle und das Eisenpulver. Der Nagel brennt nicht, da er zu kompakt ist. Es lagert sich lediglich Ruß an ihm ab.

Fachwissenschaftliche Erklärung:

Ein weiterer wichtiger Faktor für eine Verbrennung ist der Zerteilungsgrad. Der Zerteilungsgrad, auch Granularität genannt, beschreibt das Verhältnis der Oberfläche zum Volumen eines Stoffes. Durch eine Stoffzerkleinerung vergrößert sich die Oberfläche. Der Sauerstoff kann dadurch besser den brennbaren Stoff umströmen. So lassen sich zum Beispiel Holzspäne leichter anzünden als ein Baumstamm. Eisenpulver verbrennt, während ein Eisennagel nicht brennt.



Was tun, wenn´s brennt?

Zeitdauer:

Für diesen Versuch braucht man ca. 25 Minuten.

Einordnung in die Themenreihe:

Dieser Versuch gehört in die Themenreihe *Brände löschen*.

Lernziele:

Die Schüler lernen die verschiedenen Löschmethoden *Abkühlen* und *Unterbrechung der (Luft-) Sauerstoffzufuhr* kennen.

Schülergerechte Erklärung:

Durch das Auspusten des brennenden Taschentuchs gelangt mehr Sauerstoff in die Flamme. Dadurch erreicht man genau das Gegenteil von dem, was man wollte und es brennt besser.

Schüttet man Wasser über das Feuer wird dieses abgekühlt und erlischt dadurch. Legt man ein Baumwolltuch auf das Feuer, so erlischt dieses, da die Flamme keinen Sauerstoff mehr erhält. Wie das Baumwolltuch verhindert auch der Sand die Sauerstoffzufuhr. Dadurch erlischt auch hier das Feuer.

Fachwissenschaftliche Erklärung:

Das Branddreieck verdeutlicht nicht nur die drei Bedingungen für eine Verbrennung bzw. ein Feuer, sondern auch die Faktoren für das Löschen.

Entfernen des brennbaren Stoffes

Dies ist allerdings nicht immer möglich. Dieses Verfahren wird aber bei Waldbränden eingesetzt. Dabei kommt mittels breiter Schneisen das Feuer zum Stillstand.

Bei Gasbränden entfernt man den brennbaren Stoff durch Abdrehen des Gases.

Unterbinden der Sauerstoffzufuhr

Sinkt der Sauerstoffgehalt unter einen bestimmten Prozentsatz, kann die Verbrennung nicht aufrecht erhalten werden und das Feuer erlischt. Für dieses Verfahren haben sich einige Methoden sehr bewährt. So kann man die Sauerstoffzufuhr mit Sand oder einer Löschdecke unterbinden, so dass die Flamme erstickt.



Abkühlen bis unter die Entzündungstemperatur

Bei diesem Verfahren wird die Wärmeenergie, die ein Feuer benötigt, entzogen. Wasser bietet sich dabei als Löschmittel an, da es eine Kühlwirkung hat. Das Wasser nimmt die Wärme auf und verdampft. Wasser ist allerdings nicht bei jedem Brand als Kühl- bzw. Löschmittel geeignet (vgl. Versuch *Kann man alles mit Wasser löschen?*)

Für diesen Versuch müssen Sie noch kaufen / mitbringen:

- 1 Becher Sand



Was passiert mit der Flamme?

Zeitdauer:

Für diesen Versuch braucht man ca. 10 Minuten.

Einordnung in die Themenreihe:

Der Versuch gehört zum Themenbereich *Brände löschen*.

Schülervorstellungen:

Die Schüler vermuten bei diesem Versuch oft, dass die unten im Gefäß entstehenden Schaumblasen den brennenden Holzspan erstickt haben. Allerdings berühren die Blasen den Holzspan gar nicht.

Lernziele:

Bei diesem Experiment wird verdeutlicht, dass das Unterbinden der Sauerstoffzufuhr nicht nur durch Abdecken des Brandes geschehen kann, sondern auch dadurch, dass Sauerstoff von einem anderen Gas verdrängt wird.

Schülergerechte Erklärung:

Das Backpulver reagiert mit dem Wasser. Dabei entsteht das Gas Kohlenstoffdioxid. Dieses ist schwerer als Luft, sammelt sich deshalb unten im Becher und verdrängt die Luft und damit den Sauerstoff. Der Holzspan erlischt.

Fachwissenschaftliche Erklärung:

Backpulver ist chemisch gesehen ein Gemisch, welches u. a. Hydrogencarbonat (HCO_3^-) und Dihydrogenphosphat (H_2PO_4^-) enthält. Diese beiden Stoffe reagieren miteinander, wenn sie in Wasser gelöst werden. Dabei wird u. a. Kohlenstoffdioxid (CO_2) freigesetzt. CO_2 ist schwerer als Luft. Es sammelt sich zunächst unten im Becher, breitet sich langsam aus und verdrängt dabei den benötigten Sauerstoff.



Ein selbstgebauter Feuerlöscher

Zeitdauer:

Für diesen Versuch braucht man ca. 15 Minuten.

Einordnung in die Themenreihe:

Dieser Versuch gehört in die Themenreihe *Brände löschen*.

Schülervorstellungen:

Die Schüler vermuten bei diesem Versuch oft, dass die unten im Gefäß entstehenden Schaumblasen die Kerze erstickt haben müssen. Allerdings berühren die Blasen die Kerze bzw. den Docht und die Flamme gar nicht.

Lernziele:

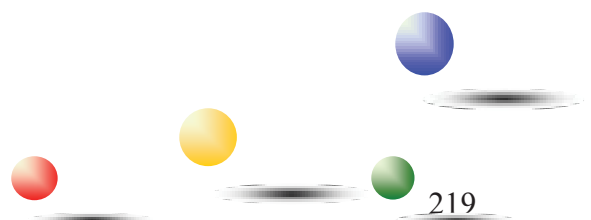
Bei diesem Experiment wird verdeutlicht, dass das Unterbinden der Sauerstoffzufuhr nicht nur durch Abdecken geschehen kann, sondern auch dadurch, dass Sauerstoff von einem anderen Gas verdrängt wird.

Schülergerechte Erklärung:

In den Blasen ist ein Gas (Kohlenstoffdioxid CO_2) enthalten; platzen die Blasen, sammelt sich das Gas oberhalb der Flüssigkeitsoberfläche. Da das Backpulver mit dem Essig immer weiter reagiert, entsteht immer mehr von diesem Gas. Das Gas steigt nach oben und verdrängt die Luft. Die Kerze geht aus.

Fachwissenschaftliche Erklärung:

Backpulver ist chemisch gesehen ein Gemisch, welches u. a. Natriumhydrogencarbonat enthält. Essig enthält (neben Wasser) Essigsäure. Diese beiden Substanzen reagieren miteinander, dabei wird u. a. Kohlenstoffdioxid (CO_2) frei. CO_2 ist schwerer als Luft. Es sammelt sich zunächst unten im Becherglas, breitet sich langsam aus und verdrängt dabei den benötigten Sauerstoff.



Kann man alles mit Wasser löschen?

Zeitdauer:

Für diesen Versuch braucht man ca. 10 Minuten.

Einordnung in die Themenreihe:

Dieser Versuch gehört in die Themenreihe *Brände löschen*.

Gefahrenhinweise:

Bei diesem Versuch besteht Verbrennungsgefahr. Zudem ist Benzin leicht entflammbar. Aus diesem Grund ist dieser Versuch **nur als Lehrerversuch zur Demonstration** vorgesehen. Die allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen, die zu Beginn beschrieben wurden, müssen auch bei diesem Versuch berücksichtigt werden.

Beim Versuch, das Benzin mit Wasser zu löschen, sollte besondere Vorsicht geboten werden, da sich eine Stichflamme bilden kann.

Lernziele:

Die Schüler haben bisher verschiedene Löschmethoden kennen gelernt, bei denen der Brand mit Wasser gelöscht werden konnte. In diesem Versuch erfahren sie, dass nicht alle brennenden Stoffe mit Wasser gelöscht werden können.

Schülergerechte Erklärung:

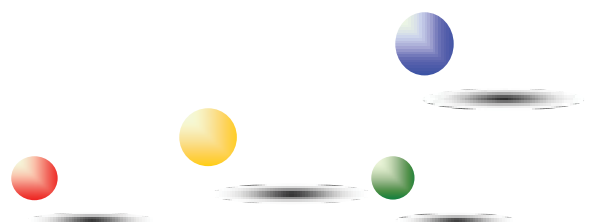
Benzin kann nicht mit Wasser vermischt werden. Das Wasser verbindet sich nicht mit dem Benzin, sondern perlt ab. Deswegen kann man brennendes Benzin nicht mit Wasser löschen.

Fachwissenschaftliche Erklärung:

Benzin ist unpolar und Wasser polar. Aus diesem Grund kann man Benzin und Wasser nicht mischen. Das brennende Benzin schwimmt auf dem Wasser, wenn man versucht, den Brand mit Wasser zu löschen. Dadurch kann der Brand sich weiter ausbreiten.

Entsorgung:

Das Benzin vollkommen in der Porzellanschale verbrennen lassen.



Wir basteln ein Öllämpchen

Zeitdauer:

Für diesen Versuch braucht man ca. 15 Minuten.

Einordnung in die Themenreihe:

Dieser Versuch gehört in die Themenreihe *Aufbau und Funktion der Kerze*.

Gefahrenhinweise:

Dieser Versuch ist ein Lehrer-Demonstrations-Experiment und soll nicht von den Schülern durchgeführt werden.

Lernziele:

Die Schüler erfahren, dass der Docht die wichtige Funktion hat, das Öl in die Flamme zu transportieren und fein zu verteilen.

Schülergerechte Erklärung:

Der Docht hat die Aufgabe, das Öl in die Flamme zu transportieren und sie ständig mit Öl weiter zu versorgen. Der Docht besteht aus Baumwolle, die das Öl gut aufsaugen kann. Da sich das Öl in den Fasern des Dochts fein verteilt, lässt sich das Öl leicht entzünden.

An sich würde der Docht schnell verbrennen, wenn man nur ihn anzünden würde.

Fachwissenschaftliche Erklärung:

Der Docht besteht aus Baumwollfäden, die miteinander verflochten sind. Dadurch kann er das Öl gut aufsaugen und durch die Kapillarwirkung in die Flamme transportieren. Die Kapillarwirkung bewirkt, dass das Öl sich durch die engen Hohlräume bzw. Spalten des Dochtes ausbreiten und aufsteigen kann. Die Kapillarwirkung ist von der Flüssigkeit und von der Enge der Spalte abhängig.

Das Prinzip der Saugwirkung von Kapillaren findet man zum Beispiel beim Löschpapier; auch das Aufsteigen von Wasser in einem Schwamm beruht auf der Kapillarwirkung.

Durch die feine Verteilung des Öls im Docht wird der Zusammenhalt der Ölmoleküle herabgesetzt; dadurch sinkt die Entzündungstemperatur.

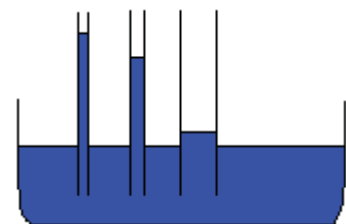


Abbildung 2: Die Kapillarwirkung



Die springende Flamme

Zeitdauer:

Für diesen Versuch braucht man ca. 10 Minuten.

Einordnung in die Themenreihe:

Dieser Versuch gehört in die Themenreihe *Aufbau und Funktion der Kerze*.

Lernziele:

Die Schüler erfahren, dass der Wachsdampf der Kerze der Stoff ist, der bei einer Kerze brennt.

Schülergerechte Erklärung:

Pustet man eine Kerze aus, befindet sich immer noch Wachsdampf um den Docht herum und dieser steigt in Form eines weißen Rauches nach oben. Dieser weiße Rauch kann ohne den Docht zu berühren von einer Flamme entzündet werden und die Flamme „springt“ auf den Docht zurück. Wie man sieht sind die Wachsdämpfe bei einer Kerze der brennbare Stoff. Der Docht bei einer Kerze dient dazu, das geschmolzene Wachs zur Flamme zu transportieren.

Fachwissenschaftliche Erklärung:

Für eine Verbrennung müssen drei Bedingungen erfüllt sein. Zunächst sind brennbare Stoffe, wie z. B. Holz oder Papier erforderlich. Außerdem muss Sauerstoff in der Umgebung sein. Eine weitere wichtige Komponente für ein Feuer ist das Erreichen der Entzündungstemperatur, durch die die Verbrennung beginnt.

Verbrennungsabläufe bei einer Kerze:

Entzündet man eine neue Kerze dauert es ein bisschen, bis der Docht brennt und sich eine Kerzenflamme bildet. Die Hitze des Dochts erwärmt das feste Wachs und bringt es zum Schmelzen.

Das flüssige Wachs steigt durch die Kapillarkraft des Dochts hin zur Flamme. Dort wird das flüssige Wachs so heiß, dass es verdampft. Dieser Wachsdampf reagiert

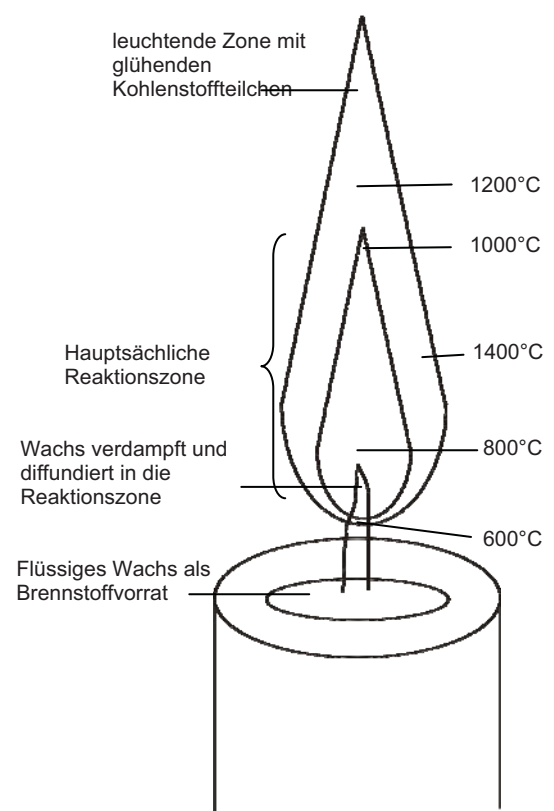
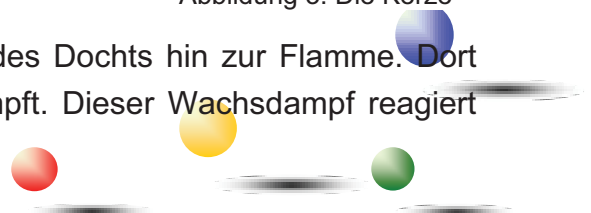


Abbildung 3: Die Kerze

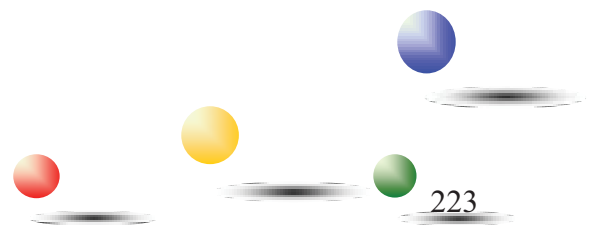
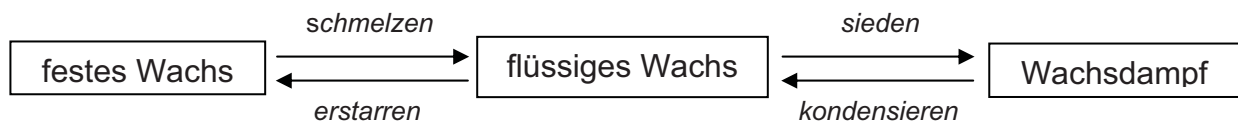


nun mit dem Sauerstoff und entzündet sich beim Erreichen seiner Entzündungstemperatur.

Bei einer Kerze ist also das Wachs in Form von Wachsdampf der brennbare Stoff. Festes und flüssiges Wachs brennen nicht. Das Wachsmaterial besteht häufig aus Paraffin oder Stearin. Beide Stoffe bestehen aus Kohlenstoffverbindungen, die mit dem Sauerstoff bei einer Verbrennung zu Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf reagieren.

Pustet man eine Kerze aus, ist immer noch Wachsdampf vorhanden. Der heiße Docht ist umgeben von diesem Wachsdampf, welcher in Form weißen Rauches sichtbar ist. Wird mit einem brennenden Holzspan der weiße Rauch berührt, beginnt die Kerze wieder zu brennen. Jedoch kühlt der Docht schnell ab und es steigen nicht mehr lange Wachsdämpfe auf, die man entzünden kann.

Bei den Verbrennungsabläufen einer Kerze können auch gut die Aggregatzustände beobachtet werden. Zunächst ist das Wachs bei Raumtemperatur fest. Bei Körpertemperatur schmilzt das Wachs und wird flüssig. Erst bei einer Temperatur von 250°C wird es gasförmig.



Die Tochterflamme

Zeitdauer:

Für diesen Versuch braucht man ca. 10 Minuten.

Einordnung in die Themenreihe:

Dieser Versuch gehört in die Themenreihe *Aufbau und Funktion der Kerze*.

Lernziele:

Die Schüler erfahren, dass der Wachsdampf der Kerze der brennbare Stoff bei einer Kerze ist (vgl. *Die springende Flamme*).

Schülergerechte Erklärung:

Wenn eine Kerze brennt, dann entstehen am unteren Teil der Flamme beim Docht brennbare Gase (Wachsdämpfe). Ein Teil des unverbrannten Gases wird durch das Glasrohr nach außen geleitet. Man sieht weißen Rauch aufsteigen, der entzündbar ist. Diese zweite kleine Flamme bezeichnet man als Tochterflamme.

Fachwissenschaftliche Erklärung:

Der Wachsdampf befindet sich im Inneren der Kerzenflamme (vgl. *Die springende Flamme*). Ein Teil des unverbrannten Wachsdampfes steigt durch das Glasröhrchen und kann am oberen Ende entzündet werden. Im oberen Bereich der Flamme befindet sich Ruß, der als schwarzer Rauch nach oben steigt. Dieser ist nicht brennbar.

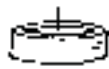


Was braucht die Kerze zum Brennen?

Das brauchst du:



Stoppuhr



Teelicht



Streichhölzer

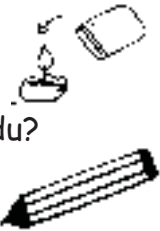


3 verschieden große Bechergläser

So wird der Versuch durchgeführt:

Zünde vorsichtig das Teelicht an.

Was passiert, wenn du ein Glas über das Teelicht stülpest? Was denkst du?



Probiere es jetzt aus.

Stülpe nun die verschieden großen Bechergläser jeweils über das Teelicht und stoppe dabei die Zeit, wie lange das Teelicht noch brennt.

Was kannst du beobachten?

Trage die Zeit in die Tabelle ein.

Teelicht			
Zeit			

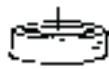


Was braucht die Kerze zum Brennen?

Das brauchst du:



Stoppuhr



Teelicht



Streichhölzer



3 verschieden große Bechergläser

So wird der Versuch durchgeführt:

Zünde vorsichtig das Teelicht an.



Was passiert, wenn du ein Glas über das Teelicht stülpst? Was denkst du?



Probiere es jetzt aus.

Stülpe nun die verschieden großen Bechergläser jeweils über das Teelicht und stoppe dabei die Zeit, wie lange die Kerze noch brennt.

Was kannst du beobachten?

Trage die Zeit in die Tabelle ein.

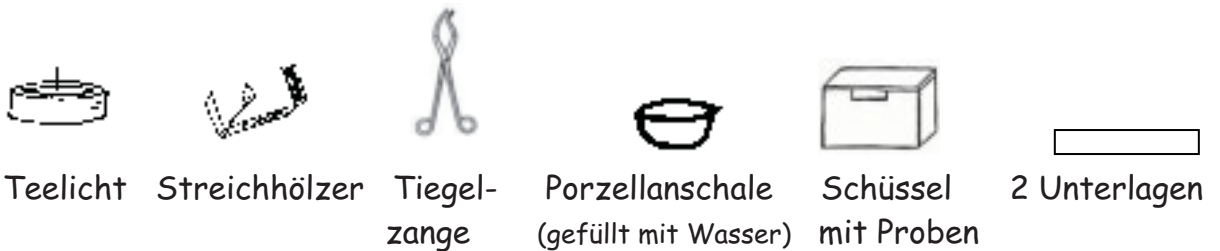


Teelicht			
Zeit	Beim kleinsten Becherglas geht das Teelicht am schnellsten aus, beim größten Becherglas brennt das Teelicht am längsten.		



Es brennt im Klassenzimmer... Was brennt, wenn es brennt?

Das brauchst du:



So wird der Versuch durchgeführt:

Schau dir die verschiedenen Proben in der Schüssel an. Was meinst du, welche brennen und welche nicht? Trage in der Tabelle deine Vermutungen ein. Stelle das Teelicht auf eine Unterlage und zünde es an. Halte die Proben mit der Tiegelzange nacheinander in die Kerzenflamme. Lösche die brennenden Proben in der Porzellanschale mit Wasser und lege sie dann auf die zweite Unterlage.

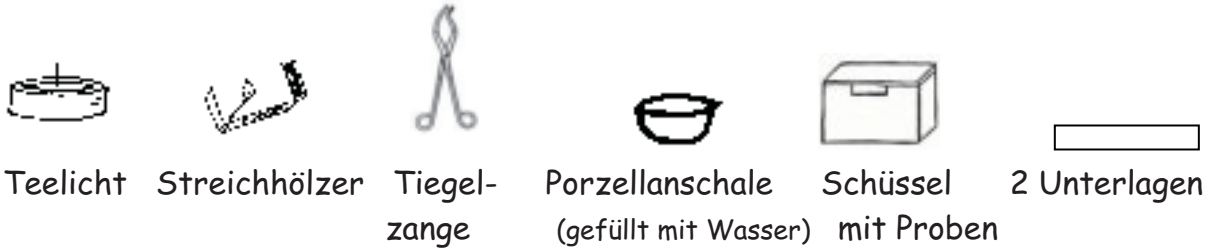
Was kannst du beobachten?

Kreuze deine Beobachtung in der Tabelle an.

Probe	Wo kommt der Stoff vor?	Vermutung		Versuch	
		Brennt	Brennt nicht	Brennt	Brennt nicht
Papier	Bücher				
Holz	Tisch, Stuhl				
Glas	Fensterscheibe				
Kreide	Tafelkreide				
Stein	Wand				
Wachs	Kerze				
Schnur	zum Aufhängen				
Watte	Verbandskasten				
Alufolie	Pausenbrotverpackung				
Nagel	zum Aufhängen				

Es brennt im Klassenzimmer... Was brennt, wenn es brennt?

Das brauchst du:



So wird der Versuch durchgeführt:

Schau dir die verschiedenen Proben in der Schüssel an. Was meinst du, welche brennen und welche nicht? Trage in der Tabelle deine Vermutungen ein. Stelle das Teelicht auf eine Unterlage und zünde es an. Halte die Proben mit der Tiegelzange nacheinander in die Kerzenflamme. Lösche die brennenden Proben in der Porzellanschale mit Wasser und lege sie dann auf die zweite Unterlage.

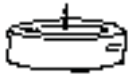
Was kannst du beobachten?

Kreuze deine Beobachtung in der Tabelle an.

Probe	Wo kommt der Stoff vor?	Vermutung		Versuch	
		Brennt	Brennt nicht	Brennt	Brennt nicht
Papier	Bücher			X	
Holz	Tisch, Stuhl			X	
Glas	Fensterscheibe				X
Kreide	Tafelkreide				X
Stein	Wand				X
Wachs	Kerze				X
Schnur	zum Aufhängen			X	
Watte	Verbandskasten			X	
Alufolie	Pausenbrotverpackung				X
Nagel	zum Aufhängen				X

Kann Eisen brennen?

Das brauchst du:



Teelicht



Streichhölzer



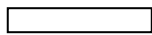
Eisennagel



Eisenwolle



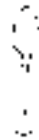
Eisenpulver



Unterlage



Tiegelzange



Löffel aus Metall

So wird der Versuch durchgeführt:

Stelle das Teelicht auf die Unterlage und zünde es an.

1. Halte den Eisennagel mit der Tiegelzange in die Flamme.
2. Nimm ein Stück Eisenwolle und halte es mit der Tiegelzange in die Flamme.
3. Nimm ganz wenig Eisenpulver auf die Löffelspitze und halte den Löffel etwa 10 cm über die Flamme. Klopfe nun vorsichtig auf den Löffelstiel, so dass ganz wenig Pulver in die Kerzenflamme rieselt.

Was kannst du beobachten?

1. _____
2. _____
3. _____



Kann Eisen brennen?

Das brauchst du:



Teelicht



Streichhölzer



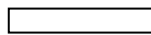
Eisennagel



Eisenwolle



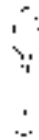
Eisenpulver



Unterlage



Tiegelzange



Löffel aus Metall

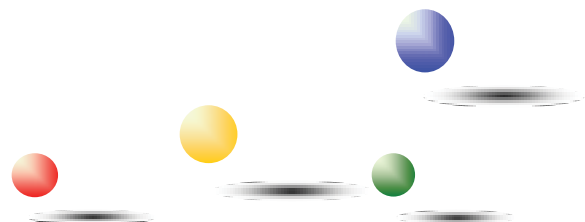
So wird der Versuch durchgeführt:

Stelle das Teelicht auf die Unterlage und zünde es an.

1. Halte den Eisennagel mit der Tiegelzange in die Flamme.
2. Nimm ein Stück Eisenwolle und halte es mit der Tiegelzange in die Flamme.
3. Nimm ganz wenig Eisenpulver auf die Löffelspitze und halte den Löffel etwa 10 cm über die Flamme. Klopfe nun vorsichtig auf den Löffelstiel, so dass ganz wenig Pulver in die Kerzenflamme rieselt.

Was kannst du beobachten?

1. Der Eisennagel brennt nicht. Es lagert sich Ruß ab.
2. Die Eisenwolle glüht.
3. Auch das Eisenpulver verglüht/verbrennt mit deutlichem Funkenflug.



Was tun, wenn's brennt?

Das brauchst du:



Porzellan-
schale



Taschen-
tuch



weißer Becher



kleines
Baumwolltuch



Sand



2 Unterlagen



Streichhölzer

So wird der Versuch durchgeführt:

Fülle den Becher zur Hälfte mit Wasser.
Stelle die Porzellanschale auf eine Unterlage.
Lege ein zerknülltes Taschentuch in die Porzellanschale und zünde es an.
Versuche das brennende Taschentuch auszupusten.
Was passiert? Schreibe es auf?



Versuche nun das brennende Papiertaschentuch ...

... mit Wasser zu löschen

... mit Sand zu löschen (Werfe eine Hand voll Sand vorsichtig auf das Feuer!)

... mit dem Tuch zu löschen (Lege das Tuch vorsichtig auf das Feuer und warte einen Augenblick ab, bevor du unter das Tuch schaust!)

Gib nach jedem Löschen die verbrannten Materialien auf die zweite Unterlage.

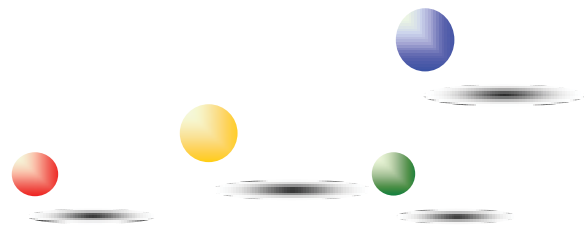


Was kannst du beobachten?

Notiere dir in der Tabelle die Löschmethode und schreibe deine Beobachtungen auf.



<u>Löschmethode</u>	<u>Hat es funktioniert?</u>



Was tun, wenn's brennt?

Das brauchst du:



Porzellan-
schale



Taschen-
tuch



weißer Becher



kleines
Baumwolltuch



Sand



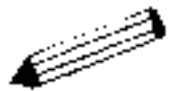
2 Unterlagen



Streichhölzer

So wird der Versuch durchgeführt:

Fülle den Becher zur Hälfte mit Wasser.
Stelle die Porzellanschale auf eine Unterlage.
Lege ein zerknülltes Taschentuch in die Porzellanschale und zünde es an.
Versuche das brennende Taschentuch auszupusten.
Was passiert? Schreibe es auf?



Versuche nun das brennende Papiertaschentuch ...

... mit Wasser zu löschen

... mit Sand zu löschen (Werfe eine Hand voll Sand vorsichtig auf das Feuer!)

... mit dem Tuch zu löschen (Lege das Tuch vorsichtig auf das Feuer und warte einen Augenblick ab, bevor du unter das Tuch schaust!)

Gib nach jedem Löschen die verbrannten Materialien auf die zweite Unterlage.

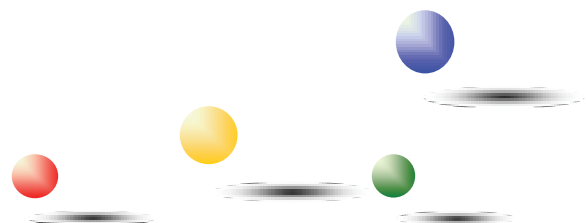


Was kannst du beobachten?

Notiere dir in der Tabelle die Löschmethode und schreibe deine Beobachtungen auf.

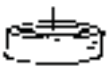


<u>Löschmethode</u>	<u>Hat es funktioniert?</u>
Auspusten	Das Feuer erlischt nur, wenn es sich noch nicht ausgebreitet hat oder wenn man stark genug pustet.
Wasser	Das Feuer erlischt.
Sand	Das Feuer erlischt.
Baumwolltuch	Das Feuer erlischt.



Was passiert mit der Flamme?

Das brauchst du:



Teelicht



Streichhölzer
+ Holzspan



Becher



Backpulver

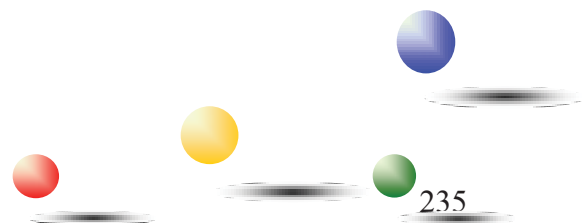
So wird der Versuch durchgeführt:

Gib ein Päckchen Backpulver in den leeren Becher und gieße 1 cm hoch Wasser dazu.

Zünde ein Teelicht an und entzünde an ihm den Holzspan.

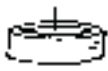
Führe den brennenden Holzspan langsam in das Glas mit dem Wasser und dem Backpulver, ohne dabei die Flüssigkeit zu berühren.

Was kannst du beobachten?



Was passiert mit der Flamme?

Das brauchst du:



Teelicht



Streichhölzer
+ Holzspan



Becher



Backpulver

So wird der Versuch durchgeführt:

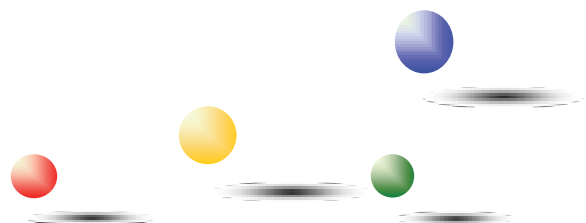
Gib ein Päckchen Backpulver in den leeren Becher und gieße 1 cm hoch Wasser dazu.

Zünde ein Teelicht an und entzünde an ihm den Holzspan.

Führe den brennenden Holzspan langsam in das Glas mit dem Wasser und dem Backpulver, ohne dabei die Flüssigkeit zu berühren.

Was kannst du beobachten?

Im Becher entstehen Blasen. Der Holzspan geht aus.

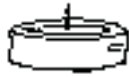


Ein selbstgebauter Feuerlöscher

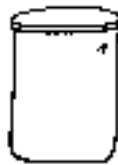
Das brauchst du:



Streichholz



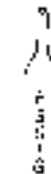
Teelicht



großes
Becherglas



kleines
Becherglas



Essig



Back-
pulver

So wird der Versuch durchgeführt:

Fülle das kleine Becherglas zur Hälfte mit Essig und kippe den Essig dann in das große Becherglas.

Stelle das kleine Becherglas verkehrt herum in das große Becherglas.

Stelle ein Teelicht auf das kleine Becherglas.

Zünde das Teelicht an.

Gib nun das ganze Päckchen Backpulver zu dem Essig. Pass auf, dass du das Backpulver nicht auf die Kerze leerst.



Was kannst du beobachten?

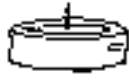


Ein selbstgebauter Feuerlöscher

Das brauchst du:



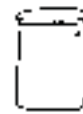
Streichholz



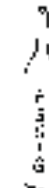
Teelicht



großes
Becherglas



kleines
Becherglas



Essig



Back-
pulver

So wird der Versuch durchgeführt:

Fülle das kleine Becherglas zur Hälfte mit Essig und kippe den Essig dann in das große Becherglas.

Stelle das kleine Becherglas verkehrt herum in das große Becherglas.

Stelle ein Teelicht auf das kleine Becherglas.

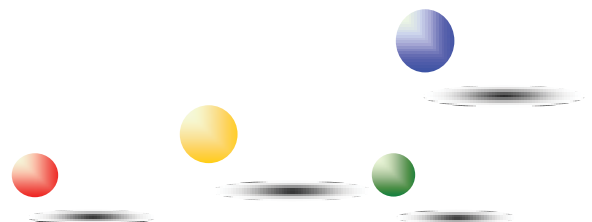
Zünde das Teelicht an.

Gib nun das ganze Päckchen Backpulver zu dem Essig. Pass auf, dass du das Backpulver nicht auf die Kerze leerst.



Was kannst du beobachten?

Im Becherglas entstehen Blasen. Die Kerze geht aus.



Kann man alles mit Wasser löschen?

Das brauchst du:



Haushalts-
benzin



Porzellan-
schale



Streichhölzer
+ Holzspan



Löffel

So wird der Versuch durchgeführt:

Dieser Versuch muss draußen durchgeführt werden!

Gebe 2 Esslöffel Benzin in die Porzellanschale.

Zünde mit einem Streichholz den Holzspan an.

Jetzt gehst du ganz vorsichtig mit dem Holzspan zu der Porzellanschale.

Was, denkst du, wird passieren? Schreibe es auf.



Was meinst du wird passieren, wenn du Wasser über die Porzellanschale gibst?

Was kannst du beobachten?





Kann man alles mit Wasser löschen?

Das brauchst du:



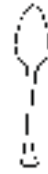
Haushalts-
benzin



Porzellan-
schale



Streichhölzer
+ Holzspan



Löffel

So wird der Versuch durchgeführt:

Dieser Versuch muss draußen durchgeführt werden!
Gebe 2 Esslöffel Benzin in die Porzellanschale.
Zünde mit einem Streichholz den Holzspan an.
Jetzt gehst du ganz vorsichtig mit dem Holzspan zu der Porzellanschale.
Was, denkst du, wird passieren? Schreibe es auf.



Die Schüler notieren ihre individuellen Vermutungen.

Was meinst du wird passieren, wenn du Wasser über die Porzellanschale gibst?

Was kannst du beobachten?

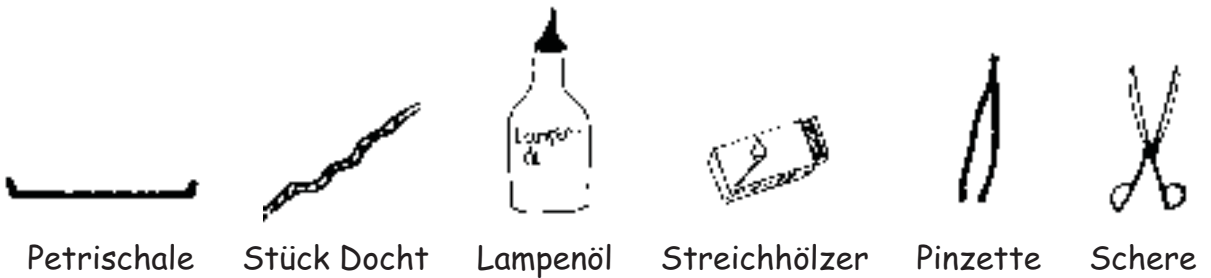
Brennendes Benzin lässt sich nicht mit Wasser löschen.

Es schwimmt auf dem Wasser.



Wir basteln ein Öllämpchen

Das brauchst du:

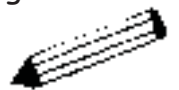


So wird der Versuch durchgeführt:

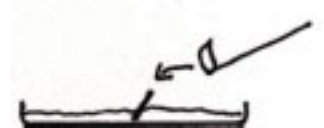
Fülle die Petrischale zur Hälfte mit Lampenöl. Nimm ein Streichholz und versuche, das Lampenöl zu entzünden. Klappt es?



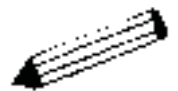
Schneide dir ein ca. 1,5 cm langes Stück Docht ab. Halte es mit der Pinzette in das Lampenöl. Warte eine Weile (zähle langsam bis 20). Schau den Docht genau an. Was kannst du beobachten?



Versuche nun, das Lampenöl am Docht oben zu entzünden.

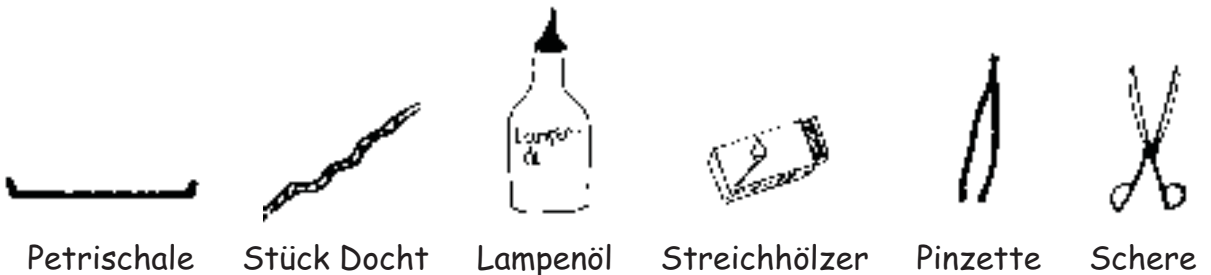


Was kannst du beobachten?



Wir basteln ein Öllämpchen

Das brauchst du:



So wird der Versuch durchgeführt:

Fülle die Petrischale zur Hälfte mit Lampenöl. Nimm ein Streichholz und versuche, das Lampenöl zu entzünden. Klappt es?

Schneide dir ein ca. 1,5 cm langes Stück Docht ab. Halte es mit der Pinzette in das Lampenöl. Warte eine Weile (zähle langsam bis 20). Schaue den Docht genau an. Was kannst du beobachten?

Versuche nun, das Lampenöl am Docht oben zu entzünden.

Was kannst du beobachten?

Das Lampenöl kann nicht entzündet werden.

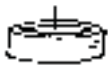
Wenn man den Docht in das Lampenöl hält, brennt das Lampenöl.

Der Docht selbst ist nicht verbrannt.

Die springende Flamme



Das brauchst du:



Kerze



Streichhölzer + Holzspan

So wird der Versuch durchgeführt:

Zünde die Kerze an. Lass sie einige Zeit brennen.

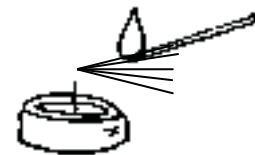


Nimm den Holzspan und zünde ihn an der Kerze an.

Jetzt musst du schnell sein:

Puste die Kerze von der Seite aus.

Halte den brennenden Holzspan sofort nahe an den Docht in den Rauch der erloschenen Kerze.



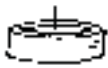
Was kannst du beobachten?



Die springende Flamme



Das brauchst du:



Kerze



Streichhölzer + Holzspan

So wird der Versuch durchgeführt:

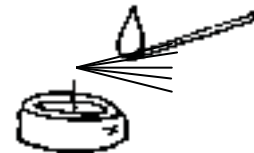
Zünde die Kerze an. Lass sie einige Zeit brennen.



Nimm den Holzspan und zünde ihn an der Kerze an.

Jetzt musst du schnell sein:

Puste die Kerze von der Seite aus.
Halte den brennenden Holzspan sofort nahe
an den Docht in den Rauch der erloschenen Kerze.



Was kannst du beobachten?

Die Flamme hüpft vom Streichholz zum Docht, ohne dass dieser berührt wird. Die Kerze brennt wieder.



Die Tochterflamme

Das brauchst du:



Kerze



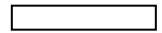
Streichhölzer
+ Holzspan



Glasrohr



Pinzette



Unterlage

So wird der Versuch durchgeführt:

Zünde die Kerze an.

Halte das Glasrohr mit Hilfe der Pinzette senkrecht mit der einen Öffnung in die Mitte der Kerzenflamme. Achte darauf, dass die Kerze dabei nicht erlischt. Entzünde den Holzspan.

Versuche mit dem brennenden Holzspan an der oberen Öffnung des Glasrohrs eine zweite Flamme zu entzünden.

Das heiße Glasrohr kannst du nach dem Versuch auf die Unterlage legen.

Was kannst du beobachten?



Die Tochterflamme

Das brauchst du:



Kerze



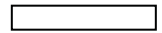
Streichhölzer
+ Holzspan



Glasrohr



Pinzette



Unterlage

So wird der Versuch durchgeführt:

Zünde die Kerze an.

Halte das Glasrohr mit Hilfe der Pinzette senkrecht mit der einen Öffnung in die Mitte der Kerzenflamme. Achte darauf, dass die Kerze dabei nicht erlischt. Entzünde den Holzspan.

Versuche mit dem brennenden Holzspan an der oberen Öffnung des Glasrohrs eine zweite Flamme zu entzünden.

Das heiße Glasrohr kannst du nach dem Versuch auf die Unterlage legen.

Was kannst du beobachten?

Am oberen Ende des Glasröhrchens kann man eine Flamme entzünden.





Pädagogische Hochschule Freiburg

Institut für Biologie, Chemie, Geographie und Physik
- Abteilung Chemie, RL'in Leena Bröll -

Fragebogen zum Stellenwert naturwissenschaftlicher Inhalte im MeNuK-Unterricht

Sehr geehrte Teilnehmer und Teilnehmerinnen,

im Rahmen meiner Promotion an der Pädagogischen Hochschule Freiburg, Abteilung Chemie, sollen die Fortbildung, die Sie demnächst besuchen werden, sowie der Einsatz der NAWllino-Box evaluiert werden. Ihre Angaben sollen dazu dienen, die Konzeption eines naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Grundschule sowie das Fortbildungsangebot zu verbessern bzw. zu optimieren.

Ich möchte Sie freundlich bitten, den folgenden Fragebogen auszufüllen. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten, wichtig ist alleine **Ihre persönliche Einschätzung**. Wenn Sie eine Frage nicht beantworten können, lassen Sie diese unbeantwortet. Bitte beantworten Sie alle Fragen so realitätsnah wie möglich.

Für die Aussagekraft einer Untersuchung sind möglichst viele Stichproben notwendig. Ich würde mich deshalb über eine große Rückmeldung sehr freuen.

Die Auswertung erfolgt durch die Abteilung Chemie der PH Freiburg.

Selbstverständlich wird bezüglich sämtlicher Angaben Anonymität gewährleistet.

Vielen Dank für Ihre Mühe!

Leena Bröll

Zu Ihrer Person:

Code: (erster Buchstaben des Vornamens des Vaters, erster Buchstaben des Vornamens der Mutter, Tag des eigenen Geburtsdatums;
Beispiel: Vater: **H**ugo, Mutter: **G**erda, Tag des eigenen Geburtsdatums: **15.04.1964** \Rightarrow Code: HG15)

Einen Code brauchen wir, da wir Sie zu verschiedenen Zeitpunkten wieder befragen werden und Ihre Fragebögen dann einander zuordnen wollen. Aufgrund Ihres Codes ist es für uns aber nicht möglich, auf Sie zurück zu schließen.

- Geschlecht: männlich weiblich
- Alter: _____ Jahre
- Mein zweites Staatsexamen war im Jahr _____.
- Seit dem zweiten Staatsexamen bin ich _____ Jahre im Schuldienst.
- Dieses Schuljahr unterrichte ich MeNuK in folgende(n) Klasse(n): _____
- Haben Sie ein Fach/Fächer aus dem MeNuK-Bereich studiert?
(Geschichte, Gemeinschaftskunde, Erdkunde, Technik, Musik, Bildende Kunst, Biologie, Chemie, Physik)

ja nein

Falls ja, welche(s) Fach/Fächer? _____

- Haben Sie sich im Rahmen Ihres Studiums mit Naturwissenschaften befasst?
(Mehrfachnennung möglich)

ja, mit Biologie ja, mit Physik ja, mit Chemie nein

- Haben Sie Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen?

sehr großes Interesse großes Interesse wenig Interesse kein Interesse

- Wie wichtig finden Sie es, dass naturwissenschaftliche Inhalte bereits in der Grundschule thematisiert werden?

sehr wichtig wichtig eher unwichtig unwichtig

Bitte beziehen Sie die nachfolgenden Aussagen nur auf Ihren **MeNuK-Unterricht mit naturwissenschaftlichen Inhalten!** Bitte kreuzen Sie an, inwieweit Sie den folgenden Aussagen zustimmen.

Selbsteinschätzung der fachlichen Kompetenzen

	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme gar nicht zu
Ich verfüge über grundlegende naturwissenschaftliche Kenntnisse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe gute Kenntnisse über biologische Themengebiete.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe gute Kenntnisse über physikalische Themengebiete.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe gute Kenntnisse über chemische Themengebiete.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Für die Thematisierung der folgenden naturwissenschaftlichen Themenbereiche im Grundschulunterricht fühle ich mich fachlich sicher:				
Auge und Licht (Klasse 1&2) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie eingeschränkte Wahrnehmung, Lichtbrechung, Zusammensetzung von Farben, reflexartige Schutzfunktionen des Auges, Reflektion, Absorption)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ohr und Schall (Klasse 1&2) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Schallwellen, Schallübertragung, Erzeugen von Tönen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trennverfahren (Klasse 1&2) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Verdampfen, Chromatographie, Reinigung von Schmutzwasser, Trennen eines Dreistoffgemisches)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wo Kräfte wirken (Klasse 1&2) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Magnetismus, Luftdruck, Hebelwirkung, Oberflächenspannung, Reibung, Gasdruck, Aufbau von Biomasse)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feuer/Verbrennung/Kerze (Klasse 3&4) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Aufbau und Funktion der Kerze, Brände löschen, Auswirkung von Wärme, welche Stoffe brennen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wasser (Klasse 3&4) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Oberflächenspannung, Dichte von Wasser, Lösen, Mischen, Wasserkreislauf, Kapillarwirkung, Prinzip der verbundenen Röhren)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Luft (Klasse 3&4) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Luftdruck, Ausdehnung von Luft, Luft nimmt einen Platz ein, Luftströmung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erde/biologische Aspekte (Klasse 3&4) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Pflanzenwachstum, Nachweis von Inhaltsstoffen in Nahrungsmitteln, Bodenschichten)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erde/physikalische und chemische Aspekte (Klasse 3&4) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Säuren und Laugen, Wärmeabsorption, Treibhauseffekt, Sonnenspektrum, Leitfähigkeit, Solarenergie)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich besitze genug fachliches Hintergrundwissen, um auf Schülerfragen eingehen zu können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kenne geeignete Literatur, um mir fachwissenschaftliche Inhalte anzulesen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme gar nicht zu
Ich kann naturwissenschaftliches Fachwissen altersgemäß und verständlich präsentieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Erschließen neuer naturwissenschaftlicher und fachwissenschaftlicher Inhalte bereitet mir keine Schwierigkeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein naturwissenschaftliches Fachwissen ist insgesamt gut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aus Angst vor Schülerfragen behandle ich naturwissenschaftliche Themen nicht oder nur marginal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich verstehe die einem Versuch zugrunde liegenden Sachverhalte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich sehe für mich Fortbildungsbedarf in naturwissenschaftlicher Hinsicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Die Bedeutung des Experiments im naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht

	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme gar nicht zu
Experimentieren soll auch im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht einen großen Stellenwert einnehmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte bevorzuge ich in der Regel eine experimentelle Vorgehensweise.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kenne geeignete Literatur für Schülerversuche.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich setze in der didaktischen Literatur beschriebene Experimente im Unterricht ein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ich kenne genug Experimente, um folgende naturwissenschaftlichen Inhalte behandeln zu können:	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme gar nicht zu
Auge und Licht (Klasse 1&2) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie eingeschränkte Wahrnehmung, Lichtbrechung, Zusammensetzung von Farben, reflexartige Schutzfunktionen des Auges, Reflektion, Absorption)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ohr und Schall (Klasse 1&2) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Schallwellen, Schallübertragung, Erzeugen von Tönen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trennverfahren (Klasse 1&2) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Verdampfen, Chromatographie, Reinigung von Schmutzwasser, Trennen eines Dreistoffgemisches)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wo Kräfte wirken (Klasse 1&2) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Magnetismus, Luftdruck, Hebelwirkung, Oberflächenspannung, Reibung, Gasdruck, Aufbau von Biomasse)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feuer/Verbrennung/Kerze (Klasse 3&4) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Aufbau und Funktion der Kerze, Brände löschen, Auswirkung von Wärme, welche Stoffe brennen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wasser (Klasse 3&4) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Oberflächenspannung, Dichte von Wasser, Lösen, Mischen, Wasserkreislauf, Kapillarwirkung, Prinzip der verbundenen Röhren)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Luft (Klasse 3&4) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Luftdruck, Ausdehnung von Luft, Luft nimmt einen Platz ein, Luftströmung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erde/biologische Aspekte (Klasse 3&4) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Aspekte wie Pflanzenwachstum, Nachweis von Inhaltsstoffen in Nahrungsmitteln, Bodenschichten)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erde/physikalische und chemische Aspekte (Klasse 3&4) (dieser Themenbereich beinhaltet u. a. Säuren und Laugen, Wärmeabsorption, Treibhauseffekt, Sonnenspektrum, Leitfähigkeit, Solarenergie)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann zu Versuchen, die ich in der Literatur finde, kindgerechte Versuchsanleitungen erstellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es fällt mir leicht, die Theorie mit den für den Versuch nötigen praktischen Handgriffen in Einklang zu bringen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin bei jedem Versuch sicher, dass mir die Ausführung gelingt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich probiere neue Dinge im Unterricht aus, auch auf die Gefahr, dass es schief geht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine experimentellen Fertigkeiten sind gut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann Schüler mit einem Demonstrationsversuch motivieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ein Experiment nicht funktioniert, gebe ich entnervt auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ein Experiment nicht funktioniert, fällt mir die Fehlersuche leicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich bei Lehrerdemo-Versuchen sicher.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich bei Lehrer/Schüler-Demo-Versuchen sicher.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich bei Schülerversuchen sicher.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich benutze zur Veranschaulichung der Sachverhalte neben dem Versuchsmaterial auch andere Medien.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimmt eher nicht zu	Stimme gar nicht zu
Ich kann die Schüler gut zur korrekten Durchführung der Versuche anleiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kenne Gefahrenquellen, die beim Experimentieren mit Grundschulern auftreten können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In der Durchführung von Experimenten besitze ich viel Erfahrung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Verknüpfung von Fachwissen und Praxis (Durchführung von Experimenten) bereitet mir keine Schwierigkeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann die praktischen Fertigkeiten der Schüler gut einschätzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schüler formulieren Versuchsbeobachtungen selbst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich rege die Schüler dazu an, miteinander über die Experimente zu sprechen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann auch leistungsschwache Schüler motivieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich sehe für mich Fortbildungsbedarf bei der experimentellen Umsetzung naturwissenschaftlicher Inhalte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Grundschulbereich fühle ich mich in folgenden Unterrichtsmethoden kompetent:				
Frontalunterricht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lehrervortrag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stuhlkreis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stationenarbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe in der Schule Materialien zur Verfügung, um mit Schülern experimentieren zu können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bringe Materialien selbst mit bzw. leihe sie aus, um mit meiner Klasse experimentieren zu können	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie häufig experimentieren Sie insgesamt in MeNuK-Stunden mit naturwissenschaftlichen Inhalten?

- jede Stunde
 mind. 1x/Woche
 mind. 2-3x/Monat
 mind. 1x/Monat
 seltener

Welche Art von Experiment führen Sie mindestens 1x/Monat durch?

- Lehrer-Demonstrationsexperiment (Lehrer führt den Versuch vor)
 Lehrer/Schüler-Demonstrationsexperiment (Lehrer führt den Versuch unter Mithilfe eines oder mehrerer Schüler vor)
 Schüler-Demonstrationsexperiment (Schüler führt den Versuch vor)
 Schülerversuch (alle machen zeitgleich denselben Versuch)
 Schülerversuch (z. B. im Rahmen einer Lerntheke, eines Lernzirkels, ...)
 Ich experimentiere nicht mindestens 1x/Monat

Ansprechpartner und Unterstützung

	Stimme voll zu			Stimme gar nicht zu
Es gibt Kollegen an meiner Schule, die sich besonders intensiv im naturwissenschaftlichen Bereich engagieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann zu naturwissenschaftlichen Fachfragen Kollegen um Rat bitten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann bei experimentellen Problemen Kollegen um Rat bitten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schulleitung unterstützt mich bei der Anschaffung von Materialien für den naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schulleitung honoriert Engagement bei der Umsetzung naturwissenschaftlicher Inhalte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schulleitung stellt mich frei, damit ich naturwissenschaftliche Fortbildungen besuchen kann	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich strebe für meinen naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht Veränderungen an.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Note geben Sie Ihrem naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht?
 (Bitte ganze, halbe oder Viertelnoten geben)
 (1 = sehr gut, 6 = ungenügend)

Haben Sie seit der letzten Befragung an einer Lehrerfortbildung für MeNuK-Lehrer teilgenommen, die naturwissenschaftliche Inhalte thematisiert hat?

ja nein

Wenn ja: Titel der Fortbildung: _____

Ort der Fortbildung: _____

Inhalte der Fortbildung: _____

Einsatz der NAWIlino-Box

Wie oft haben Sie seit der letzten Befragung die NAWIlino-Box eingesetzt?

- mehr als 5 mal 3-4 mal 1-2 mal nie

Wenn Sie die Box eingesetzt haben:

Zu welchen Themenbereichen haben Sie die NAWIlino-Box eingesetzt?

- Auge und Licht
 Ohr und Schall
 Trennverfahren
 Wo Kräfte wirken
 Feuer/Verbrennung/Kerze
 Wasser
 Luft
 Erde/biologische Aspekte
 Erde/physikalische und chemische Aspekte

Wenn Sie die Box nicht eingesetzt haben:

Warum haben Sie die NAWIlino-Box nicht eingesetzt?

- keine Zeit
 habe keine naturwissenschaftlichen Themen behandelt
 habe es mir nicht zugetraut, die Box einzusetzen
 finde es unwichtig, in der Grundschule zu experimentieren

Haben Sie Kollegen, die nicht an der Fortbildung teilgenommen haben, in die Arbeit mit der NAWIlino-Box eingewiesen?

- Ja, wie viele? _____ nein

Falls Sie Kollegen eingewiesen haben, in welcher Form ist das geschehen?

- privat
 Fachkonferenz für MeNuK-Lehrer
 GLK

	Stimme voll zu			stimme gar nicht zu
Die Arbeitsblätter ...				
... sind für Grundschul Kinder verständlich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... regen zu Eigenaktivität an.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... wecken Interesse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... regen zur Weiterarbeit an.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... müssten offener formuliert sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es gibt genug Platz für das Notieren von Erklärungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Gestaltung der Arbeitsblätter ist für Grundschul Kinder ansprechend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Die NAWIino-Box ...

... stellt eine Arbeitserleichterung dar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... ist im naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht einsetzbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... ist ein Gewinn für den naturwissenschaftlichen MeNuK-Unterricht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... ist auch für Lehrer, die sich mit Naturwissenschaften nicht auskennen, geeignet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... ist geeignet, bei Grundschulkindern Interesse an naturwissenschaftlichen Themen zu wecken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Auswahl der Versuche ist geeignet, um die vom Bildungsplan geforderten Bereiche abzudecken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Versuche stammen aus der Erfahrungswelt der Kinder.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durch die NAWIino-Box stehen mir alle Materialien, die ich brauche, zur Verfügung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Die Materialien ...

... fördern die Eigenaktivität der Schüler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... regen zur Weiterarbeit an.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... sind frei von Gefahrstoffen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... sind aus dem Alltag der Schüler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... sind motivierend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... sind kindgerecht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Note geben Sie der NAWIino-Box? _____
 (Bitte ganze, halbe oder Viertelnoten geben)
 (1 = sehr gut, 6 = ungenügend)

Faktorladungen

Tabelle 1: Faktorladungen der Items, die der Selbsteinschätzung der fachwissenschaftlichen Kompetenz zuzuordnen sind.

	Komponente				
	1	2	3	4	5
f_19rec_t1	,677				
f_20_t1	,669		,301		
f_17_t1	,669				
f_16_t1	,837				,365
f_18_t1	,613		,489		
f_14_t1	,611	,382	,367		
f_15_t1	,527	,448		,319	
f_13_t1		,740	,346		
f_7_t1		,739			
f_12_t1		,669			,444
f_8_t1		,563	,376		,376
f_3_t1			,872		
f_1_t1			,731	,356	
f_4_t1	,371	,515	,614		
f_5_t1				,902	
f_6_t1				,798	
f_2_t1				,558	
f_11_t1					,791
f_10_t1		,320			,724
f_9_t1		,427			,593

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

Tabelle 2: Faktorladungen der Items, die der Selbsteinschätzung der fachdidaktischen sowie der Experimentierkompetenz zuzuweisen sind.

	Komponente			
	1	2	3	4
e_15_t1	,794			
e_29_t1	,768	,311		
e_17_t1	,722			
e_14_t1	,720	,316		
e_28_t1	,638	,383		
e_20rec_t1	-,541			-,431
e_39_t1				
e_23_t1		,718		
e_22_t1	,343	,707		
e_27_t1		,662		
e_30_t1		,534		
e_26_t1	,336	,532		
e_21_t1	,399	,464		,371
e_40_t1		,416	,312	
e_32_t1			,804	
e_2_t1		,426	,641	
e_31_t1	,407		,632	
e_4_t1		,438	,598	
e_33_t1			,585	
e_3_t1		,322	,362	
e_19_t1				-,815
e_18_t1				,704
e_25_t1	,384			-,535
e_16_t1		,367		,491
e_24_t1		,341	,414	,481

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.
 Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

Tabelle 3: Faktorladungen der Items der Unterstützung und Kooperation im Kollegium.

	Komponente	
	1	2
a_2_t1	,953	
a_3_t1	,944	
a_1_t1	,846	
a_4_t1		,876
a_5_t1	,340	,662

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.
 Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

