

Angelika Pahl

Diagnostik und Förderung
naturwissenschaftlicher
Kompetenzen durch
differenzierte
Experimentiereinheiten



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag



Diagnostik und Förderung
naturwissenschaftlicher Kompetenzen
durch differenzierte Experimentiereinheiten





**Diagnostik und Förderung
naturwissenschaftlicher Kompetenzen
durch differenzierte Experimentiereinheiten**

*Entwicklung einer Interventionsstudie zur Stärkung leistungsschwacher
SchülerInnen (Risikokinder) im Sachunterricht der Grundschule*

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Naturwissenschaften
an der Universität Bielefeld

vorgelegt von
Angelika Pahl

Bielefeld, im Mai 2014

1. Gutachterin: Frau Prof. Dr. Gisela Lück
2. Gutachterin: Frau Prof. Dr. Katharina Kohse-Höinghaus



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2015
Zugl.: Bielefeld, Univ., Diss., 2014

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2015

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, 2015

Gedruckt auf umweltfreundlichem, säurefreiem Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft.

ISBN 978-3-7369-9006-7

eISBN 978-3-7369-8006-8



Abstract

The main goal of any education system is to provide all children with basic skills, regardless of their social and national background. The TIMSS results from 2007 and 2011 reveal, however, that about 20 % of German pupils at the end of primary school have not acquired sufficient scientific literacy. Especially children at-risk dispose of not more than simple factual knowledge in the field of natural sciences, while being unable to apply it.

The aim of this study was to develop a series of differentiated experiments on topics of inanimate nature, suitable for teaching in primary education as a part of the course “Sachunterricht”, in order to support also low-performing pupils in attaining scientific understanding and a positive academic self-concept. Each of the ten developed experimental units contains three experiments, which address the same scientific phenomenon while placing different cognitive demands (reproduction, application, problem solving) to the children.

In order to evaluate the potential use of differentiated experiments as a tool to measure as well as develop individual scientific competencies of 2nd grade pupils, two empirical studies utilizing methods of qualitative social research have been carried out:

The results of eight single-case studies conducted with students from a heterogeneous learning group show that the developed series of experiments provides an adequate degree of differentiation to measure the children’s individual level of scientific competency and to monitor possible developments.

The results of the intervention study in a heterogeneous primary school class demonstrate that the sets of experiments represent a successful tool for internal differentiation. After the intervention not only a long-term learning effect, but also a positive academic self-concept in the field of scientific experimentation could be detected in all children of this class.





Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde in der Zeit von Oktober 2010 bis Mai 2014 in der Arbeitsgruppe „Didaktik der Chemie“ der Universität Bielefeld unter der Leitung von Frau Prof. Dr. Gisela Lück angefertigt.

An erster Stelle möchte ich mich daher herzlich bei Frau Prof. Dr. Gisela Lück bedanken, die von Anfang an an mich geglaubt und mir die Möglichkeit gegeben hat, in ihrem Arbeitskreis diese Arbeit zu beginnen. Ich danke ihr für die wertvollen Erfahrungen, die ich in dieser Zeit sammeln konnte, dafür, dass ich so vieles von ihr lernen konnte, für ihre fortwährende Unterstützung und wohlwollende Betreuung beim Erstellen dieser Arbeit. Ich werde das niemals vergessen.

Frau Prof. Dr. Katharina Kohse-Höinghaus danke ich sehr für die freundliche Übernahme des Koreferats.

Einen großen Dank möchte ich allen ehemaligen und derzeitigen MitarbeiterInnen des Arbeitskreises „Didaktik der Chemie“ für das stets freundschaftliche und hilfsbereite Arbeitsklima aussprechen: Prof. Dr. Björn Risch, Dr. Mareike Wehmeier, Dr. des. Anja Gottwald, Dr. Miriam Schmidt, Helene Jantzen, Dr. Stefanie Schwedler, Yvonne Berthiot, Miriam Brüggemeyer, Dr. Kerrin Riewerts, Gudrun Bülter, Ing. grad. Wolfgang Below, Dipl.-Chem. Ing. Birgit Teichmann, Jörg Müller und Philipp Diebels.

Besonders bedanken möchte ich mich bei den Lehrpersonen der Grundschulen, die sich dazu bereit erklärt haben, in ihren Klassen die empirischen Untersuchungen durchführen zu lassen. Vor allem danke ich aber den SchülerInnen – die vielen strahlenden Kinderaugen während des Experimentierens waren die Arbeit wert. Es war sehr interessant, einen Einblick in die kindlichen Denkprozesse beim naturwissenschaftlichen Experimentieren zu gewinnen.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern, meinem Bruder und meiner Oma in Südtirol bedanken, die während dieser Zeit viel auf mich verzichten mussten, mich aber immer unterstützt und telefonisch auf dem Laufenden gehalten haben. An all die Personen, die mir in dieser Zeit ein Lächeln geschenkt haben: Vielen Dank!





Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Naturwissenschaftliche Grundbildung für alle!?	5
2.1. Bildungsgerechtigkeit	5
2.2. Bildungsarmut im Bereich Naturwissenschaften.....	7
2.2.1. Kennzeichen leistungsschwacher GrundschülerInnen.....	7
2.2.2. Anteil leistungsschwacher GrundschülerInnen	10
2.3. Ungleiche Bildungschancen in den Naturwissenschaften.....	12
2.3.1. Bildungsarmut und Migrationshintergrund	12
2.3.2. Bildungsarmut und soziale Herkunft.....	15
2.4. Risikokinder: Arm an Bildungserfahrungen.....	18
3. Risiko- und Schutzfaktoren kindlicher Entwicklung	25
3.1. Entwicklung zwischen Risiko und Resilienz.....	25
3.2. Entwicklung im Grundschulalter	32
3.2.1. Das Fähigkeitsselbstkonzept.....	33
3.2.2. Selbstwirksamkeitserwartungen	35
3.3. Naturwissenschaftliche Bildung – Stärkung personaler Ressourcen	38
4. Naturwissenschaftlicher Kompetenzerwerb	41
4.1. Experimentieren: Vom Be-Greifen zum Begreifen	41



4.2.	Kompetenzerwerb: Vom Wissen zum Verstehen.....	44
4.3.	Kompetenzorientierte, differenzierte Lernaufgaben.....	46
5.	Empirische Untersuchung I	49
5.1.	Untersuchungsgegenstand	49
5.2.	Beschreibung der entwickelten Experimentiereinheiten	52
5.3.	Untersuchungsdesign: Einzelfallstudien.....	56
5.4.	Methoden der Datenerhebung.....	59
5.4.1.	Teilnehmende Beobachtung	61
5.4.2.	Diagnostisches Gespräch.....	62
5.4.3.	Befragung der Lehrperson	64
5.5.	Durchführung der Untersuchung	66
5.5.1.	Ort der Erhebung	66
5.5.2.	Zeitlich-organisatorischer Ablauf der Erhebung	69
5.6.	Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	74
5.6.1.	Auswertung und Ergebnisse der Befragung der Lehrperson	75
5.6.2.	Auswertung und Ergebnisse des diagnostischen Gespräches.....	77
5.6.3.	Auswertung und Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung.....	89
5.7.	Diskussion der Ergebnisse.....	91
6.	Empirische Untersuchung II.....	93
6.1.	Untersuchungsgegenstand	93
6.2.	Beschreibung des entwickelten Experimentiermaterials	94
6.3.	Untersuchungsdesign: Interventionsstudie im Klassenverband	100
6.4.	Methoden der Datenerhebung.....	105
6.4.1.	Teilnehmende Unterrichtsbeobachtung.....	106
6.4.2.	Selbsteinschätzung der Kinder	107



6.4.3. Leistungsüberprüfung.....	109
6.4.4. Befragung der Lehrperson.....	112
6.5. Durchführung der Untersuchung.....	113
6.5.1. Ort der Erhebung.....	113
6.5.2. Zeitlich-organisatorischer Ablauf der Erhebung.....	115
6.6. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse.....	121
6.6.1. Auswertung und Ergebnisse der Befragung der Lehrperson.....	121
6.6.2. Auswertung und Ergebnisse der Leistungsüberprüfung.....	125
6.6.3. Auswertung und Ergebnisse der Selbsteinschätzung.....	142
6.6.4. Auswertung und Ergebnisse der teilnehmenden Unterrichtsbeobachtung.....	143
6.7. Diskussion der Ergebnisse.....	145
7. Zusammenfassung und Ausblick.....	147
Literaturverzeichnis.....	151
Abbildungsverzeichnis.....	165
Anhang.....	169



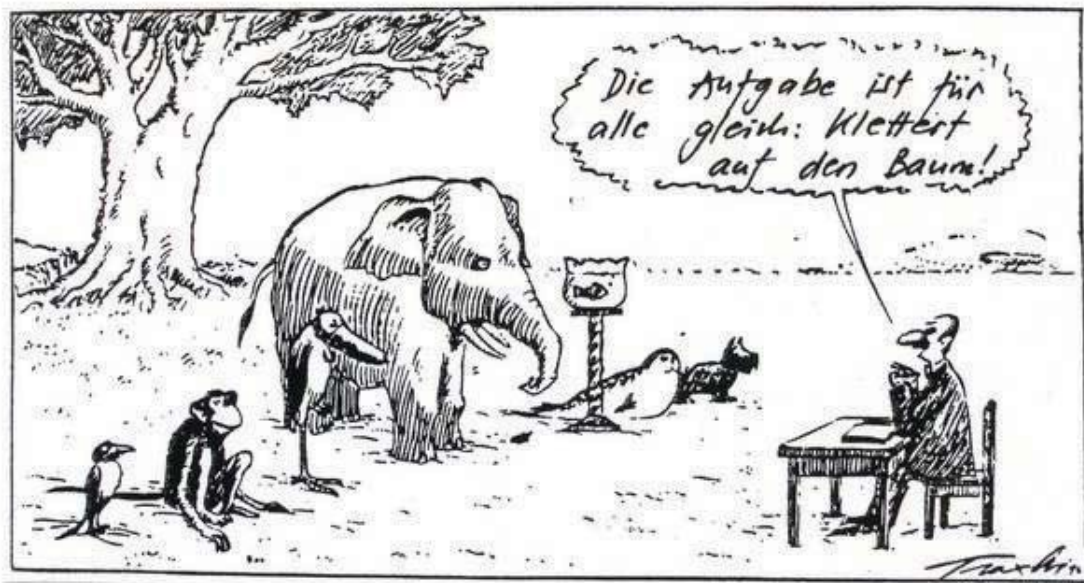


Abb. 1: Gleichheit oder Fairness? Eine Karikatur von Traxler (1975)





1. Einleitung

„Wenn eine Lehrerin eine Klasse mit 20 7-jährigen Kindern vor sich hat, dann unterscheiden sich die Kinder in ihrem Entwicklungsalter um mindestens 3 Jahre [...]. Es gibt Kinder, die mit 7 Jahren ein Entwicklungsalter von 8 bis 9 Jahren haben und bereits lesen können. Andere mit einem Entwicklungsalter von 5 bis 6 Jahren sind noch weit davon entfernt“ (Largo & Beglinger 2010, S. 18f.).

Kinder kommen mit unterschiedlichen Vorerfahrungen, Fähigkeiten und Begabungen in die Grundschule. Ein Unterricht, der allen SchülerInnen dieselben Aufgaben stellt, kann somit niemals allen Kindern gerecht werden (Wodzinski 2007, S. 3). Unweigerlich würde dies zu einer Über- oder Unterforderung einiger SchülerInnen führen. Der Umgang mit leistungsheterogenen Lerngruppen erfordert daher Lernangebote, die so „vielfältig“ angelegt sind, dass alle SchülerInnen „im Unterricht mitkommen [...] und individuell bestmögliche Leistungen erreichen können“ (Von der Groeben 2011, S. 1): Die gestellten Aufgabenanforderungen müssen den Fähigkeiten der einzelnen SchülerInnen angepasst sein, sie dürfen nicht zu schwer und nicht zu leicht sein. Denn zu einer Kompetenzsteigerung kann es nur dann kommen, wenn die Aufgaben die Kinder herausfordern – ohne sie jedoch zu überfordern (Guder 2011, S. 13).

Nach John Hattie (2013), einem der aktuell wohl bekanntesten Bildungsforscher, ist das Vertrauen der SchülerInnen in die eigene Leistungsfähigkeit der einflussreichste Faktor für schulischen Lernerfolg – gefolgt von einem altersgerechten Unterricht (entsprechend der kognitiven Leistungsfähigkeit) und einer fortlaufenden Überprüfung des Unterrichtserfolgs.¹ Entscheidend ist also die Passung, die Passung zwischen der aktuellen, individuellen Leistungsfähigkeit des Kindes und dem schulischen Lernangebot. Nur so können dem Kind individuelle Erfolgserlebnisse ermöglicht werden, die zum Aufbau eines positiven Fähigkeitsselbstkonzeptes beitragen.

Im neuen Schulgesetz von NRW, das im Schuljahr 2006/2007 in Kraft trat, ist das „Recht auf individuelle Förderung“ erstmals festgeschrieben (Ministerium für Schule und Wei-

¹ John Hattie (2013, S. 23f.) hat im Rahmen einer umfangreichen Meta-Analyse mehr als 500.000 angloamerikanischen Studien zur Unterrichtsforschung gesichtet und einen „Barometer des Erfolgs“ entwickelt, mit Hilfe dessen abgebildet werden kann, welche Einflussfaktoren in Bezug auf schulische Bildung am effektivsten sind.



terbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2006, S. 3f.). Neben dem Ziel einer Förderung aller Kinder wird die Bedeutung der Kompetenzerhöhung von leistungsschwachen SchülerInnen noch einmal besonders hervorgehoben: „Wie in den PISA-Sieger-Staaten werden die Schulen in Nordrhein-Westfalen künftig kein Kind mehr zurücklassen“ – „die Versetzung [soll] der Regelfall“ werden (ebd., S. 3). Ebenso wurden auf der Kultusministerkonferenz (KMK) der Länder der Bundesrepublik Deutschland verbindliche Maßnahmen zur verbesserten Förderung leistungsschwacher SchülerInnen beschlossen: „Um leistungsschwache Schülerinnen und Schüler zu erreichen [...] muss Unterricht so gestaltet sein, dass dieser an die individuell vorhandenen Kompetenzen anschließt und zu deren Weiterentwicklung beiträgt“ (KMK 2010, S. 9).

Der Kompetenzdiagnostik und -förderung kommt somit eine zentrale Bedeutung zu. Dies kam auch auf der Jahrestagung 2006 der „Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts“ (GDSU) zum Ausdruck, bei welcher der „Kompetenzerwerb im Sachunterricht“ im Mittelpunkt stand und gefragt wurde: „Wie kann der Kompetenzerwerb der Schüler/innen in der Unterrichtswirklichkeit gefördert werden? Wie ist dieser Kompetenzerwerb (für wissenschaftliche und für schulische Zwecke) zu erfassen?“ (Lauterbach et al. 2007, S. 12).

Verbunden mit diesen Fragen fordert die GDSU, dass im Rahmen der didaktischen Forschung „geeignete Lehr- und Lernmittel“ für den Sachunterricht entwickelt und empirisch evaluiert werden (ebd., S. 7). Denn „die Frage, ob und wie im Sachunterricht differenziert oder gar individualisiert gearbeitet werden kann, [ist bislang] viel weniger geklärt als beispielsweise in den Fächern Deutsch und Mathematik“ (Spitta 2011, S. 125).

Hier setzt die vorliegende Arbeit an: Ziel ist es, differenzierte Experimentiereinheiten zu Themen der unbelebten Natur zu entwickeln, mit deren Hilfe es möglich ist, das naturwissenschaftliche Kompetenzniveau von GrundschülerInnen zu erfassen und binnendifferenziert² zu fördern.

Besonders interessiert dabei, ob auch leistungsschwächere SchülerInnen durch das Durchführen naturwissenschaftlicher Experimente und deren Deutung zu einem Verständnis und zu einem positiven Fähigkeitsselbstkonzept im Bereich der Naturwissenschaften gelangen. Denn gerade bei der Förderung leistungsschwacher SchülerInnen besteht aktuell noch Handlungsbedarf. Dieser wird im Theorieteil verdeutlicht.

² Mit dem Begriff Binnendifferenzierung ist gemeint, dass SchülerInnen einer heterogenen Lerngruppe innerhalb des Klassenverbandes individuell gefördert werden.



Ausgehend von der Frage, was ein gerechtes Bildungssystem kennzeichnet, wird im Kapitel 2 analysiert, wie gut es den Bildungssystemen des Primarbereiches bereits gelingt, das Ziel einer „naturwissenschaftlichen Grundbildung für alle“ umzusetzen (Kapitel 2.1). Dazu muss zunächst geklärt werden, welche Basiskompetenzen die SchülerInnen im Bereich Naturwissenschaften bis zum Ende der Grundschulzeit erwerben sollen. Anhand der aktuellen TIMSS-Ergebnisse von 2011 wird dann aufgezeigt, wie hoch der Anteil leistungsschwacher SchülerInnen in den verschiedenen internationalen Ländern und speziell in Deutschland ausgeprägt ist (Kapitel 2.2). Zudem wird herausgearbeitet, ob bestimmte SchülerInnengruppen (Kinder mit Migrationshintergrund bzw. aus sozial schwachen Familien) besonders häufig auf den untersten Kompetenzstufen der Naturwissenschaften zu finden sind – dies würde darauf hinweisen, dass die Bildungschancen in einem Land ungleich verteilt sind (Kapitel 2.3). Abschließend wird dargestellt, in welchen innerfamiliären und außerschulischen Bereichen Kinder eine Bildungsbenachteiligung erfahren könnten, die für unterschiedliche schulische Startbedingungen und in der Folge für Bildungsarmut verantwortlich sein könnten (Kapitel 2.4).

Im Kapitel 3 werden den verschiedenen Risikofaktoren mehrere Schutzfaktoren gegenübergestellt, welche das Risiko einer ungünstigen kindlichen Entwicklung abschwächen können. Vorgestellt werden hier die Ergebnisse der Resilienzforschung, die deutlich machen, welche personale und soziale Ressourcen die Kinder in ihrer Entwicklung „stärken“ können (Kapitel 3.1). Anhand der Theorie von Erik Erikson wird dann beschrieben, welche Entwicklungsaufgaben die Kinder im Grundschulalter bewältigen müssen. Da in dieser Lebensphase Erfolgserlebnisse in schulischen Leistungssituationen besonders wichtig sind, werden die Auswirkungen eines positiven und negativen Fähigkeitsselbstkonzeptes und der damit verbundenen Selbstwirksamkeitserwartung thematisiert (Kapitel 3.2). Darauf aufbauend wird herausgearbeitet, warum gerade im naturwissenschaftlichen Experiment ein großes Potential steckt, um Kinder beim Aufbau eines positiven Fähigkeitsselbstkonzeptes zu unterstützen und somit zur Förderung von Resilienz bei leistungsschwächeren SchülerInnen (Risikokinder) beizutragen (Kapitel 3.3).

Im Kapitel 4 steht dann der fachinhaltliche, naturwissenschaftliche Kompetenzerwerb im Mittelpunkt: Beschrieben wird der Weg „vom Be-Greifen zum Begreifen“ (Kapitel 4.1) sowie „vom Wissen zum Verstehen“ (Kapitel 4.2). Die theoretischen Erläuterungen schließen ab mit dem zentralen Kennzeichen eines jeden kompetenzorientierten Unterrichts: kompetenzorientierte, differenzierte Lernaufgaben (Kapitel 4.3). Diese Erkenntnisse bildeten die Grundlage für die Entwicklung differenzierter Experimentiereinheiten, die im Rahmen dieser Arbeit angestrebt wurde.



In den beiden darauffolgenden Kapiteln werden die beiden empirischen Untersuchungen beschrieben: Da das Forschungsanliegen ein *Zweitgeteiltes* war – es ging zum einen um Kompetenzdiagnostik, zum anderen um eine binnendifferenzierte Kompetenzförderung – mussten auch zwei Forschungsdesigns umgesetzt werden.

Im Kapitel 5 wird die erste der beiden empirische Untersuchung dargestellt: Mittels qualitativer Einzelfallstudien wurde untersucht, ob die entwickelten Experimentiereinheiten differenziert genug gestaltet sind, um unterschiedliche naturwissenschaftliche Kompetenzniveaus und evtl. Kompetenzentwicklungen bei SchülerInnen einer heterogenen Lerngruppe zu erfassen. Der Fokus dieser Untersuchung liegt also auf der Kompetenzdiagnostik.

Das Kapitel 6 widmet sich der zweiten empirischen Untersuchung: Es wurde eine Interventionsstudie im Klassenverband durchgeführt und der Effekt erfasst, der durch das Durchführen der differenzierten Experimentierangebote bei den einzelnen SchülerInnen erreicht werden konnte. Dies sollte die Frage klären, inwieweit ein solches Experimentierangebot ein Instrument der binnendifferenzierenden Förderung darstellt.

Eine Zusammenfassung der zentralen theoretischen und empirischen Ergebnisse erfolgt im Kapitel 7, welches schließlich mit einem Fazit und Ausblick für Forschung und Praxis endet.



2. Naturwissenschaftliche Grundbildung für alle!?

2.1. Bildungsgerechtigkeit

„Gerechtigkeit in Bezug auf Bildung ist hergestellt, wenn jedes Kind ein Bildungsniveau erreicht, das ihm ein gutes Leben in einer modernen Gesellschaft ermöglicht“ (Giesinger 2007, S. 379).

Das Ziel „Bildung für alle!“³ ist eng mit der Forderung nach mehr „Bildungsgerechtigkeit“ verbunden. Doch: Wann ist ein Bildungssystem gerecht? Nach der Auffassung von Giesinger (2007) ist mit dem Begriff „Bildungsgerechtigkeit“ keinesfalls gemeint, dass alle Kinder dasselbe, also das *gleiche* Bildungsniveau erlangen müssen. Vielmehr geht es darum, dass jedes Kind zumindest ein Grundniveau an Bildung erwirbt, das es ihm ermöglicht, später am wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Leben teilzuhaben (vgl. Field, Kuczera & Pont 2007, S. 31 und S. 44). „Bildungsarmut“⁴ verwehrt einem diese Partizipationschancen (Solga & Dombrowski 2009, S. 7).

Mehr Gerechtigkeit und Qualität im Bereich der Bildung können also die Beschäftigungs- und „Lebenschancen“ des Einzelnen verbessern (z. B. durch höheres Einkommen, weniger Arbeitslosigkeit, geringeres Gesundheitsrisiko, individuellen Wohlstand). Gleichzeitig kann durch den Abbau von Bildungsarmut dazu beigetragen werden, dass die Kosten der gesamten Gesellschaft reduziert werden, die „unzureichende Bildung“ langfristig mit sich bringen würde (z. B. Ausgaben für Sozialhilfe, Gesundheit und Sicherheit) (Field, Kuczera & Pont 2007, S. 31ff.; Allmendinger, Giesecke & Oberschachtsiek 2011, S. 14f.; Solga & Dombrowski 2009, S. 7; Blossfeld et al. 2007, S. 9).

Laut OECD⁵ ist es daher eines der wichtigsten „Ziele von Bildungssystemen“ „möglichst allen Kindern verlässlich Basiskompetenzen zu vermitteln“ (Bergmüller 2010, o. S.; vgl.

³ So heißt das „größte und wichtigste“ Bildungsprogramm der UNESCO (Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur), das im Sinne der Inklusion folgendes Ziel anvisiert: „Alle Menschen weltweit sollen Zugang zu qualitativ hochwertiger Bildung erhalten“ (Deutsche UNESCO-Kommission e.V. 2014, S. 3).

⁴ In Analogie zur „ökonomischen Diskussion“ führte Jutta Allmendinger im Jahr 1999 den Begriff der Armut auch für den Bildungsbereich ein: Ist ein „erstrebenswertes Gut“ – „sei es Geld oder sei es Bildung“ – knapp, so spricht man ihrer Ansicht nach von „Armut“ (Brenner 2010, S. 15).

⁵ Abkürzung der internationalen „Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung“ („Organisation for Economic Cooperation and Development“).



Field, Kuczera & Pont 2007, S. 29). Dies spiegelt sich auch in bildungspolitischen Programmen wie „Kein Kind zurücklassen!“⁶ („No Child Left Behind!“⁷) wider. Im Fokus dieser Programme liegen besonders bildungsbenachteiligte SchülerInnen. Denn *alle* Kinder – unabhängig von ihrer familiären Herkunft – sollen grundlegende Kompetenzen erwerben (Bergmüller 2010, o. S.). Mit dieser Forderung kommt der zweite Aspekt von Bildungsgerechtigkeit zum Ausdruck, nämlich: Chancengleichheit bzw. Fairness (Giesinger 2007, S. 362; Field, Kuczera & Pont 2007, S. 11; Solga & Dombrowski 2009, S. 9). Damit ist gemeint, dass persönliche und soziale Umstände wie Geschlecht, soziale Herkunft oder Migrationshintergrund kein Hindernis für Bildungserfolg sein dürfen (Field, Kuczera & Pont 2007, S. 29). Jeder muss die gleiche Chance haben, sein „Potenzial voll zu entwickeln“ (Giesinger 2007, S. 362).

„Das Ideal wird verfehlt, wenn Personen mit ähnlichen Potenzialen auf Grund unterschiedlicher familiärer Bedingungen völlig ungleiche Bildungsergebnisse erbringen. Dann nämlich kann angenommen werden, dass diejenigen, die schlechter abschneiden, eine illegitime Behinderung durch nachteilige familiäre Verhältnisse erfahren haben“ (ebd., S. 373).

„Im Sinne von Chancengleichheit geht es [also] ‚nur‘ darum, dass es keine Bildungsunterschiede nach Herkunft geben darf, sehr wohl aber nach individuellen Potenzialen“ (Solga & Dombrowski 2009, S. 9). Insgesamt sind „Unterschiede in den Bildungsergebnissen“ (ebd.) „moralisch“ nicht „anstößig“, solange „alle die vorgegebene Schwelle überschreiten“ (Giesinger 2007, S. 377), also ein Mindestniveau an Bildung erlangen – und zwar ungeachtet ihrer Herkunft (Field, Kuczera & Pont 2007, S. 44).

Die beiden Dimensionen von Bildungsgerechtigkeit (Abbau von „Bildungsarmut“ und „Herstellung von Chancengleichheit“) (Field, Kuczera & Pont 2007, S. 29; Solga und Dombrowski 2009, S. 9) werden in den folgenden Kapiteln mit Blick auf die naturwissenschaftliche Bildung von Kindern der Grundschule näher ausgeführt.

⁶ „Kein Kind zurücklassen – Kommunen in NRW beugen vor“ ist ein „Modellvorhaben für gelingendes Aufwachsen“ der Landesregierung und Bertelsmann Stiftung vom Jahr 2012 (URL: https://www.keinkindzuruecklassen.de/Uber_das_Modellvorhaben.php, letzter Zugriff am 04.11.2013).

⁷ Hierbei handelt es sich um ein US-amerikanisches Bildungsgesetz vom Jahr 2002 (URL: <http://www2.ed.gov/policy/elsec/leg/esea02/index.html>, letzter Zugriff am 04.11.2013).



2.2. Bildungsarmut im Bereich Naturwissenschaften

„International besteht ein breiter Konsens darüber, dass eine naturwissenschaftliche Grundbildung für alle Bürgerinnen und Bürger in modernen Gesellschaften unabdingbar ist und daher bereits in der Schule angestrebt werden sollte“ (Kleickmann et al. 2012, S. 123).

Im folgenden Kapitel soll zunächst geklärt werden, welche Kompetenzen eine naturwissenschaftliche Grundbildung am Ende der Grundschulzeit ausmachen, bevor dann im internationalen Vergleich geschaut wird, inwieweit es einzelnen, ausgewählten Bildungssystemen gelingt, den Anteil leistungsschwacher GrundschülerInnen im Bereich Naturwissenschaften möglichst gering zu halten – dies kann als Indikator für Bildungsgerechtigkeit im Sinne von Inklusion („Abbau bzw. Beseitigung“ von Bildungsarmut) angesehen werden (Solga & Dombrowski 2009, S. 9; Bergmüller 2010, o. S.).

2.2.1. Kennzeichen leistungsschwacher GrundschülerInnen

„Belastbare, repräsentative Erkenntnisse“ über die naturwissenschaftlichen Kompetenzen von GrundschülerInnen liefert die TIMS-Studie⁸ (Kleickmann et al. 2012, S. 124). Anhand von fünf aufeinander aufbauenden Kompetenzstufen, die von vier Benchmarks getrennt werden (siehe Abb. 2), kann mit TIMSS festgestellt werden, ob alle Kinder eines Landes die „Schwelle [zum mittleren Kompetenzniveau] überschritten haben“, um am weiteren Bildungsverlauf erfolgreich teilnehmen zu können.

„Mit ansteigendem Punktwert auf der Leistungsskala werden die in den Testaufgaben gestellten inhaltlich-kognitiven Anforderungen komplexer“ (ebd., S. 137). Somit können verschiedene Kompetenzniveaus erfasst werden. SchülerInnen, die am Ende ihrer Grundschulzeit im Bereich Naturwissenschaften weniger als 475 Punkte im TIMSS-Test erreichen, „verfügen nur über eine niedrige naturwissenschaftliche Kompetenz“ (ebd., S. 150). Sie werden einer der beiden unteren Kompetenzstufen zugeordnet und gelten als „leistungsschwach“ (Suchań & Wintersteller 2012, S. 39).

⁸ Bei der „Trends in International Mathematics and Science Study“ (TIMSS) handelt es sich um eine „international vergleichende Schulleistungsstudie“ der IEA („International Association for the Evaluation of Educational Achievement“), welche die mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen von SchülerInnen der 4. bzw. 8. Jahrgangsstufe in einem vierjährigen Rhythmus weltweit erfasst. An der Grundschuluntersuchung beteiligte sich Deutschland erstmals im Jahr 2007. TIMSS 2007 und TIMSS 2011 waren in Deutschland ausschließlich als Grundschuluntersuchung angelegt (Wendt, Bos et al. 2012, S. 13; Bonsen, Lintorf et al. 2008, S. 20; Kleickmann et al. 2012, S. 142).

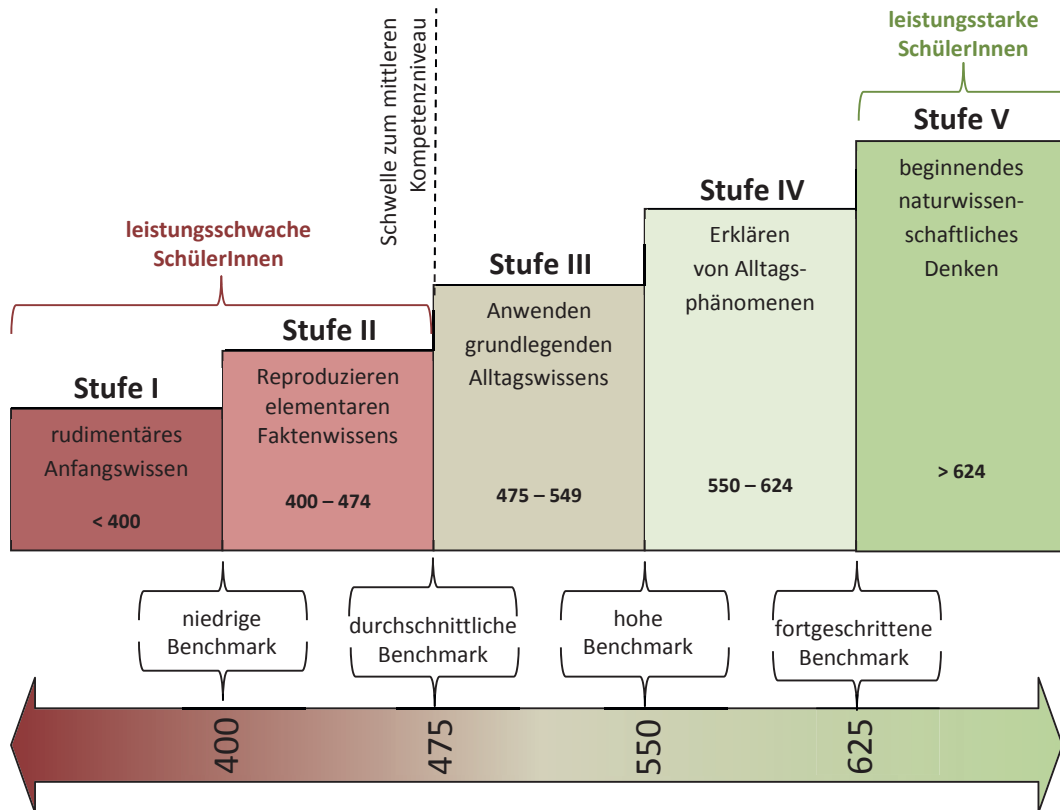


Abb. 2: Stufen der naturwissenschaftlichen Kompetenz im Grundschulalter nach TIMSS (eigene Darstellung und Bearbeitung, vgl. Bonsen, Lintorf et al. 2008, S. 40; vgl. Kleickmann et al. 2012, S. 138; vgl. BIFIE 2012, S. 14).

Die Gruppe der leistungsschwachen SchülerInnen kann noch weiter ausdifferenziert werden. So unterscheidet TIMSS zwischen SchülerInnen, die im naturwissenschaftlichen Test weniger als 400 Punkte erzielen (Kompetenzstufe I), und solchen SchülerInnen, die zwischen 400 und 474 Punkten erreichen (Kompetenzstufe II)⁹. Bedenkt man, dass ein Leistungsvorsprung von ca. 50 Punkten rund einem Lernjahr entspricht (Stubbe, Tarelli & Wendt 2012, S. 235), dann liefert diese Einteilung in Kompetenzstufen indirekt auch Informationen darüber, wie weit die einzelnen Gruppen vom Erreichen eines durchschnittlichen Kompetenzniveaus (ab 475 Punkten auf der TIMSS-Skala) entfernt sind. Daraus ergeben sich wiederum Hinweise zum Förderaufwand:

„Befindet sich das Leistungsniveau der schwachen Kinder sehr weit unter der Schwelle zum mittleren Kompetenzniveau, ist es umso schwieriger, die Kinder an dieses heranzuführen“ (Bergmüller 2010, o. S.).

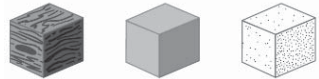
⁹ In der vorliegenden Arbeit erfolgt die Bezeichnung der fünf Kompetenzstufen gemäß der deutschen TIMSS-Berichterstattung: In Deutschland werden diese mit Zahlen von I bis V definiert, während in der österreichischen (und internationalen) Berichterstattung Zahlen von 0 bis 4 verwendet werden (Bonsen, Lintorf et al. 2008, S. 41; Suchaň & Wintersteller 2012, S. 39).



Als „besonders kritisch“ stellt sich somit die Lage der SchülerInnen heraus, welche maximal die Kompetenzstufe I erreichen (Kleickmann et al. 2012, S. 166): „Sie verfügen über nur rudimentäres Anfangswissen in den Naturwissenschaften“ (ebd., S. 137). Auch die „Voraussetzungen“ der SchülerInnen auf Kompetenzstufe II sind „als schlecht zu bezeichnen“ (ebd., S. 166): „Sie können zwar elementares Faktenwissen abrufen, allerdings fehlt es ihnen an einem grundlegenden naturwissenschaftlichen Verständnis“.

Charakteristisch für leistungsschwache SchülerInnen der Kompetenzstufe II ist es, „dass sie exakt vorgegebene einfache Fragen zwar beantworten können, ihr Wissen jedoch nicht flexibel auf unterschiedliche Situationen anwenden können“ (Bergmüller 2010, o. S.). Typische TIMSS-Aufgabenbeispiele aus dem Themenbereich der unbelebten Natur, welche von diesen SchülerInnen – sowie vom Großteil der SchülerInnen aller Teilnehmerländer – bewältigt werden können, sind hier abgebildet (Abb. 3):

Die drei Objekte unten haben dieselbe Form und sind gleich groß.



Holz Eisen Styropor

Welche Aussage über das Gewicht der Objekte ist richtig?

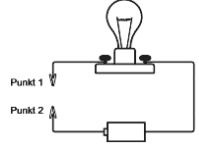
(A) Das Objekt aus Holz ist am schwersten.
 (B) Das Objekt aus Eisen ist am schwersten.
 (C) Das Objekt aus Styropor ist am schwersten.
 (D) Alle drei Objekte sind gleich schwer.

Relative internationale Lösungshäufigkeit dieser Aufgabe aus TIMSS 2007: (.80)

Das folgende Beispiel zeigt eine Glühbirne, die mit einer Batterie in einem elektrischen Stromkreis verbunden ist.

Welches der folgenden Objekte wird, wenn es mit Punkt 1 und 2 verbunden wird, die Birne zum Glühen bringen?

(A) Eisennagel
 (B) Plastiklöffel
 (C) Gummiband
 (D) Holzstück



Relative internationale Lösungshäufigkeit dieser Aufgabe aus TIMSS 2011: (.71)

Abb. 3: TIMSS-Aufgabenstellungen, die SchülerInnen der Kompetenzstufe II lösen können (eigene Darstellung, vgl. Bergmüller 2010, o. S.; Kleickmann et al. 2012, S. 141)

Das Lösen dieser beiden Aufgaben stellt keine hohen kognitiven Anforderungen an die Kompetenzen der SchülerInnen: Es erfordert lediglich die Wiedergabe von Wissen. So müssen die Kinder in den oben abgebildeten Aufgabenstellungen nur „grundlegende Eigenschaften von Materialien erkennen“, also z. B. wissen, dass Eisen im Vergleich zu anderen Materialien (bei gleichem Volumen) schwer bzw. elektrisch leitfähig ist (Bergmüller 2010, o. S.). Leistungsschwache SchülerInnen der Kompetenzstufe I „haben selbst bei den einfachsten Aufgaben Schwierigkeiten, diese zu lösen“. Ihre Leistung kann mit TIMSS-Aufgaben nicht mehr beschrieben werden (Suchań & Wintersteller 2012, S. 39; vgl. Bonsen, Lintorf et al. 2008, S. 41).



2.2.2. Anteil leistungsschwacher GrundschülerInnen

Viele Kinder schaffen es nicht, die grundlegenden naturwissenschaftlichen Kompetenzen zu erwerben, die „in der Schule aufgrund von curricularen Vorgaben [eigentlich] vermittelt“ worden sind (Kleickmann et al. 2012, S. 134). So zeigt TIMSS 2011 (siehe Abb. 4), dass im internationalen Durchschnitt über 38 % der SchülerInnen am Ende der Grundschulzeit nur ein schwaches Kompetenzniveau aufweisen. Der Anteil sogenannter leistungsschwacher SchülerInnen beträgt in Deutschland 22 % und ist somit ähnlich stark ausgeprägt wie in anderen europäischen Ländern.¹⁰ Der EU-Durchschnitt liegt bei 25,5 % (ebd., S. 152).

Der internationale Vergleich macht aber auch deutlich, dass es einige Länder gibt, denen es besonders gut gelingt, den Anteil kompetenzschwacher Kinder möglichst gering zu halten: In Finnland befinden sich weniger als 8 % der SchülerInnen auf Kompetenzstufe I oder II der Naturwissenschaften, in Südkorea sind es nicht mal 5 % (Suchań & Wintersteller 2012, S. 39).

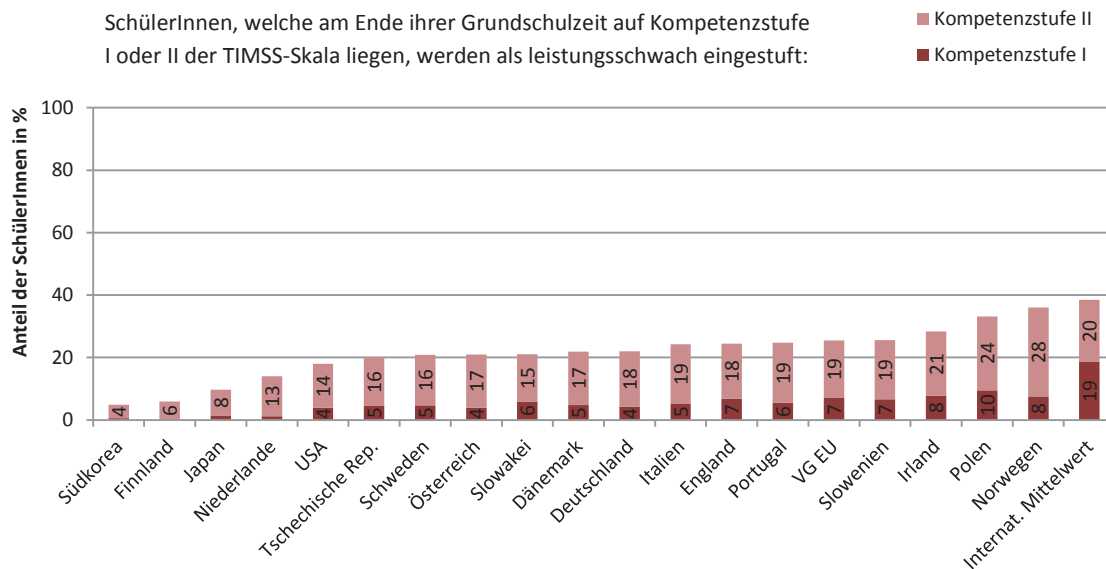


Abb. 4: Leistungsschwache SchülerInnen im Bereich Naturwissenschaften (TIMSS 2011, ausgewählte Teilnehmerländer) (eigene Darstellung, Datengrundlage: Kleickmann et al. S. 152)

¹⁰ In der TIMS-Studie dürfen die einzelnen Teilnehmerländer bestimmte SchülerInnengruppen (z. B. Kinder mit körperlichen, emotionalen und geistigen Beeinträchtigungen oder mit mangelnden Sprachkenntnissen) bzw. Schulen (z. B. Förderschulen, kleine Schulen) aus der nationalen Zielpopulation ausschließen. In Deutschland betrug die Gesamtausschlussrate im Jahr 2011 nicht mal 2 % - nur wenige Teilnehmerländer haben die vorgeschriebene Grenze von 5 % überschritten. „Unterstellt man, dass die oben genannten Ausschlussgründe in erster Linie zu einem Ausschluss von Kindern mit eher geringen Kompetenzen führen“, muss der Anteil leistungsschwacher SchülerInnen in den einzelnen Ländern noch höher eingeschätzt werden (Bonsen, Lintorf et al. 2008, S. 25f.; Wendt, Tarelli et al. 2012, S. 40ff.).



Was den Anteil der leistungsschwachen SchülerInnen in Deutschland betrifft, so lässt sich für den Zeitraum von 2007 bis 2011 eine positive Veränderungstendenz feststellen, jedoch ist diese „nur minimal und nicht statistisch signifikant“ (Kleickmann et al. 2012, S. 151; siehe Abb. 5): In der TIMS-Studie 2007 wurden 5,8 % der deutschen SchülerInnen der Kompetenzstufe I zugeordnet, in der TIMS-Studie 2011 waren es 4,3 %. Der Anteil der Kinder auf Kompetenzstufe II blieb in Deutschland während dieses Zeitraumes nahezu unverändert (im Jahr 2007: 17,9 %, im Jahr 2011: 17,7 %). Allerdings ist der Anteil der deutschen SchülerInnen auf der höchsten Kompetenzstufe (V) im Vergleich zum Jahr 2007 gesunken (von 10,0 % runter auf 7,1 %) (ebd.).

Prenzel et al. (2003, S. 174) betonten bereits in der IGLU-E-Studie¹¹ von 2001, dass leistungsschwache SchülerInnen „spezifische (und verstärkte) Aufmerksamkeit“ benötigen. Sie „haben noch nicht das naturwissenschaftliche Verständnis erreicht, über das 10-Jährige verfügen sollten, um in der Schule, aber auch außerhalb Anschluss halten zu können“ (ebd., S. 174f.). Eine verstärkte Förderung leistungsschwacher SchülerInnen sollte aber nicht auf Kosten der kompetenzstärkeren SchülerInnen erfolgen. Suchań & Wintersteller (2012, S. 39) bringen dies explizit zum Ausdruck: „Bildungspolitisches Ziel sollte es sein, möglichst alle Kinder zumindest mit Basiskompetenzen auszustatten und gleichzeitig vielen Kindern sehr hohe Kompetenzen zu vermitteln“. Dass dies möglich ist, zeigen „Spitzenländer“ wie Finnland (siehe Abb. 5): Hier sind nicht nur wenige SchülerInnen auf Kompetenzstufe I oder II vertreten – auch der Anteil der SchülerInnen auf Kompetenzstufe V ist vergleichsmäßig hoch ausgeprägt.

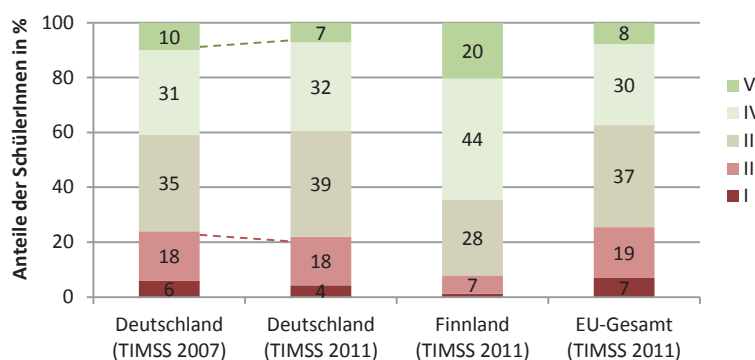


Abb. 5: Verteilung der SchülerInnen auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzstufen (I – V) in TIMSS 2007 bzw. TIMSS 2011 (eigene Darstellung und Bearbeitung, vgl. Kleickmann et al. 2012, S. 152f.)

¹¹ Mit dieser „nationalen Erweiterungsstudie“ der „Internationalen Grundschul-Lese-Untersuchung“ (IGLU) wurden die naturwissenschaftlichen Kompetenzen von GrundschulInnen in Deutschland erstmals erfasst. Allerdings war diese Studie noch nicht repräsentativ (u. a. nahmen nicht alle Bundesländer teil, die Aufgaben bezogen sich v. a. auf biologische Inhalte und hatten eine „geringe Lehrplanvalidität“). Die IGLU-E-Ergebnisse lassen sich nicht mit jenen der TIMS-Studie vergleichen, da die Kompetenzstufen anders skaliert und definiert sind (Prenzel et al. 2003, S. 143ff.; Möller 2004, S. 69ff.; Kleickmann et al. 2012, S. 124) – selbiges gilt auch für die Ergebnisse der PISA-Studie, welche die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der 15-Jährigen untersucht (Bergmüller 2010, o. S.).



2.3. Ungleiche Bildungschancen in den Naturwissenschaften

„Ein wichtiges Ziel von Bildungssystemen besteht darin, allen Schülerinnen und Schülern unabhängig von ihrer [...] Herkunft möglichst gute Chancen auf den Erwerb von Kompetenzen [...] zu bieten“ (Schreiner 2012, S. 49).

„Chancengleichheit wäre in diesem Fall erreicht, wenn die Wahrscheinlichkeit, in der Schule [Miss-]Erfolg zu haben“, für Kinder mit Migrationshintergrund bzw. aus sozial schwachen Herkunftsfamilien „gleich hoch wäre“ wie für Kinder ohne Migrationshintergrund bzw. aus sozial privilegierten Elternhäusern (Giesinger 2007, S. 364). Wenn sich in den folgenden internationalen Analysen zeigt, dass sich unter der Gruppe der leistungsschwachen SchülerInnen vermehrt Kinder aus Familien mit Migrationshintergrund (siehe Kapitel 2.3.1) oder aus sozial schwachen Familien (siehe Kapitel 2.3.2) befinden, dann würde dies bedeuten, dass benachteiligte Kinder „unter ihrem eigentlichen Leistungspotenzial blieben und sie somit ein höheres Risiko für ein sogenanntes 'underachievement' aufweisen“ (Solga & Dombrowski 2009, S. 9). Ist der Anteil leistungsschwacher SchülerInnen zwischen den Vergleichsgruppen hingegen ähnlich stark ausgeprägt, dann wäre dies ein Indiz dafür, dass in diesen Ländern eine hohe Chancengleichheit im Bildungsbereich gewährleistet ist (Bergmüller 2010, o. S.; Schreiner 2012, S. 49).

2.3.1. Bildungsarmut und Migrationshintergrund

Anhand des familiären Sprachgebrauchs wird in der TIMS-Studie von 2011 aufgezeigt, dass die Gruppe der SchülerInnen mit Migrationshintergrund in fast allen Teilnehmerländern (Ausnahme: Südkorea) schwächere naturwissenschaftliche Testleistungen erzielen als die Gruppe der SchülerInnen ohne Migrationshintergrund (Wendt, Bos et al. 2012, S. 23; Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 248). Dementsprechend sind Kinder, welche „die Testsprache manchmal oder nie zu Hause sprechen“, im EU-Schnitt fast doppelt so häufig auf den unteren beiden naturwissenschaftlichen Kompetenzstufen zu finden wie Kinder, welche „die Testsprache immer oder fast immer zu Hause sprechen“ (Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 254f.; siehe Abb. 6).

Dies gilt auch für Deutschland – allerdings ist hier der Zusammenhang zwischen familiärem Sprachgebrauch und naturwissenschaftlicher Kompetenz noch stärker ausgeprägt (Solga & Dombrowski 2009, S. 171): Der Anteil der leistungsschwachen SchülerInnen



ist in der Gruppe der Kinder, welche einen Migrationshintergrund aufweisen, mit einem Anteil von 41,6 % zweieinhalb Mal so hoch wie in der Gruppe der Kinder ohne Migrationshintergrund – hier liegt der Anteil bei 16 % (ebd.). Gemeinsam mit Belgien, den Niederlanden, Ungarn, Österreich und Finnland¹² zählt Deutschland damit zu den EU-Teilnehmerländern, in denen Kinder mit Migrationshintergrund im Vergleich zu einheimischen Kindern den „stärksten Chancennachteil“ haben (siehe Abb. 6, vgl. Bergmüller 2010, o. S.). „Das heißt, im deutschen Bildungssystem gelingt die Förderung der Kompetenzpotenziale von Kindern mit Migrationshintergrund schlechter als in anderen Bildungssystemen“, so Solga & Dombrowski (2009, S. 171).¹³

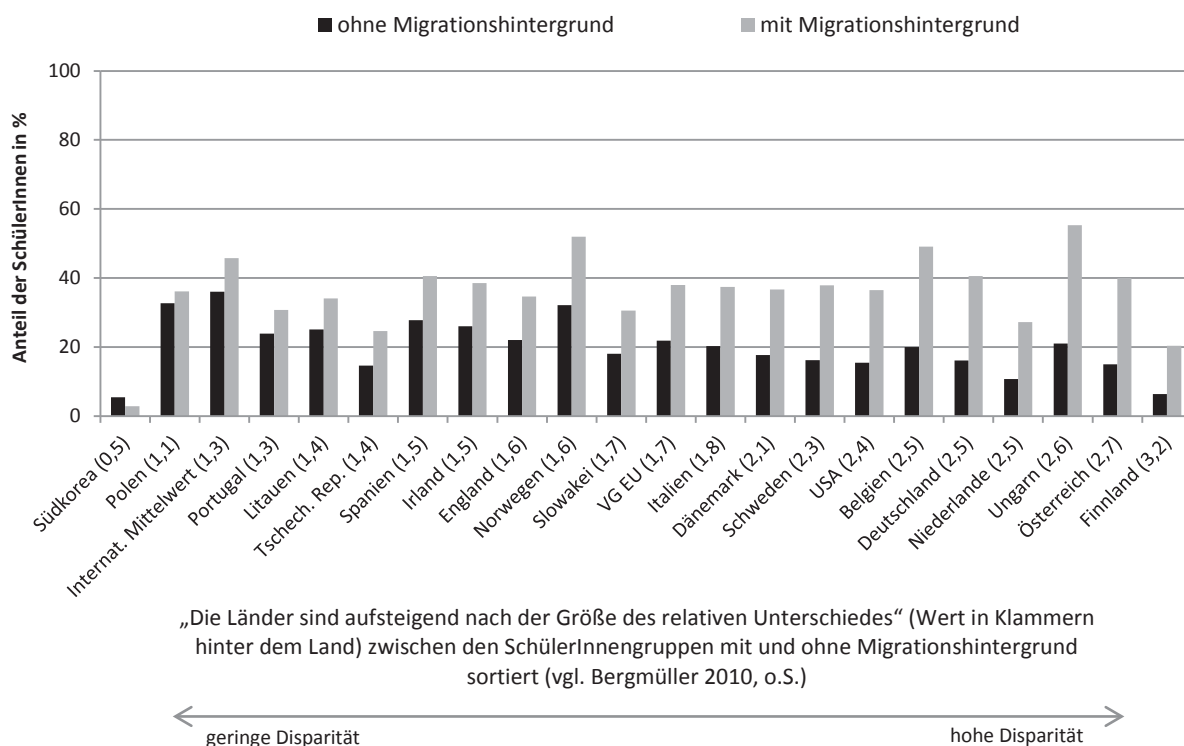


Abb. 6: Anteil der leistungsschwachen SchülerInnen (Kompetenzstufe I und II) im Bereich Naturwissenschaften in Abhängigkeit vom Migrationshintergrund (Indikator: familiärer Sprachgebrauch) in TIMSS 2011 (eigene Darstellung und Berechnung. Datengrundlage: Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 255; vgl. Bergmüller 2010, o. S.).

¹² Die beiden Länder, welche eine sehr geringe Bildungsarmut aufweisen (Südkorea und Finnland), bilden in Abb. 6 gegensätzliche Extreme. Auch wenn Finnland hier die höchste Disparität aufweist, muss betont werden, dass der Anteil leistungsschwacher SchülerInnen mit Migrationshintergrund in Finnland immer noch deutlich unter dem EU-Gesamtschnitt von Kindern ohne Migrationshintergrund liegt.

¹³ Es muss aber auch festgehalten werden, dass Deutschland zu den EU-Teilnehmerländern gehört, die den „höchsten Migrantenteil“ aufweisen: In der TIMS-Studie von 2007 lag der Anteil von SchülerInnen mit Migrationshintergrund in Deutschland bei 17 %, im EU-Schnitt waren es 8 % (Bergmüller 2010, o. S.).



Zudem wird in Abb. 7 deutlich, dass in Deutschland auch der Anteil leistungsstarker SchülerInnen (Kompetenzstufe V) mehr als dreimal so klein ist wie bei SchülerInnen ohne Migrationshintergrund (Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 254f.).¹⁴

Die Gruppe der Kinder mit Migrationshintergrund in Deutschland weist insgesamt einen Leistungsrückstand von 57 Punkten auf und liegt damit über einem Lernjahr hinter der Gruppe der SchülerInnen ohne Migrationshintergrund zurück (Wendt, Bos et al. 2012, S. 24; vgl. Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 249).

Dementsprechend erzielen auch innerhalb der Gruppe der leistungsschwachen SchülerInnen Kinder mit Migrationshintergrund häufiger noch schwächere Testleistungen als solche ohne Migrationshintergrund (Bergmüller 2010, o. S.): Befindet sich z. B. fast jedes vierte Kind der leistungsschwachen SchülerInnen mit Migrationshintergrund auf Kompetenzstufe I, trifft dies bei den leistungsschwachen SchülerInnen ohne Migrationshintergrund nur auf fast jedes sechste Kind zu (vgl. Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 255; siehe Abb. 7).

„Demnach wird es sich für die meisten Bildungssysteme deutlich schwieriger gestalten, leistungsschwache Kinder mit Migrationshintergrund an ein zumindest mittleres Leistungsniveau heranzuführen als leistungsschwache einheimische Kinder“ (Bergmüller 2010, o. S.).

Unterschiede in den naturwissenschaftlichen Kompetenzen von SchülerInnen mit und ohne Migrationshintergrund lassen sich jedoch „nicht allein auf den familiären Sprachgebrauch zurückführen. [...] Vielmehr liegen Unterschiede auch im sozialen Hintergrund von Schülerfamilien [mit]begründet“ (Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 265). Dieser wird im folgenden Abschnitt näher analysiert.

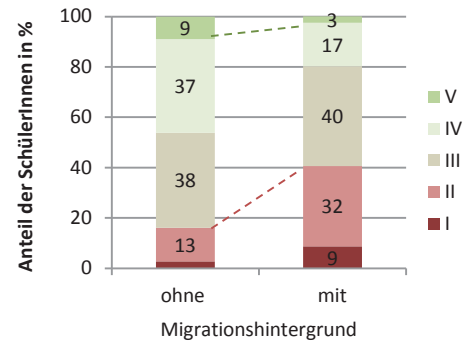


Abb. 7: Deutschland: Verteilung der SchülerInnen mit und ohne Migrationshintergrund (Indikator: familiärer Sprachgebrauch) auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzstufen (I – V) in TIMSS 2011 (eigene Darstellung, Datengrundlage: Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 255).

¹⁴ Im Rahmen der nationalen Analysen in Deutschland wurde der Migrationshintergrund auch anhand des Geburtslandes der Eltern erfasst (Kategorien: beide Eltern in Deutschland geboren, ein Elternteil im Ausland geboren, beide Eltern im Ausland geboren) (Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 248). Die Verteilung der SchülerInnen auf die fünf naturwissenschaftlichen Kompetenzstufen fällt mit diesem Indikator fast identisch aus wie mit dem Indikator „familiärer Sprachgebrauch“ (vgl. ebd., S. 261f.).



2.3.2. Bildungsarmut und soziale Herkunft

Nimmt man als Indikator für die soziale Herkunft der SchülerInnen die Anzahl der im familiären Haushalt vorhandenen Bücher, so wie es in der TIMS-Studie von 2011 gemacht wurde (Stubbe, Tarelli & Wendt 2012, S. 235), dann zeigt sich in allen Teilnehmerländern, dass SchülerInnen aus „bucharmen“ Familien (max. 25 Bücher) deutlich häufiger auf den unteren Kompetenzstufen der Naturwissenschaften zu finden sind als Kinder aus Haushalten mit mehr als 25 Büchern (siehe Abb. 8).

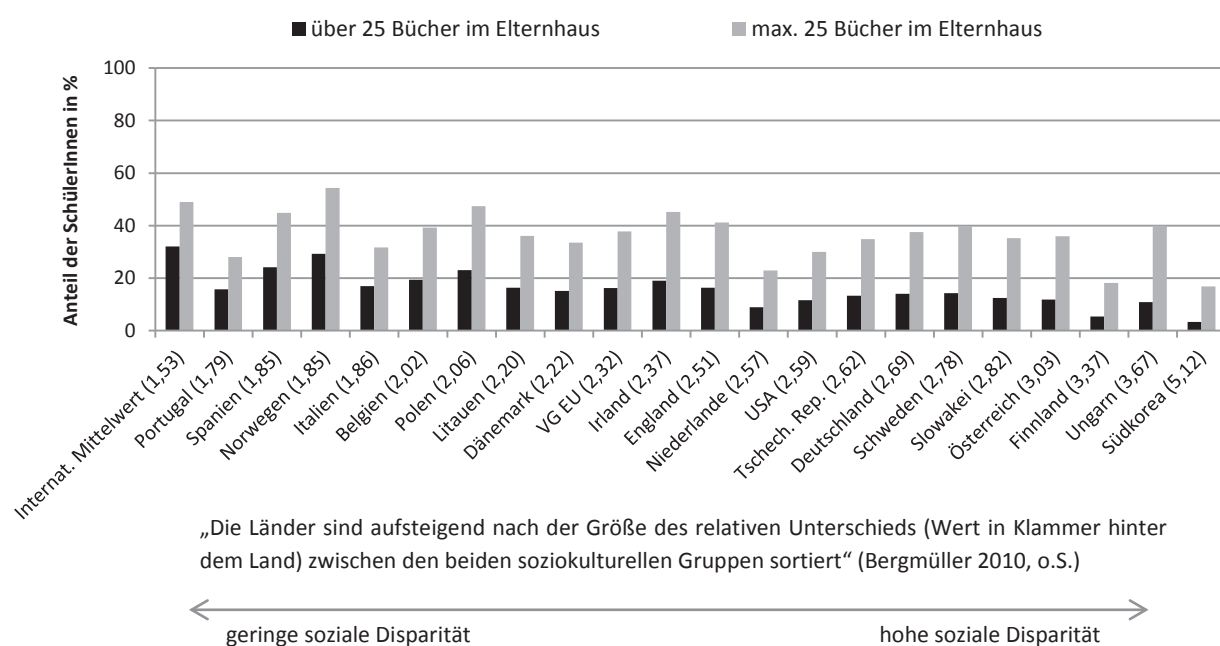


Abb. 8: Anteil der leistungsschwachen SchülerInnen (Kompetenzstufe I und II) im Bereich Naturwissenschaften in Abhängigkeit von der sozialen Herkunft (Indikator: familiärer Buchbesitz) in TIMSS 2011 (eigene Darstellung und Berechnung¹⁵; für TIMSS 2007 vgl. Bergmüller 2010, o. S.)¹⁶

„Die Zugehörigkeit zu sozial benachteiligten Schichten führt in Deutschland [...] besonders häufig zu Bildungsarmut (bzw. Kompetenzarmut)“ (Solga & Dombrowski 2009, S. 15). Kinder aus sozial schwachen Familien haben ein 2,7-mal so hohes „Risiko“, zu den leistungsschwachen SchülerInnen in den Naturwissenschaften zu zählen, wie Kinder aus sozial privilegierten Familien – der EU-Schnitt liegt bei 2,3.

¹⁵ Die entsprechenden Rohdaten von TIMSS 2011 wurden freundlicherweise von Heike Wendt (Institut für Sonderentwicklungsforschung in Dortmund) zur Verfügung gestellt.

¹⁶ In Finnland und Südkorea ist die Bildungsarmut im Allgemeinen gering: Leistungsschwache SchülerInnen kommen häufig aus sozial schwachen Familien, wobei dieser Anteil ähnlich gering ausfällt wie bei SchülerInnen aus sozial privilegierten Familien anderer Teilnehmerländer. In Ländern mit hoher Bildungsarmut (siehe z. B. internationaler Mittelwert) fallen soziale Disparitäten nicht mehr so stark ins Gewicht: Hier herrscht ein generelles Bildungsarmuts-Problem.



Im internationalen Vergleich können Länder ausfindig gemacht werden (z. B. Portugal und Italien), die einen ähnlich hohen Anteil an leistungsschwachen SchülerInnen wie Deutschland aufweisen, aber „nur eine geringe Kopplung dieser Kompetenzen an die soziale Herkunft“ vorliegen haben (Bonsen, Frey & Bos 2008, S. 155). Hier herrscht eine höhere soziale Chancengleichheit – im Gegensatz zu Finnland, Ungarn und Südkorea.

Neben dem „soziokulturellen Status“ („heimischer Buchbesitz“) ist auch der „sozioökonomische Status“ der Eltern ein wichtiger Indikator für die soziale Herkunft der Kinder.¹⁷ Dieser wurde in Deutschland im Rahmen der TIMS-Studie u. a. anhand des Berufsstatus (nach EGP-Klassen) der Eltern zusätzlich erhoben (Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 263).¹⁸ In Abb. 9 zeigt sich deutlich, wie der Anteil leistungsschwacher SchülerInnen (Kompetenzstufe I und II) von der höchsten elterlichen EGP-Klasse („obere Dienstklasse“) hin zur unteren EGP-Klasse („un- und angelernte Arbeiter oder Landarbeiter“) kontinuierlich zunimmt, während der Anteil der SchülerInnen auf der höchsten Kompetenzstufe (V) gleichzeitig stetig abnimmt: Erreichen 21 % der Kinder von Eltern der „oberen Dienstklasse“ die Kompetenzstufe V, sind es bei den SchülerInnen, deren Eltern der untersten EGP-Klasse angehören, nur 4 %. (Bonsen, Frey & Bos 2008, S. 153f.). Umgekehrt befinden sich auf Kompetenzstufe I oder II der Naturwissenschaften fast fünfmal so häufig Kinder von „un- oder angelernten Arbeitern oder Landarbeitern“ (34 %) als Kinder, deren Eltern der „oberen Dienstklasse“ angehören (7 %).

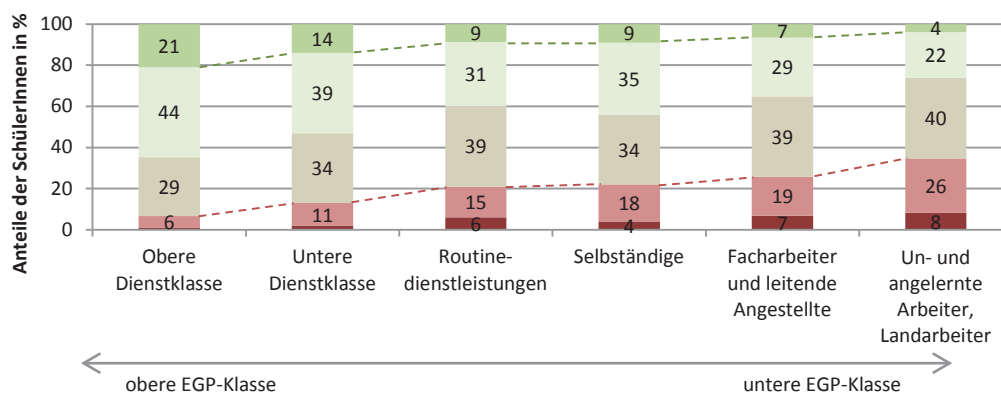


Abb. 9: Verteilung der SchülerInnen in Deutschland auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzstufen (I – V) nach elterlicher EGP-Klasse (TIMSS 2007) (eigene Darstellung nach Bonsen, Frey & Bos 2008, S. 154).

¹⁷ Nach Bourdieu (1983) umfasst der soziale Status das „kulturelle Kapital“ (z. B. „Schulabschluss“, „Buchbesitz im Haushalt“), das „ökonomische Kapital“ (z. B. „Erwerbstätigkeitsstatus“, „berufliche Stellung“) und das „soziale Kapital“ (z. B. „gemeinsame Aktivitäten/Gespräche mit den Kindern“ (Bonsen, Frey & Bos 2008, S. 143).

¹⁸ In TIMSS werden nach der EGP-Klassifikation von Erikson, Goldthorpe & Portocarero die Berufe der Eltern verschiedenen Dienstklassen zugeordnet (Bonsen, Frey & Bos 2008, S. 151).



„Es bestätigen sich die internationalen Befunde dahingehend, dass ausgeprägte soziale Disparitäten im deutschen Bildungssystem vorhanden sind, wobei die Leistungsunterschiede zwischen Kindern, deren Eltern den oberen Dienstklassen angehören und Kindern, deren Eltern der Gruppe der Arbeiter angehören, etwa knapp ein Lernjahr betragen. Selbiges gilt, wenn Viertklässlerinnen und Viertklässler aus armutsgefährdeten Elternhäusern¹⁹ mit Schülerinnen und Schülern verglichen werden, die nicht armutsgefährdet sind“ (Stubbe, Tarelli & Wendt 2012, S. 244).²⁰

Ähnlich wie beim Einflussfaktor „Migrationshintergrund“ lässt sich auch beim Einflussfaktor „soziale Herkunft“ feststellen, dass leistungsschwache SchülerInnen aus sozial benachteiligten Familien „insgesamt noch schlechtere Kompetenzen aufweisen“ als leistungsschwache SchülerInnen aus sozial privilegierten Familien (Bergmüller 2010, o. S.).

So hat ein Drittel der Kinder, welche von Armut gefährdet sind, am Ende der Grundschulzeit nicht die naturwissenschaftlichen Kompetenzen entwickelt, die für eine „erfolgreiche Schul- und Berufslaufbahn bzw. für die gesellschaftliche Teilhabe“ erforderlich sind (Blossfeld et al. 2007, S. 26): Der Anteil leistungsschwacher SchülerInnen ist bei armutsgefährdeten Kindern damit fast drei Mal so hoch wie der von Kindern, welche nicht von Armut betroffen sind (13,1 %) – bei den leistungsstarken SchülerInnen kehrt sich dieses Verhältnis um (Wendt 2013, o. S.; siehe Abb. 10).

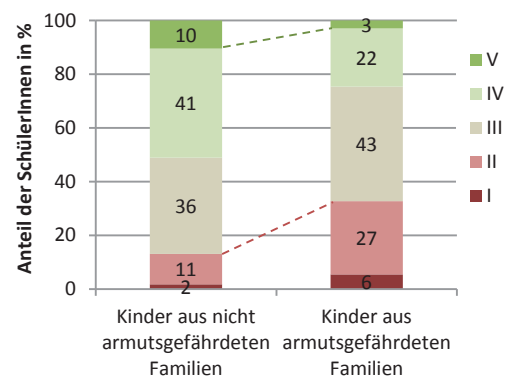


Abb. 10: Verteilung der SchülerInnen in Deutschland auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzstufen (I – V) nach Indikatoren der Armutsgefährdung (TIMSS 2011) (eigene Darstellung nach Datenangaben von Wendt 2013, o. S.).

Der enge Zusammenhang zwischen sozialer Herkunft und naturwissenschaftlichem Bildungserfolg wird mit diesem Indikator also erneut bestätigt (Stubbe, Tarelli & Wendt 2012, S. 240): „Ohne materielle Sicherheit und kulturelles Kapital der Eltern sind die Bildungschancen der Kinder gering“ (Holz et al. 2005, S. 11).

¹⁹ Als armutsgefährdet werden Familien definiert, welche mit „weniger als der Hälfte des durchschnittlichen Einkommens zu-rechtkommen“ müssen (Holz et al. 2005, S. 3).

²⁰ In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die „Effekte“ einzelner Einflussfaktoren (z. B. Migrationshintergrund, Bildungsniveau der Eltern) „nicht einfach addiert werden“ können, da die Einflussfaktoren teilweise miteinander einhergehen und somit bei der Datenerhebung auch gleichzeitig erfasst wurden (Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 262).

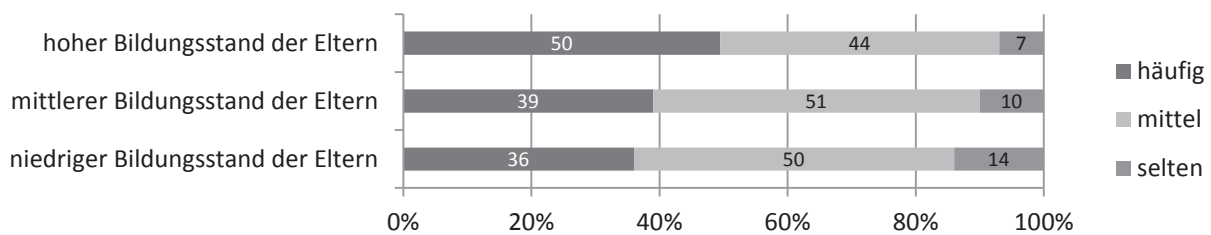


2.4. Risikokinder²¹: Arm an Bildungserfahrungen

„Bildungsarmut ist vor allem Erfahrungsarmut“ (Von der Groeben 2011, S. 9).

Die 1. World Vision Kinderstudie²² – „Kinder in Deutschland 2007“ – dokumentiert eindrücklich, dass es armen Eltern oft nicht möglich ist, ihre „Kinder leistungsmäßig so anzuregen, dass diese in der Schule eine gute Ausgangsposition erlangen und Erfolge erzielen“ (Andresen, Hurrelmann & Fegter 2010, S. 37). Im Gegenteil: Die Kombination aus „Einkommens- und Bildungsarmut“ der Eltern (Hurrelmann 2010, S. 2) kann eine so ungünstige Lebensumwelt bedingen, dass „Kinder in ihren Lernmöglichkeiten und infolgedessen in ihrer kognitiven Entwicklung beeinträchtigt“ werden (Solga & Dombrowski 2009, S. 21).

Im Kontrast dazu stehen wiederum die Bildungschancen von Kindern, „welche in pädagogisch hoch angereicherten Lebenswelten“ heranwachsen (Opp & Fingerle 2008, S. 11):²³ Kinder aus sozial privilegierten Familien erfahren in der Regel schon von früh an – und somit schon vor der Einschulung – eine vielfältige Förderung im Elternhaus (Heckmann 2008, S. 23). Abb. 11 zeigt, dass „Bildungsaktivitäten in der Familie“ (z. B. Geschichten vorlesen) in der Summe umso häufiger ausgeübt werden, je höher der Bildungsstand der Eltern ist (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2012, S. 49).²⁴



Legende: höchster allgemeinbildender Schulabschluss der Eltern:
niedrig = ohne (Hauptschul-)Abschluss, mittel = mittlerer Abschluss, hoch = (Fach-)Hochschulreife.

Abb. 11: Häufigkeit von Bildungsaktivitäten in der Familie von unter 6-jährigen Kindern nach Bildungsstand der Eltern, Deutschland 2009 (eigene Darstellung, vgl. Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2012, S. 49)

²¹ Der Begriff „Risikokinder“ hat sich für SchülerInnen eingebürgert, welche „aufgrund sozioökonomischer, kultureller und/oder sprachlicher Faktoren benachteiligt sind“ (EACEA/Eurydice 2009, S. 161).

²² Hierbei handelt es sich um eine „repräsentative, bundesweite Befragung“ von Kindern im Alter zwischen 8 und 11 Jahren. Die Studie wurde vom TNS Infratest Sozialforschung durchgeführt und erfasst die Lebensbedingungen und das Wohlbefinden der Kinder in Deutschland (Andresen, Hurrelmann & Fegter 2010, S. 35).

²³ Von der Umwelt hängt es ab, inwieweit sich die individuellen Entwicklungspotenziale eines Kindes entfalten können. Aber „selbst unter idealen Umweltbedingungen“ kann ein Kind [immer] nur [das] entwickeln, was in ihm angelegt ist“ (Largo & Be-glinger 2010, S. 37).

²⁴ Das bedeutet aber nicht, dass es unter der Gruppe der Eltern mit „niedrigem Bildungsstand“ nicht auch Familien gibt, die mit ihren Kindern „häufig Bildungsaktivitäten“ ausüben.



„Die Vorteile von Kindern aus bildungsnahen Elternhäusern setzten sich auch in der institutionellen Förderung in Kindertageseinrichtungen und in der Kindertagespflege fort. So besuchen diese Kinder etwas früher und zu höheren Anteilen“ solche Einrichtungen (ebd., S. 211).²⁵ Dabei könnten gerade Kinder, welche zu Hause weniger Förderung erfahren, von einem mehrjährigen Besuch eines Kindergartens profitieren (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2012, S. 65; Kratzmann & Schneider 2008, S. 25; Blossfeld et al. 2007, S. 38; Hattie 2013, S. 70).²⁶ Die „Bildungserträge“ sind im (frühen) Kindesalter nicht nur generell höher als in jeder späteren Lebensphase (Heckmann 2008, S. 21f.): Bei bildungsbenachteiligten Kindern ist die Ertragsrate frühkindlicher Bildungsinvestitionen zudem auch noch deutlich „höher als bei Kindern, die schon von Haus aus als Kleinkinder ein bildungsförderndes Klima erfahren“ (Slupina & Klingholz 2013, S. 4), wie Wößmann (2008b, S. 204) stilistisch in Abb. 12 verdeutlicht.²⁷

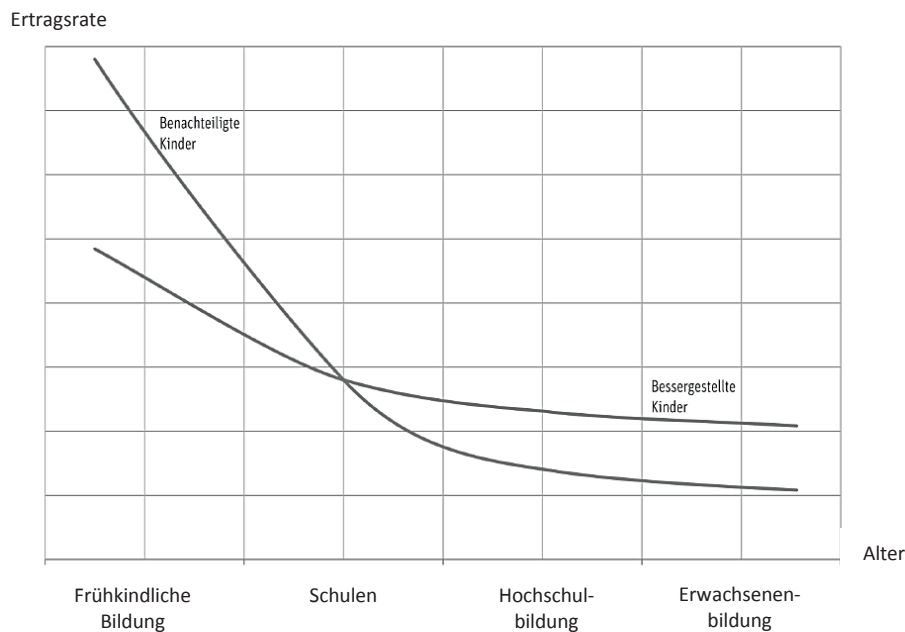


Abb. 12: Erträge von Bildungsinvestitionen im Lebensverlauf für „benachteiligte Kinder“ und „bessergestellte Kinder“ (Slupina & Klingholz 2013, S. 4; vgl. Wößmann 2008b, S. 204; vgl. Blossfeld et al. 2007, S. 121).

²⁵ Der Besuch einer Kindertagesbetreuung stellt für die Mehrheit der Kinder im Alter zwischen 3 und unter 6 Jahren (93,6 %) in Deutschland die Regel dar (Statistische Ämter des Bundes und des Landes 2013, S. 41). Auch Kinder mit Migrationshintergrund oder sozial benachteiligte Kinder besuchen zum großen Teil einen Kindergarten – die Besuchsquoten liegen im Vergleich zu einheimischen und sozial privilegierten Kinder aber mehrere Prozentpunkte darunter (vgl. Fuchs 2005, S. 109).

²⁶ Frühe „Bildungsinvestitionen [...] zahlen sich über den späteren Bildungserfolg aus“ (Slupina & Klingholz 2013, S. 3). Denn das, was man früh erlernt, ist nicht nur für die momentane Lebensphase relevant; es stellt auch die Grundlage für alle darauf aufbauenden Bildungsprozesse dar. Somit machen frühe Bildungsinvestitionen auch alle weiteren Bildungsinvestitionen effektiver; die Erträge sind im frühen Kindesalter daher besonders hoch. Mit zunehmendem Alter sinken die Erträge von Bildungsinvestitionen. Dann ist zudem auch die Lebenszeit kürzer, in der man noch Nutzen von diesen Investitionen ziehen könnte (Wößmann 2008a, S. 220f.; Schlotter & Wößmann 2010, S. 1).

²⁷ Die Erträge von Bildungsinvestitionen im Verlauf der einzelnen Lebensphasen hat der Ökonomie-Nobelpreisträger James J. Heckmann mit Hilfe von theoretischen Modellen und empirischen Daten der USA berechnet. Ludger Wößmann konnte dieses Muster in einer ähnlichen Ausprägung auch für Europa bestätigen (Wößmann 2008a, S. 215 und S. 220f.; Schlotter & Wößmann 2010, S. 1).



Das Kindesalter ist somit das beste Alter, um mit der Heranführung an naturwissenschaftliche Themen zu beginnen – das hat Gisela Lück (2000) schon früh erkannt. In mehrjährigen „Untersuchungen zur Primärbegegnung von Kindern im Vorschulalter mit Phänomenen der unbelebten Natur“ konnte sie Ende der 1990er Jahre nachweisen, dass das naturwissenschaftliche Experimentieren schon Kinder im Alter von fünf bzw. sechs Jahren „kognitiv und affektiv anspricht und nachhaltige Lernerfolge mit sich bringt“ (Lück 2009a, S. 88f.; vgl. Lück 2000, S. 176). Und nicht nur das: „[Kindergarten-]Kinder aus sozial schwächeren Familien zeigen ein nahezu identisches Erinnerungsvermögen wie [Kindergarten-]Kinder aus privilegierteren sozialen Schichten“ (Lück 2009a, S. 88; vgl. Lück 2000, S. 169ff.). Ein vielversprechendes Ergebnis in Hinblick auf die Verwirklichung von mehr Chancengleichheit.

Mittlerweile ist der naturwissenschaftliche Bildungsbereich in allen elementarpädagogischen Bildungsplänen in Deutschland verankert (Lück 2009a, S. 24f.). Von bildungspolitischer und entwicklungspsychologischer Sicht aus ist somit bereits für Kindergartenkinder ein erster Zugang zu naturwissenschaftlichen Bildungserfahrungen grundsätzlich möglich. Allerdings werden im Kindergarten „aufgrund einer nach wie vor selektiven Nutzung [...] nicht alle benachteiligten Kinder erreicht“ (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2012, S. 65; vgl. Kratzmann & Schneider 2008, S. 4).²⁸

Sozial bedingte Unterschiede in der kindlichen Förderung kommen also schon vor dem Schulbeginn zum Tragen und führen nicht zuletzt zu ungleichen Startbedingungen der Kinder, welche die Schule bislang nicht zu kompensieren vermag (Solga & Dombrowski 2009, S. 21). Während der verpflichtenden Grundschulzeit werden herkunftsbedingte Unterschiede dann z. B. in der häuslichen Unterstützungspraxis deutlich: Kontrollieren 64 % der Eltern der oberen sozialen Schicht die Hausaufgaben ihrer Kinder, trifft dies nur auf 46 % der Eltern der unteren sozialen Schicht zu (Leven & Schneekloth 2010, S. 178). Die geringere „elterliche Fürsorge bei den Hausaufgaben“ kann der Tatsache geschuldet sein, dass Eltern mit einem niedrigen Bildungsstand manchmal auch gar nicht in der Lage sind, ihrem Kind bei schulischen Aufgaben zu helfen (ebd.; vgl. Andresen, Hurrelmann & Fegter 2010, S. 56).

Abhilfe bei den Defiziten in der Hausaufgabenbetreuung könnten die Angebote der Ganztagschule schaffen. Im Jahr 2009 nahmen durchschnittlich 46 % der Kinder im Grundschulalter eine Hausaufgabenhilfe im Rahmen des schulischen Ganztagsangebotes

²⁸ Der Besuch eines Kindergartens ist in Deutschland in der Regel „kostenpflichtig und freiwillig“. Diese Kennzeichen sind „mitverantwortlich für eine sozial selektive Partizipation am Kindergarten“ (Kratzmann & Schneider 2008, S. 4)



in Anspruch (StEG-Konsortium 2010, S. 9). Das mit dem Ausbau der Ganztagschule u. a. verbundene Ziel, besonders auch bildungsbenachteiligte Kinder durch verschiedene Angebote im Nachmittagsbereich zu unterstützen, konnte bisher aber nur unzureichend umgesetzt werden (Steiner 2011, S. 57, vgl. StEG-Konsortium 2010, S. 10). Die allgemeinen Besuchsquoten der offenen Ganztagschule²⁹ zeigen nämlich eine „sozial ungleiche Beteiligung“ (Steiner 2011, S. 59): So nimmt die Teilnahme von GrundschülerInnen am Ganztag „mit dem Bildungsgrad und dem sozioökonomischen Status der Eltern“ ab (ebd., S. 66, siehe Abb. 13).³⁰

hoher Bildungsabschluss	71,9 %		hoher sozioökonomischer Status	74,9 %
mittlerer Bildungsabschluss	63,6 %		mittlerer sozioökonomischer Status	68,2 %
niedriger Bildungsabschluss	51,7 %		niedriger sozioökonomischer Status	62,4 %

Abb. 13: Teilnahmequoten am Ganztag nach folgenden zwei sozialen Herkunftsmerkmalen: Bildungsabschluss und sozioökonomischer Status (berechnet für die Klassenstufe 3 in Deutschland im Jahr 2009) (eigene Darstellung, Datenquelle: Steiner 2011, S. 67)

Relevant wird die soziale Herkunft auch bei den außerschulischen Aktivitäten der Grundschul Kinder. Sozial benachteiligte Eltern bringen ihre Kinder zum Beispiel seltener (42 %) in „Vereinen und kommerziellen Freizeiteinrichtungen“ unter als sozial privilegierte Eltern (95 %) (Leven & Schneekloth 2010, S. 104; Andresen, Hurrelmann & Fegter 2010, S. 37). Vielen GrundschülerInnen entgeht somit wiederum die Gelegenheit, durch „vielfältige Anregungen“ von außen eine Förderung ihrer Fähigkeiten und Interessen zu erfahren. Insgesamt ist das Freizeitverhalten sozial privilegierter Kinder zu einem größeren Anteil (zu 45 %) „vielseitig“³¹ als jenes von Kindern aus sozial schwachen Herkunftsfamilien (7 %). Von den Kinder aus der „Unterschicht“ verbringen 46 % die meiste Zeit (passiv) vor dem Fernseher oder mit elektronischen Spielen – dahingegen sind nur 11 % der „Oberschicht“ sogenannte „Medienkonsumenten“ (Jänsch & Schneekloth 2013, S. 147f., siehe Abb. 14).

²⁹ Die offene Ganztagschule ist in Deutschland mit 80 % die vorherrschende Organisationsform des Ganztagsbetriebs im Primarbereich und zeichnet sich – im Unterschied zur gebundenen Ganztagschule – durch eine freiwillige Teilnahme aus (StEG-Konsortium 2013, S. 22).

³⁰ Des Weiteren zeigt sich, dass Kinder mit Migrationshintergrund „zu einem geringeren Prozentsatz den Ganztag“ besuchen als Kinder ohne Migrationshintergrund (StEG-Konsortium 2010, S. 11, vgl. Steiner 2011, S. 67).

³¹ „Vielseitige Kids“ kennzeichnen sich dadurch aus, dass sie verschiedenste Freizeitaktivitäten ausüben, z. B. kulturelle, musische und/oder sportlichen Aktivitäten. Auch Familienausflüge und Unternehmungen mit Freunden stehen bei diesen Kindern häufiger auf dem Tagesprogramm (Leven & Schneekloth 2010, S. 98).

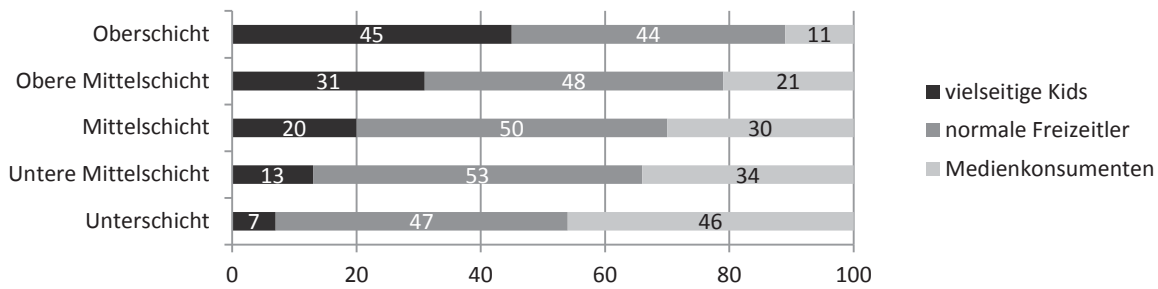


Abb. 14: Die „Freizeittypen“ von Grundschulkindern (Alter: 6 - 11 Jahre) in Deutschland in Abhängigkeit von der sozialen Herkunft (eigene Darstellung, Datenquelle: Jänsch & Schneekloth 2013, S. 148)

„Das Profil des Freizeitverhaltens ist von großer Aussagekraft für die Persönlichkeits- und Leistungsentwicklung der Kinder“ (Hurrelmann 2010, S. 2). Der negative Einfluss ausgedehnten Fernsehkonsums auf den schulischen Leistungsstand ist eindeutig nachgewiesen (Andresen, Hurrelmann & Fegter 2010, S. 37; Hattie 2013, S. 80f.). Die Vermutung liegt nahe, dass Eltern, welche ihren Kindern ein uneingeschränktes und unbeaufsichtigtes Fernsehen erlauben, meist eher nur „geringe [schulbezogene] Erwartungen und geringe Bildungsansprüche“ an ihre Kinder haben (Hattie 2013, S. 81).

Im Hinblick auf die Bildungs- und Naturwissenschaftsorientierung der Eltern³² konnten in einer „vertiefenden Analyse zu PISA 2006“³³ vier Elternhaus-Typen ausfindig gemacht werden, die sich auf den „Erwerb naturwissenschaftlicher Kompetenzen [...] als mehr oder weniger vorteilhaft erweisen“ (Ehmke 2008, S. 140): Der lernförderlichste Elternhaus-Typ (Typ 1) zeichnet sich „durch ein hohes Anregungspotential, häufige bildungsbezogene Verhaltensweisen und Aktivitäten sowie durch eine sehr hohe Affinität zu den Naturwissenschaften aus“. Im Gegensatz dazu weisen Elternhäuser des Typs 4, „ein ungünstiges allgemeines Lernklima mit einer ausgeprägten Geringschätzung der Naturwissenschaften“ auf. Elternhaus-Typ 2 („bildungsorientiert, aber wenig naturwissenschaftsorientiert“) und Elternhaus-Typ 3 („wenig bildungsorientiert, aber naturwissenschaftsorientiert“) stellen Mischtypen dar (ebd., S. 138f.). Nachgewiesen ist, dass Kinder von „bildungsorientierten“ Elternhäusern im Durchschnitt bessere naturwissenschaftliche Kompetenzen erzielen als Kinder aus „weniger bildungsorientierten“ Elternhäusern (ebd., S. 141f.). Besteht bei den Eltern darüber hinaus noch eine „hohe Wertschätzung der Naturwissenschaften“, dann fallen die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Kinder

³² Es gibt in etwa gleich viele Eltern, die „naturwissenschaftsorientiert“ sind (49,5 %) wie Eltern, die „nicht naturwissenschaftsorientiert“ sind (50,5 %) (Ehmke 2008, S. 140).

³³ Dieser Analyse liegt eine repräsentative Stichprobe von 9.577 SchülerInnen der 9. Klasse in Deutschland zugrunde (Ehmke 2008, S. 129).



noch besser aus („Typ 1 > Typ 2“ und „Typ 3 > Typ 4“). Insgesamt hat die generelle Bildungsorientierung der Eltern aber mehr Einfluss auf das Kompetenzniveau der Kinder als die Naturwissenschaftsorientierung der Eltern („Typen 1, 2 > als Typen 3, 4“). Die naturwissenschaftlichen Kompetenzwerte der Kinder nehmen dementsprechend vom „Elternhaus-Typ 1“ hin zum „Elternhaus-Typ 4“ immer weiter ab (ebd.).

Von Relevanz ist diese Einteilung in Elternhaus-Typen auch dann, wenn sie in Zusammenhang mit dem sozialen Status der Eltern (gemessen anhand der EGP-Klassen) gebracht wird. Denn auch wenn alle vier Elternhaus-Typen über alle Berufsgruppen hinweg vertreten sind, so zeigt sich, dass die Eltern umso häufiger „bildungsorientiert“ eingestellt sind, je höher ihr sozialer Status ist. So ist zum Beispiel der vorteilhafte Elternhaus-Typ 1 in der oberen Dienstklasse „überproportional häufig“ vertreten, während der ungünstigste Elternhaus-Typ 4 in der Berufsgruppe der „un- und angelernten Arbeiter, Landarbeiter“ am häufigsten zu finden ist (ebd., S. 140, siehe Abb. 15).

Aus Abb. 15 geht aber noch etwas weiteres, nicht weniger Bedeutsames hervor:

„Auch in den unteren Sozialschichten gibt es [...] nennenswerte Anteile von Familien, denen es gelingt, trotz eingeschränkter Rahmenbedingungen ein hohes häusliches Anregungspotential bereitzustellen“ (ebd., S. 144).

Dies macht deutlich, dass die „unterschiedlichen Sozialschichten“ zwar tendenziell, aber nicht zwangsläufig mit „ungleichen familialen Bildungsmilieus“ verknüpft sind (ebd.).

EGP-Klassifikation	Elternhaus-Typ 1	Elternhaus-Typ 2	Elternhaus-Typ 3	Elternhaus-Typ 4	Summe
	Bildungs- und naturwissenschaftsorientiert	Bildungsorientiert, aber wenig naturwissenschaftsorientiert	Wenig bildungsorientiert, aber naturwissenschaftsorientiert	Wenig bildungsorientiert und nicht naturwissenschaftsorientiert	
1 Obere Dienstklasse (I)	36.8	38.2	16.1	8.8	100
2 Untere Dienstklasse (II)	28.5	39.4	18.8	13.2	100
3 Routinedienstleistungen (III)	20.3	37.1	23.0	19.5	100
4 Selbstständige, einschl. Landwirte (IVa-d)	26.0	33.5	24.0	16.5	100
5 Facharbeiter und leitende Arbeiter (V-VI)	21.9	31.5	26.7	19.9	100
6 Un- und angelernte Arbeiter, Landarbeiter (VII)	19.7	28.5	29.8	21.9	100
Gesamt	26.5	34.4	23.0	16.1	100

Abb. 15: Prozentuale Verteilung der bildungsbezogenen Elternhaus-Typen nach EGP-Klassen (Ehmke 2008, S. 140)





3. Risiko- und Schutzfaktoren kindlicher Entwicklung

3.1. Entwicklung zwischen Risiko und Resilienz

„Ein Risiko ist eine Gefahr, die eintreten kann, aber nicht eintreten muss“ (Opp & Fingerle 2008, S. 9).

Die bisherigen Ausführungen machten deutlich, dass der naturwissenschaftliche Kompetenzerwerb eng verknüpft ist mit der Lebensumwelt, in der ein Kind heranwächst. Die Lebensbedingungen der Kinder, welche von einer Vielzahl von „Rahmenbedingungen der Eltern“ geprägt sind (Andresen, Hurrelmann & Fegter 2010, S. 35), können sich als „Risikolagen“ herausstellen und in der Folge die Entwicklungs- und Bildungschancen der Kinder beeinträchtigen (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse 2011, S. 20). Zum Beispiel dann, wenn beide Eltern arbeitslos sind („soziale Risikolage“)³⁴, nur eine geringe Ausbildung³⁵ aufweisen („Risiko bildungsfernes Elternhaus“) oder aufgrund eines sehr geringen Einkommens armutsgefährdet sind („finanzielles Risiko“) (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2012, S. 26f.).

Für das Jahr 2010 konnte festgestellt werden, dass ein „nicht unbeträchtlicher Anteil“, nämlich fast ein Drittel (29 %) der Kinder und Jugendlichen in Deutschland mit mindestens einer dieser drei Risikolagen konfrontiert ist (ebd.).³⁶ „Für Kinder mit Migrationshintergrund stellt sich diese Situation nochmals problematischer dar“ (ebd., S. 211).³⁷ In dieser Gruppe wachsen 48 % in mindestens einer Risikolage auf. Von allen drei Risikolagen gleichzeitig sind im Durchschnitt 3 % aller Minderjährigen in Deutschland betroffen, in der Gruppe der Minderjährigen mit Migrationshintergrund sind es 7 % (ebd., S. 27). Abb. 16 macht deutlich, dass die Risikobelastung in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich stark ausgeprägt ist.

In Nordrhein-Westfalen sowie in Bremen und Hamburg sind mehr als 5 % der Familien von allen drei Risikolagen gleichzeitig betroffen, während in Süd-Ost-Deutschland, wie

³⁴ Die fehlende Erwerbstätigkeit der Eltern erschwert die „Teilhabe am Netz sozialer Beziehungen“ (ebd.).

³⁵ Die Eltern haben keinen Sekundarschulabschluss bzw. keinen beruflichen Abschluss (ebd.).

³⁶ Im Jahr 2010 waren 10 % der Minderjährigen in Deutschland von einem „sozialen Risiko“ betroffen, 12 % vom „Risiko bildungsfernes Elternhaus“ und 18 % von einem „finanziellen Risiko“ (ebd.).

³⁷ Auch die Gruppe der Kinder mit Migrationshintergrund muss differenziert betrachtet werden: So sind Eltern türkischer Herkunft sowie Eltern aus nicht EU-Ländern deutlich stärker und häufiger von Risikolagen betroffen als Eltern aus anderen EU-Ländern (ebd.).



z. B. in Bayern oder Sachsen, weniger als 3 % der Familien einer dreifachen Risikolage ausgesetzt sind.³⁸ Dort gibt es vor allem wenig(er) bildungsferne Elternhäuser (ebd., S. 26).

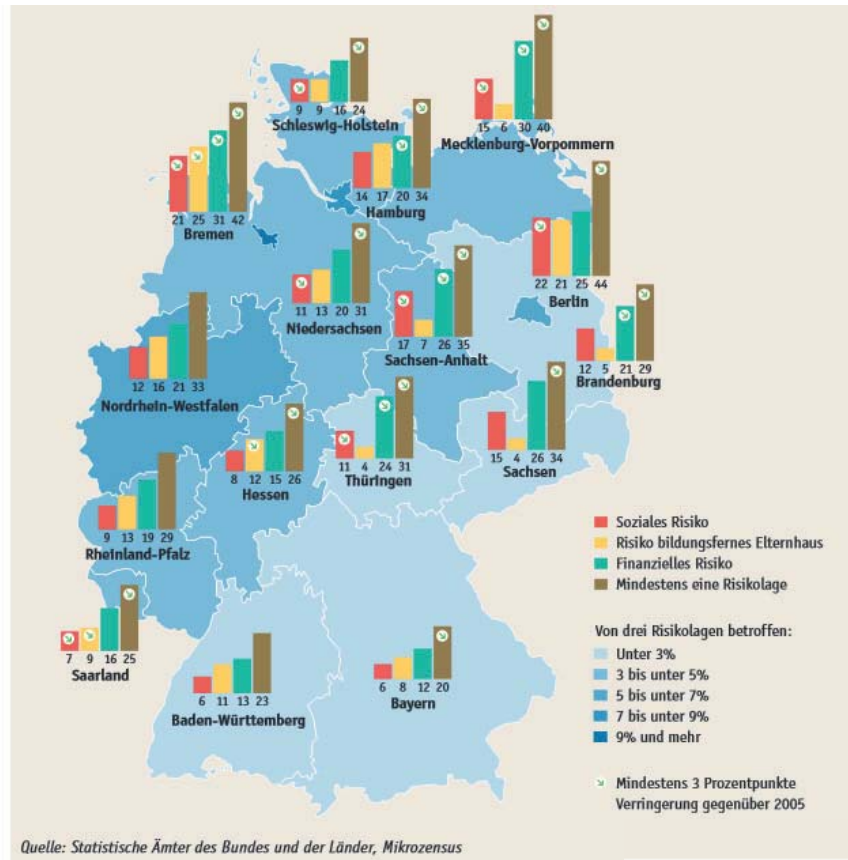


Abb. 16: Risikolagen der Kinder unter 18 Jahren in Deutschland im Jahr 2010, aufgeschlüsselt nach Ländern (in %) (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2012, S. 26)

Wie sich diese Risikolagen nun auf die Entwicklung eines Kindes auswirken, hängt weniger davon ab, *welchem* Risikofaktor ein Kind ausgesetzt ist, als vielmehr davon, ob „nur“ ein Risikofaktor oder gleich mehrere Risikofaktoren vorliegen (Wustmann 2009, S. 41).³⁹ Je mehr Einzelrisiken gleichzeitig vorhanden sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Entwicklung eines Kindes beeinträchtigt wird (Tröster 2009, S. 180; Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse 2011, S. 22 und S. 24).

„Die Gefährdung geht im Allgemeinen nicht von einem einzelnen Risikofaktor aus – etwa von einer geringen Schulbildung der Eltern – sondern ergibt sich aus einem Bündel vielfältiger und miteinander verwobenen risikoe erhöhenden Bedingungen“ (Tröster 2009, S. 178).

³⁸ Der Vergleich der Risikobelastung vom Jahr 2010 mit jener vom Jahr 2005 zeigt eine „positive Tendenz“: „In allen Ländern [sind] die Anteile an nahezu allen Risikolagen zurückgegangen“, teilweise sogar um mindestens 3 % (ebd., S. 27).

³⁹ Sowie vom Zeitpunkt des Auftretens der Risikofaktoren, deren Dauer und Intensität (ebd.).



So wurde im vorherigen Kapitel aufgezeigt, dass sozial benachteiligte Kinder im Vergleich zu sozial privilegierten Kindern in vielerlei Hinsicht eine Bildungsbenachteiligung erfahren können – aber nicht müssen. Für die Entwicklung eines Kindes macht es zum Beispiel einen entscheidenden Unterschied, ob es in der Risikolage „Armut“ ein günstiges familiäres Erziehungs- und Bildungsmilieu vorfindet oder nicht: Wenn in einer Familie trotz Armut ein „günstiges Erziehungsverhalten“ vorherrscht, dann sind die betroffenen Kinder „einem geringeren Risiko ausgesetzt“ als jene, bei denen das Risiko „Armut“ und das Risiko „ungünstiges Erziehungsverhalten“ zusammenkommen (Lösel & Bender 2008, S. 63; vgl. Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse 2011, S. 25).

Die Einteilung in soziale Gruppen, wie sie häufig in der Literatur vorgenommen wird, greift daher zu kurz, um die heterogenen Lebensbedingungen der Kinder adäquat darstellen zu können (Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012, S. 262). Unterschiede in den Aufwuchsbedingungen der Kinder lassen sich nämlich nicht nur *zwischen* sozialen Gruppen („vertikale Ungleichheit“), sondern auch *innerhalb* einer sozialen Gruppe („horizontale Ungleichheit“) feststellen (Ehmke 2008, S. 131f.). Ausgehend von einer Risikolage (z. B. Armutsgefährdung) können daher nicht automatisch andere risikoe erhöhende Bedingungen abgeleitet werden, auch wenn vielfach nachgewiesen wurde, dass „Risikofaktoren [...] in der Regel nicht isoliert“, sondern meist kumuliert auftreten (Tröster 2009, S. 178; vgl. Wustmann 2009, S. 40; vgl. Kapitel 2.4).

Selbst bei Kindern, die einer „multiplen Risikobelastung“ ausgesetzt sind (Wustmann 2009, S. 40; Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse 2011, S. 25), ist der Weg noch nicht vorgezeichnet: „Die Wahrscheinlichkeit“ eines negativen Entwicklungs- und Bildungsvorganges ist beim Vorliegen mehrerer Risikofaktoren zwar „erhöht, aber nicht determiniert“ (Holz 2006, S. 151; vgl. Wustmann 2009, S. 36). Oder „anders ausgedrückt: Zu jedem Risikofaktor existieren Fälle, in denen sich keine psychischen Beeinträchtigungen entwickeln“ (Opp und Fingerle 2008, S. 13). Diese „Fälle“ – also Personen, die sich trotz einer hohen Risikobelastung gesund entwickeln – waren eine unerwartete Nebenentdeckung der Risikoforschung, die sich bis zu den 1970er Jahren vorwiegend mit der Frage beschäftigte, welche Bedingungen dafür verantwortlich sind, dass eine kindliche Entwicklung negativ verläuft (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse 2011, S. 19; Wustmann 2009, S. 27f. und S. 36).



Die wohl bekannteste Studie, die erstmals über sogenannte „resiliente“ Kinder berichtete – also über Hoch-Risikokinder⁴⁰, die sich dennoch positiv entwickelt haben – ist die „Kauai-Längsschnittstudie“ (Werner 2006, S. 30). Mit dem ursprünglichen Ziel, die Langzeitfolgen von Risikoeinflüssen zu erfassen, verfolgte die amerikanische Entwicklungspsychologin Emmy E. Werner mit ihrer Kollegin Ruth Smith über einen Zeitraum von 40 Jahren das Aufwachsen von allen 698 Kindern, die im Jahr 1955 auf der Hawaii-Insel Kauai geboren wurden (ebd.). Dabei stellten sie Folgendes fest:

„Bei etwa 30 % der [...] Kinder [...] dieser Studienpopulation bestand ein hohes Entwicklungsrisiko, weil sie in chronischer Armut hineingeboren wurden, geburtsbedingten Komplikationen ausgesetzt waren und in Familien aufwuchsen, die durch elterliche Psychopathologie und dauerhafte Disharmonie belastet waren. Zwei Drittel dieser Kinder, die im Alter von zwei Jahren schon vier oder mehr Risikofaktoren ausgesetzt waren, entwickelten dann auch schwere Lern- oder Verhaltensprobleme in der Schulzeit, wurden straffällig und hatten psychische Probleme im Jugendalter. Auf der anderen Seite entwickelte sich ein Drittel der Kinder trotz der erheblichen Risiken, denen sie ausgesetzt waren, zu leistungsfähigen, zuversichtlichen und fürsorglichen Erwachsenen“ (Werner 2008, S. 21).

Mit diesen Untersuchungsergebnissen eröffnete sich ein neues Forschungsfeld, das der Resilienzforschung: Man begann sich zu fragen, was einige Kinder so „widerstandsfähig“, so „stark“ und nahezu „unverwüstlich“⁴¹ macht, dass sie im Unterschied zu anderen Kindern „belastende Lebensumstände“⁴² erfolgreich meistern können (Wustmann 2009, S. 18 und S. 86). Als „Quelle“ der Resilienz – also der Fähigkeit, sich trotz Risikobelastung psychisch gesund zu entwickeln – konnte Emmy Werner (2006, S. 32; Werner 2008, S. 22f.) das Vorhandensein von „Schutzfaktoren“ ausfindig machen. Bei diesen „protektiven Faktoren“ handelt es sich um „sozial vermittelte und personale Ressourcen“, welche die negativen Auswirkungen von Risikofaktoren „abpuffern“ bzw. abmildern können (Opp & Fingerle 2008, S. 14; Welter-Enderlin 2006, S. 13; Wustmann 2009, S. 88).

⁴⁰ Neben den „psychosozialen“ Risikofaktoren, die bislang thematisiert wurden, können auch „biologische und psychologische Merkmale des Kindes“ „Entwicklungsgefährdungen“ darstellen. Dazu zählen z. B. „chronische Erkrankungen“, „genetische Dispositionen“, „neurophysiologische Defizite“, „geringe kognitive Fertigkeiten“, „ungünstige Temperamentsmerkmale“ und eine „hohe Ablenkbarkeit“. Solche „kindbezogenen“ Faktoren werden unter dem Begriff „Vulnerabilitätsfaktoren“ zusammengefasst (Wustmann 2009, S. 36ff.; Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse 2011, S. 20).

⁴¹ Mit dem Begriff Resilienz ist aber „keine stabile Immunität und absolute Unverwundbarkeit“ gegenüber jeglichem Entwicklungsrisiko gemeint, das einer Person im Laufe eines Lebens begegnen könnte – im Sinne von „Superkids“ oder „Wunderkinder“. Die Fähigkeit, sich trotz Risiken positiv zu entwickeln, kann „über die Zeit und Situation hinweg variieren“ (Wustmann 2009, S. 27f. und 30).

⁴² Neben der bereits erwähnten hohen Risikobelastung (z. B. chronische Armut) können es auch „extreme Stressbedingungen“ bzw. „kritische Lebensereignisse“ (z. B. elterliche Trennung, Scheidung) sowie „traumatische Erlebnisse“ (z. B. Tod eines Elternteils, Gewalterfahrungen, Naturkatastrophen) sein, die die Fähigkeit der „Resilienz“ zum Vorschein bringen (Wustmann 2009, S. 19).



Folgende Schutzfaktoren konnten im Rahmen der Kauai-Längsschnittstudie (Werner 2006, S. 32) – aber auch in späteren Resilienzstudien⁴³ – identifiziert werden:

Soziale Ressourcen: Die resilienten Kinder der Kauai-Studie verfügten schon von früh an über eine stabile emotionale Beziehung zu mindestens einer engeren Bezugsperson – dies mussten nicht unbedingt die Eltern sein, sondern konnten auch Großeltern, ältere Geschwister oder andere Verwandte sein. Entscheidend war, dass diese Betreuungsperson auf die kindlichen Bedürfnisse einging, damit das Kind Vertrauen entwickeln konnte. Auch in späteren Jahren waren resiliente Kinder und Jugendliche äußerst geschickt darin, sich „Ersatzeltern“ in ihrem weiteren sozialen Umfeld zu suchen: Nachbarn, Freunde, Erzieher, Lieblingslehrer oder andere vertrauensvolle, kompetente Erwachsene dienten sowohl als positive Identifikationsfigur als auch als Zufluchtsort. In diesen Menschen fanden die Kinder in ihrer risikobelasteten Situation Halt, ein offenes Ohr, einen hilfreichen Ratschlag, aber auch die notwendige Unterstützung und Förderung sowie die Bestätigung, etwas Wert zu sein (Werner 2006, S. 32; Werner 2008, S. 23f.; Wustmann 2009, S. 107 und S. 116).

Personale Ressourcen: Die resilienten Kinder der Kauai-Studie wiesen Persönlichkeitsmerkmale auf, die es ihnen nicht schwer machten, Personen für sich zu gewinnen. So wurden resiliente Kinder von ihrem Temperament her als „aktiv“, „freundlich“ und „aufgeschlossen“ charakterisiert. Die Kinder waren sozial gut integriert, auf der anderen Seite aber schon von Beginn an äußerst eigenaktiv – mit der Tendenz zur Unabhängigkeit. Sie versuchten Aufgaben und Probleme möglichst selbständig zu lösen, zeigten dabei „ein überdurchschnittliches Maß an Ausdauer und Hartnäckigkeit“, scheuten sich aber auch nicht, „im Bedarfsfall gezielt nach Hilfe“ zu fragen (Werner 2008, S. 23; Werner 2006, S. 32; Göppel 2008, S. 256). „Obwohl die resilienten Kinder weder besonders talentiert noch intellektuell hochbegabt waren, nutzten sie ihre eigenen Ressourcen und Fähigkeiten effektiv aus“ (Wustmann 2009, S. 101). Durch die Bewältigung der ihnen gestellten (schulischen) Anforderungen konnten die Kinder Selbstvertrauen entwickeln. Darüber hinaus konnten sie beim Ausleben ihrer ausgeprägten „Interessen und Hobbys“ eine weitere „Befriedigung“ und ein „Kompetenzgefühl“ erfahren. In der Grundschule verfügten die resilienten Kinder über eine besser entwickelte „Kommunikations- und praktische Problemlösefähigkeit“ sowie über ein „positives Selbstkonzept“ (Werner 2008, S. 22f.; Werner 2006, S. 31; Göppel 2008, S. 256; Wustmann 2009, S. 100 und S. 115).

⁴³ In Deutschland wurde z. B. die „Mannheimer Risikokinderstudie“ (Laucht et al. 2000) und die „Bielefelder Invulnerabilitätsstudie“ (Lösel & Bender 2007) durchgeführt (in: Wustmann 2009, S. 86).



Das „tiefverwurzelte Gefühl, etwas zu taugen und zu können“, stellt den „wichtigsten und grundlegendsten Persönlichkeitszug“ resilienter Kinder dar: „Ein Gefühl von Kompetenz und eine Überzeugung, durch das eigene Tun etwas bewirken zu können, scheint das allgemeine Kennzeichen dieser Kinder zu sein“, so Werner (1990, zit. nach Göppel 2008, S. 256). Bei den „Resilienzfaktoren“ (positives Selbstkonzept, Selbstwirksamkeitsüberzeugungen u. a.) handelt es sich also nicht um „angeborene Persönlichkeitsmerkmale“, sondern um „Eigenschaften, die das Kind in der Interaktion mit seiner Umwelt [...] im Verlauf [seiner Entwicklung] erwirbt“ (Wustmann 2009, S. 46; vgl. Fingerle 2008, S. 299). Die Ergebnisse der Resilienzforschung zeigen damit auch auf, dass die Kinder in ihrer Fähigkeit zur „Resilienz“ gefördert werden können.

Darüber hinaus tragen die Befunde der Resilienzstudien zu einer „Verbesserung der Entwicklungsprognosen“ von Risikokindern und zu einer „Entstigmatisierung von Risikogruppen“ bei (Wustmann 2009, S. 48): Schließlich wurde deutlich, dass ein Kind seiner Umwelt nicht „hilflos ausgeliefert“ ist, sondern vielmehr „aktiver Bewältigter und Mitgestalter seines Lebens“ ist (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse 2011, S. 12). Wenn über den Entwicklungsverlauf eines Kindes geurteilt werden soll, reicht es daher nicht aus, nur die Risikobelastung im Lebensumfeld der Kinder einzuschätzen – gleichzeitig müssen immer auch die schützenden Bedingungen bzw. Resilienzfaktoren mit erfasst werden, welche diese Risikoeinflüsse abschwächen und somit die Entwicklung einer gesunden Persönlichkeit begünstigen können (Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse 2011, S. 27; Wustmann 2009; S. 56, siehe Abb. 17).

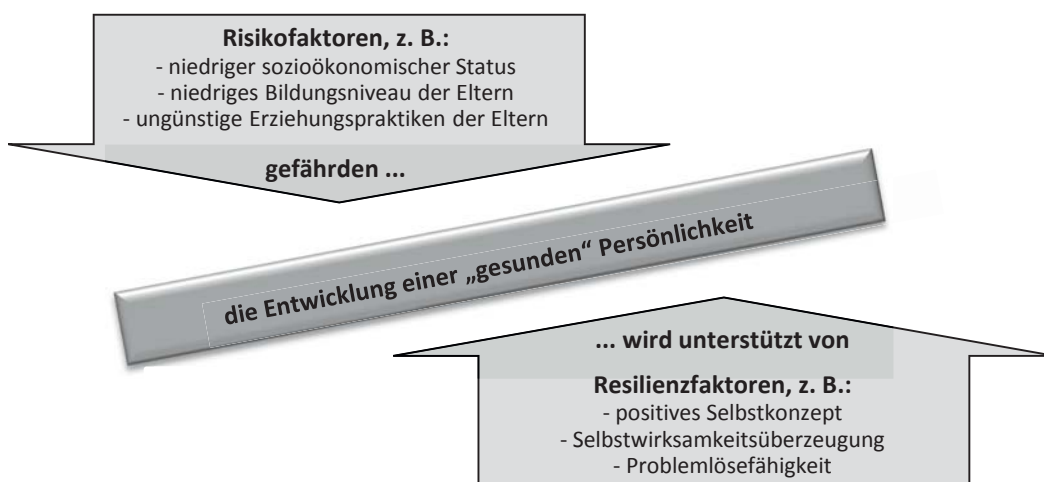


Abb. 17: Die Balance zwischen Risikofaktoren und Resilienzfaktoren entscheidet über den Entwicklungsverlauf von Risikokindern (eigene, vereinfachte Darstellung; vgl. Wustmann 2009, S. 38 und S. 115).



Mit der Resilienzforschung ist somit auch ein Perspektivwechsel verbunden: Weg von einer rein defizitorientierten Sichtweise, hin zu einer Sichtweise, die auch die Ressourcen mit einbezieht und danach fragt, was ein Kind gesund hält (ressourcenorientierte bzw. salutogenese Sichtweise) (Wustmann 2009, S. 48).⁴⁴

Doch was bedeutet eigentlich die Aussage, dass sich ein Kind trotz Risikobelastung „gesund“ entwickelt? Hiermit ist nicht nur gemeint, dass ein Kind keine „psychischen Störungen“ bzw. keine „Lern- und Verhaltensstörungen“ zeigt, sondern auch, dass es über die „altersangemessenen Fähigkeiten und Kompetenzen“ verfügt, die es durch das erfolgreiche Bewältigen von „altersspezifischen Entwicklungsaufgaben“ erwirbt (Wustmann 2009, S. 20; Werner 2008, S. 21; Lösel & Bender 2008, S. 61). Welche entwicklungspsychologischen Aufgaben bzw. „Krisen“ ein Mensch im Verlauf seiner verschiedenen Lebensphasen bewältigen muss, hat der Psychoanalytiker Erik Erikson (1973, S. 55ff.) u. a. in seiner Schrift „Wachstum und Krisen der gesunden Persönlichkeit“ beschrieben.⁴⁵ Je nachdem, ob eine Krise positiv oder negativ gelöst wurde, also ob das eine oder andere Extrem eines psychosozialen Konfliktes überwiegt, geht ein Mensch mit persönlichen Grundstärken oder Grundschwächen aus den einzelnen Phasen hervor (siehe Abb. 18). Diese üben wiederum einen Einfluss darauf aus, wie die nächsten Entwicklungsphasen durchlaufen werden. Im folgenden Abschnitt werden die zu bewältigenden Entwicklungsaufgaben von Kindern im Grundschulalter näher ausgeführt (siehe Hervorhebung in Abb. 18).

Phasen	Psychosoziale Konflikte	Grundstärken	Grundschwächen
1) Säuglingsalter	Urvertrauen vs. Misstrauen	Hoffnung	Rückzug
2) Kleinkindalter	Autonomie vs. Scham, Zweifel	Wille	Zwang
3) Spielalter	Initiative vs. Schuldgefühl	Entschlusskraft	Hemmung
4) Schulalter	Werksinn vs. Minderwertigkeit	Kompetenz	Trägheit
5) Adoleszenz	Identität vs. Identitätskonfusion	Treue	Zurückweisung
6) Frühes Erwachsenenalter	Intimität vs. Isolierung	Liebe	Exklusivität
7) Erwachsenenalter	Generativität vs. Selbstabsorption	Fürsorge	Abweisung
8) Reifes Erwachsenenalter	Integrität vs. Lebensekel	Weisheit	Hochmut

Abb. 18: Entwicklungsphasen der Identität nach Erik Erikson (1973; S. 55ff.; Erikson 1988, S. 36f.)

⁴⁴ Aaron Antonovsky (1997, S. 15) gilt als Begründer der „salutogenetischen Orientierung, die sich auf die Ursprünge der Gesundheit konzentriert“. Mit dieser Neuorientierung Anfang der 1970er Jahre entstand ein Gegenbegriff zur „pathologischen Orientierung“, die nach den Ursachen von Krankheit fragt.

⁴⁵ Nach Erik Erikson dominiert in jeder Lebensphase eine bestimmte „Krise“ – alle Komponenten sind aber schon von Anfang an vorhanden und bleiben auch über den gesamten Lebensverlauf bestehen „und mit allen anderen verbunden“ (Erikson 1973, S. 59f.).



3.2. Entwicklung im Grundschulalter

„Im vierten Stadium, dem Grundschulalter, definiert ein Kind seine Persönlichkeit über die Überzeugung: 'Ich bin, was ich lerne'“ (Erikson 1973, S. 98).

Nach der Entwicklungstheorie von Erik Erikson (1974, S. 253; Erikson 1973, S. 98) befindet sich ein Kind im Grundschulalter in einer Lebensphase, die vom psychosozialen Konflikt „Werksinn versus Minderwertigkeitsgefühl“ geprägt ist. In diesem Alter haben die Kinder das Bestreben, „in die größere Welt des Wissens und der Arbeit“ einzudringen (Miller 2013, S. 162). Sie wollen, „dass ihnen jemand zeigt“, wie man „sich mit etwas beschäftigt“ und es dann selbst ausprobieren (Erikson 1973, S. 98). Es reicht ihnen nun nicht mehr, nur „so zu tun, also ob“ – wie in ihrer spielerischen Fantasiewelt (Spielalter). Nun möchten sie das Gefühl haben, selbst an der Erwachsenenwelt teilnehmen zu können (ebd., S. 100): Sie streben nach dem „Gefühl, [...] nützlich zu sein, etwas machen zu können und es sogar gut und vollkommen zu machen“ (ebd., S. 102). Dieser „Tätigkeitsdrang“, dieser Lern- und Arbeitseifer bzw. „Werksinn“ drückt sich bei den Kindern in der „Lust an der Vollendung eines Werkes durch Stetigkeit und einem andauernden Fleiß“ aus (ebd., S. 103 und S. 105). Das Kind „lernt, sich Anerkennung zu verschaffen, indem es Dinge produziert“ (ebd., S. 103). „Gelungene Erfahrungen vermitteln einem Kind das Gefühl, geschickt, kompetent und sachkundig zu sein“ (Miller 2013, S. 162).

Die „Gefahr“ dieser Lebensphase besteht allerdings darin, dass sich bei den Kindern auch „ein Gefühl der Unzulänglichkeit und Minderwertigkeit“ ausbilden kann – das ist zum Beispiel dann der Fall, wenn das Kind immer wieder die Erfahrung machen muss, dass Erfolgserlebnisse bei ihm ausbleiben (Erikson 1974, S. 254). Es merkt dann, dass seine Fähigkeiten (noch) nicht ausreichen, um das zu schaffen, was ein Erwachsener kann und verliert somit das „Vertrauen“ in seine eigenen Fähigkeiten (ebd.; vgl. Berk 2011, S. 445). Entwickelt sich daraus die Angst, dass es bei seinen Aktivitäten versagt, dann kann dies mit der Zeit beim Kind zu einer „Trägheit“ führen (Erikson 1988, S. 36) – ein Anzeichen dafür, dass diese Entwicklungsaufgabe, diese „Krise“ vom Kind (noch) nicht erfolgreich überwunden wurde. Der Konflikt „Werksinn versus Minderwertigkeitsgefühl“ wird nur dann „positiv aufgelöst [...], wenn das Kind ein Gefühl der Kompetenz für nützliche Fertigkeiten und Aufgaben entwickelt“ (Berk 2011, S. 444).

Der Aufbau des Fähigkeitsselbstkonzeptes und dessen Einfluss auf die Selbstwirksamkeitserwartung wird daher in den folgenden Abschnitten näher beschrieben.

3.2.1. Das Fähigkeitsselbstkonzept

Aufgrund von Erfahrungen in „schulischen Leistungssituationen“ und den damit verbundenen Rückmeldungen sowie sozialen Vergleichen lernt das Kind seine schulischen Fähigkeiten allmählich selbst einzuschätzen (Schöne & Stiensmeier-Pelser 2011, S. 7; Hellmich & Günter 2011, S. 34). Das „Selbstbild“, das sich dabei entwickelt, umfasst das gesamte „Wissen über das individuelle Können“ (Hinz 2011, S. 270) und drückt sich in sachlichen Beschreibungen über „die Höhe der eigenen Fähigkeiten“ aus, wie z. B. 'Ich bin ein guter Schüler', 'Im Vergleich zu meinen MitschülerInnen bin ich begabt' (Stiensmeier-Pelser & Schöne 2008, S. 64).

Das schulische Selbstkonzept, auch Fähigkeitsselbstkonzept genannt, stellt einen Bereich des „globalen Selbstkonzeptes“ dar und kann – wie jedes andere bereichsspezifische Selbstkonzept – noch weiter in sich ausdifferenzieren werden (siehe Abb. 19). So kann unterschieden werden zwischen dem Fähigkeitsselbstkonzept eines Kindes in Mathematik, in Deutsch, im Sachunterricht usw. Auch innerhalb der einzelnen Fächer gibt es noch „spezifischere Kategorien“, in denen sich das Fähigkeitsselbstkonzept der SchülerInnen aufgliedern lässt, z. B. kann ein Kinder der Überzeugung sein, dass es gut im Lesen, aber nicht im Schreiben ist (Berk 2011, S. 446; Hinz 2011, S. 277; Hellmich & Günter 2011, S. 23f.; Schöne & Stiensmeier-Pelser 2011, S. 49f.).⁴⁶

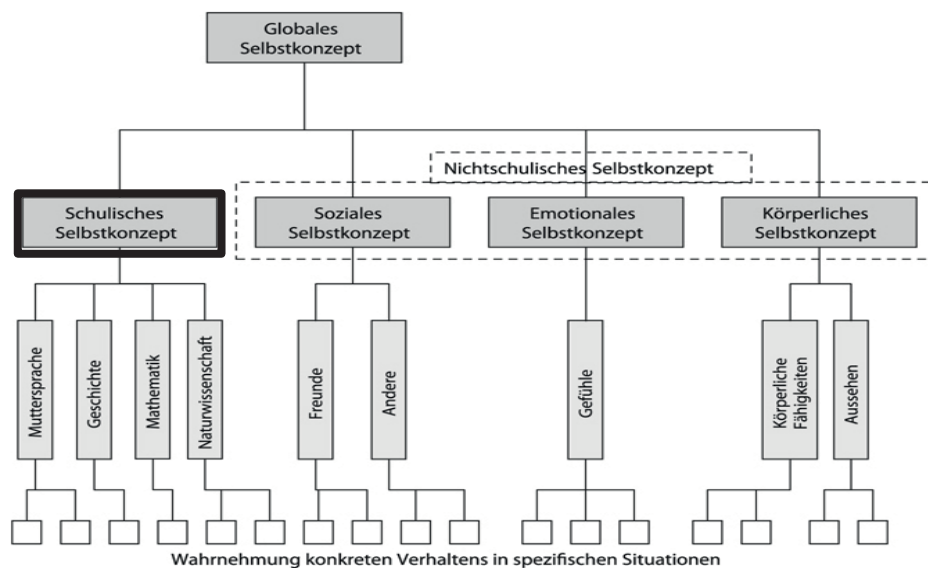


Abb. 19: Hierarchischer Aufbau des Selbstkonzeptes nach Shavelson et al. (in: Lohaus, Vierhaus & Maass 2010, S. 167)

⁴⁶ Der Begriff „Fähigkeitsselbstkonzept“ bezieht sich ausschließlich auf die kognitive Einschätzung und Beschreibung der eigenen Fähigkeiten, z. B. 'Ich bin ein begabter Schüler'. Die affektiv-evaluative Bewertung der eigenen Fähigkeiten (z. B. 'Ich bin stolz, ein begabter Schüler zu sein') ist nicht mehr Teil, sondern Folge des Fähigkeitsselbstkonzeptes und wird in Abgrenzung davon dem „Selbstwert“ zugeschrieben (Stiensmeier-Pelser & Schöne 2008, S. 62f.; Woolfolk 2008, S. 108).



Mit zunehmendem Alter können die Kinder diese fachspezifischen Selbstkonzepte immer weiter ausdifferenzieren und getrennt voneinander erfassen. Im Grundschulalter haben die Kinder meist jedoch noch „keine klare Vorstellung davon [...] was naturwissenschaftliche Inhalte [geschweige denn: chemische, biologische oder physikalische Inhalte] von anderen Inhalten des Sachunterrichtes unterscheidet“ (Kleickmann et al. 2012, S. 161).⁴⁷ Daher wurde das naturwissenschaftsbezogene Selbstkonzept im Rahmen der TIMS-Studie auch über das etwas allgemeinere, „sachunterrichtsbezogene Selbstkonzept“ (mit)erfasst, d. h. es wurde erfragt, wie die Kinder ihre „Leistungsstärke“ im Fach Sachunterricht einschätzen (ebd., S. 160).

Dabei zeigte sich „ein positiver Zusammenhang zwischen dem sachunterrichtsbezogenen Selbstkonzept und der naturwissenschaftlichen Kompetenz der Kinder“ (ebd., S. 164).⁴⁸ Die leistungsstärksten SchülerInnen in Naturwissenschaften (Kompetenzstufe V) weisen nahezu alle (97 %) ein „hohes Selbstkonzept“ im Fach Sachunterricht auf. Dahingegen nimmt der Anteil der SchülerInnen mit einem „niedrigen“ oder „mittleren“ sachunterrichtsbezogenen Selbstkonzept immer weiter zu, je geringer die naturwissenschaftliche Kompetenz der SchülerInnen ausgeprägt ist (siehe Abb. 20).

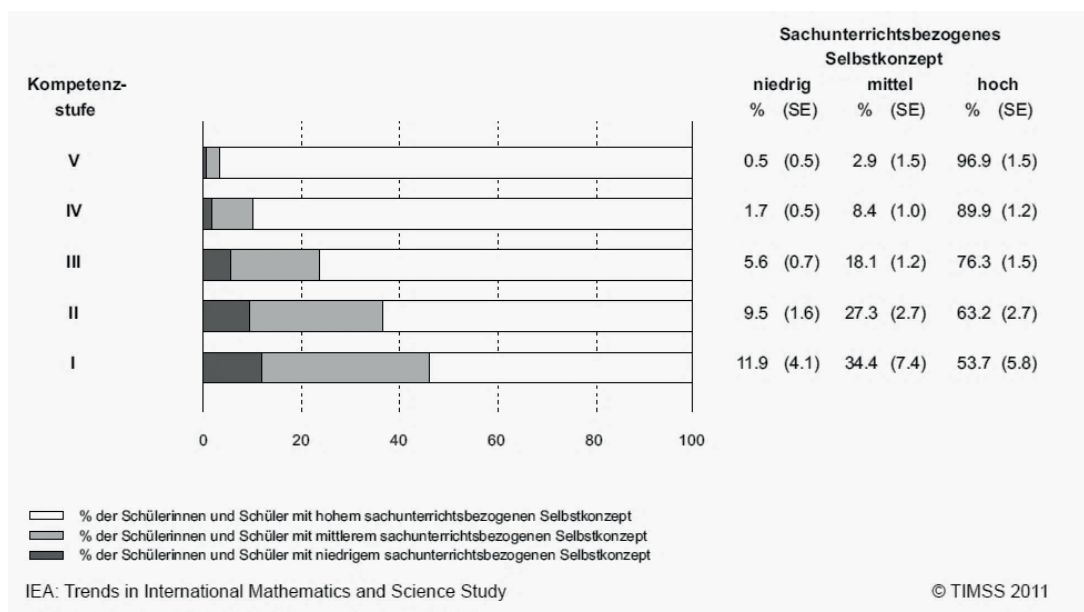


Abb. 20: Prozentuale Verteilung des „niedrigen“, „mittleren“ und „hohen“ sachunterrichtsbezogenem Selbstkonzepts der SchülerInnen in Abhängigkeit von der erreichten Kompetenzstufe im Bereich Naturwissenschaften (Kleickmann et al. 2012, S. 165)

⁴⁷ Das Schulfach „Sachunterricht“ setzt sich aus Themenfeldern der Biologie, Chemie, Physik, Technik, Umwelt- und Gesundheitswissenschaft, Verkehrserziehung, Heimatkunde und Sozialerziehung zusammen (Risch 2006, S. 37).

⁴⁸ Der Zusammenhang zwischen Fähigkeitsselbstkonzept und schulischer Leistung, dass also „ein hohes Fähigkeitsselbstkonzept mit guten Leistungen, ein niedriges mit schlechten Leistungen einhergeht“ gilt durch mehrere Meta-Analysen als bestätigt und verstärkt sich mit „zunehmendem Alter und zunehmender Schulerfahrung“ der Kinder (Schöne et al. 2003, S. 5; Hellmich & Günther 2011, S. 37).



Dennoch kann positiv festgehalten werden, dass das sachunterrichtsbezogene Selbstkonzept am Ende der Grundschulzeit insgesamt noch hoch ausgeprägt ist (ebd., S. 164).⁴⁹

„Ein positives naturwissenschaftsbezogenes Selbstkonzept ist wichtig, da es Vertrauen in die eigenen naturwissenschaftlichen Kompetenzen gibt und somit auch eine wichtige Voraussetzung für die Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen darstellt“ (ebd., S. 160).

Ob ein Kind sich letztendlich die Kompetenz zutraut, eine Handlung erfolgreich auszuführen, ist eine Frage seiner Selbstwirksamkeitserwartung. Wie diese entsteht und welchen Einfluss sie auf das Lernverhalten nimmt, zeigt das folgende Kapitel.

3.2.2. Selbstwirksamkeitserwartungen

Für den Aufbau eines positiven Fähigkeitsselbstkonzeptes ist es wichtig, dass ein Kind die Möglichkeit hat, eine Tätigkeit selbstständig – also ohne die Hilfe von anderen – auszuführen. Denn nur so kann sich das Kind selbst „als Urheber von Handlungen“ erkennen und den Effekt einer Handlung auf sich selbst zurückführen. Wird das Handlungsergebnis mit der „eigenen Anstrengung, dem eigenen Können“ verbunden (und nicht z. B. dem Glück oder dem Zufall zugeschrieben), dann entsteht ein „erstes Konzept eigener Fähigkeiten“ (Zimmer 2006, S. 65f. und S. 71).

Solche Erfolgserlebnisse, also die erfolgreiche Bewältigung von anspruchsvollen Aufgaben („mastery experiences“) sind die wichtigste und effektivste Quelle für die Entwicklung von Selbstwirksamkeitserwartungen (Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 42): Wenn das Kind weiß, dass es fähig war, etwas aus „eigener Kraft“ zu schaffen, dann schöpft es die Zuversicht, auch andere Herausforderungen durch seine Anstrengungen bzw. Kompetenzen bewältigen zu können (ebd., siehe Abb. 21).

	Fähigkeitsselbstkonzept	Selbstwirksamkeitserwartung
Definition	Wissen über die eigenen Fähigkeiten	Überzeugung, eine gegebene Aufgabe erfolgreich bewältigen zu können
zentrales Element	wahrgenommene Kompetenz	wahrgenommene Zuversicht
zeitliche Orientierung	eher vergangenheitsorientiert	eher zukunftsorientiert

Abb. 21: Vergleich bzw. Unterschied zwischen dem Fähigkeitsselbstkonzept und der Selbstwirksamkeitserwartung in schulischen Leistungssituationen (vgl. Brüll 2010, S. 22)

⁴⁹ Im Kindergartenalter und teilweise auch noch während der Grundschulzeit sind die Fähigkeitsselbstkonzepte der meisten Kinder recht hoch – zu Beginn „überschätzen“ sie ihre eigenen Fähigkeiten regelrecht. Im Laufe der Schulzeit nähert sich dann die „Einschätzung der eigenen Fähigkeiten“ immer mehr den Beurteilungen der Lehrpersonen – die Selbsteinschätzung der Kinder wird somit zunehmend „realistischer“ (Möller, J. 2007, S. 8; Hellmich & Günther 2011, S. 27 und S. 40).



Neben den eigenen Kompetenzerfahrungen nennt Bandura (1997), der im Rahmen seiner sozial-kognitiven Lerntheorie den Begriff self-efficacy geprägt hat, noch drei weitere Quellen, die zu Selbstwirksamkeitserwartungen führen können – allerdings sind diese nicht mehr gleichermaßen effektiv wie die eigenen, „direkten Erfahrungen“ (vgl. Woolfolk 2008, S. 406f.; vgl. Andresen, Hurrelmann & Fegter 2010, S. 54f.):

Eine dieser Quellen, die zum Aufbau von Selbstwirksamkeitserwartungen beitragen, sind „stellvertretende Erfahrungen“, also die „Beobachtung von erfolgreich agierenden Modellen“. Voraussetzung dafür ist es, dass die eigenen Fähigkeiten ähnlich stark eingeschätzt werden wie die Fähigkeiten der Person, die erfolgreich handelt (z. B. ein Mitschüler). Dann kann durchaus die Überzeugung entstehen, dass: 'wenn der das kann, ich das auch schaffen werde' (Rammsayer & Weber 2010, S. 102). Besonders hilfreich ist es, wenn die „Modelle“ zugleich auch noch mitteilen, „wie sie die einzelnen Schwierigkeitselemente [...] überwinden“ (Schwarzer und Jerusalem 2002, S. 43).

Eine weitere, jedoch noch schwächere Quelle für die Erwartung von Selbstwirksamkeit ist der verbale Zuspruch von Vertrauenspersonen im Sinne von: 'Du schaffst das schon!' (Rammsayer & Weber 2010, S. 102). Eine solche, von außen herangetragene „Selbstwirksamkeitsüberzeugung bleibt allerdings nur kurzfristig aufrechterhalten, wenn nachfolgende Anstrengungen wieder erfolglos sind“ (Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 44).

Auch die „eigenen körperlichen und affektiven Reaktionen“ während der Ausführung einer Handlung können die Selbstwirksamkeitserwartung noch im geringen Ausmaße positiv oder negativ beeinflussen: „Nimmt eine Person beispielsweise wahr, dass sie eine gefürchtete Situation relativ ruhig und gelassen angeht, wird sie sich eine höhere Selbstwirksamkeit zuschreiben, als wenn sie ihre zitternden Knie wahrnimmt und starkes Herzklopfen verspürt“ (Rammsayer & Weber 2010, S. 102).

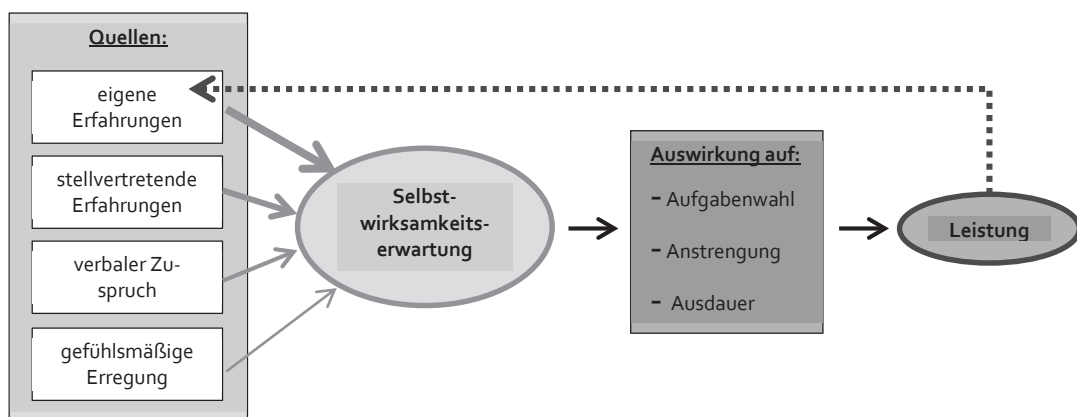


Abb. 22: Quellen und Auswirkungen von Selbstwirksamkeitserwartungen (eigene Darstellung in Anlehnung an: Berry & West 1993, S. 354)



Von der Höhe der schulischen Selbstwirksamkeit hängt es im entscheidenden Maße ab, wie ein Kind auf neue Lernsituationen herangeht und wie es sich verhält, wenn mal Schwierigkeiten auftreten: „So zeigen Kinder mit einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung [eine] größere Motivation, Anstrengung und Ausdauer beim Lernen“ (Andresen, Hurrelmann & Fegter 2010, S. 55) und haben demnach auch größere Erfolgchancen. Kommt es zu Erfolgserlebnissen, stärkt dies wiederum das Fähigkeitsselbstkonzept und die Selbstwirksamkeitserwartung. Ein positiver Kreislauf entsteht (vgl. Zimmer 2006, S. 67; siehe Abb. 22).

Doch wie sieht es mit Kindern aus, die „immer wieder die Erfahrung“ machen, dass sie „keine Veränderung bewirken“ können, dass ihre „Handlungen nicht die gewünschten Effekte erzielen“, dass sich Misserfolge häufen und wiederholen (Zimmer 2006, S. 68; Wustmann 2009, S. 101)?

Diese Kinder werden mit der Zeit ein sehr schwaches Fähigkeitsselbstkonzept aufbauen und sich irgendwann „noch weniger zutrauen“, als sie „in Wirklichkeit“ können. Sie erlernen „Hilflosigkeit“, d. h. sie entwickeln den Glauben, dass sie Ereignisse nicht kontrollieren können (Eggert, Reichenbach & Bode 2010, S. 59f.). Diese „wahrgenommene Unkontrollierbarkeit“ beginnt dann auch ihr Verhalten zu beeinflussen: „Wer nicht erwartet, mit seiner Handlung etwas zu bewirken, wird gar nicht erst versuchen, etwas zu verändern [...], sondern die Situation meiden“ (Wustmann 2009, S. 101). Dementsprechend wird bei fehlender Selbstwirksamkeitsüberzeugung auch die Motivation sinken, sich mit schwierigen Aufgaben auseinanderzusetzen, weil man der Meinung ist: 'Ich schaffe das ja doch nicht' – Anstrengung und Ausdauer lohnen sich nicht. In der Folge werden diese Kinder auch weniger Leistungserfolge und somit einen geringeren Lernzuwachs haben (Zimmer 2006, S. 67). Und sollten sie doch mal eine Aufgabe erfolgreich bewältigen, dann werden sie dieses Ergebnis zunächst eher externen Faktoren zuschreiben: dem Zufall oder dem Glück (Berk 2011, S. 449). Dahingegen führen sie Situationen des Scheiterns konsequent auf ihre Unfähigkeit zurück⁵⁰ und fühlen sich somit in ihrer Überzeugung des „Nichts-Kontrollieren-und-Nichts-Bewirken-Könnens“ bestätigt (Eggert, Reichenbach & Bode 2010, S. 60). Ein „Teufelskreis des Misslingens“ beginnt (Von der Groeben 2011, S. 3).

⁵⁰ Kinder mit einem hohem Fähigkeitsselbstkonzept attribuieren Erfolg und Misserfolg genau umgekehrt: Erfolg wird ihren Fähigkeiten ('Ich bin gut!'), Misserfolg äußeren Faktoren ('Das war Pech') zugeschrieben (Berk 2011, S. 449).



3.3. Naturwissenschaftliche Bildung – Stärkung personaler Ressourcen

Die „unbelebte Natur“ bietet „Verlässlichkeit“ und die Möglichkeit, „aktiv etwas zu tun, etwas zu begreifen und handelnd zu kontrollieren“ (Lück 2009a, S. 85).

Die vorausgehenden Kapitelabschnitte haben deutlich gemacht, wie wichtig es ist, dass gerade Kinder im Grundschulalter immer wieder die Erfahrung machen, dass sie durch ihr eigenes Handeln etwas bewirken, kontrollieren und verändern können. Dieses ‘etwas’ sollte etwas Nützliches, etwas Sinnvolles sein – etwas, das zum Aufbau von Kompetenz führt und für das Leben von Bedeutung ist (vgl. Erikson 1973, S. 102, vgl. Zimmer 2006, S. 56 und S. 66).

Phänomene der unbelebten Natur gehören zur Lebensrealität von Kindern wie von Erwachsenen und üben besonders bei Kindern eine große Faszination aus – vor allem dann, wenn die Kinder selbst dabei aktiv sein dürfen, also ein naturwissenschaftliches Experiment selbstständig durchführen können. Der sich im Grundschulalter „entwickelnde Tätigkeitsdrang“, der Werksinn, kann beim naturwissenschaftlichen Experimentieren berücksichtigt und ausgelebt werden, ja, es kann sogar etwas „produziert“ werden (Risch 2006, S. 200; Erikson 1973, S. 103 und S. 105; vgl. Kapitel 3.2). Damit dabei Kompetenz erlebt und Selbstwirksamkeit erfahren werden kann, muss natürlich vorausgesetzt sein, dass die ausgewählten Experimente zuverlässig gelingen und von jeder Kinderhand gut und eigenständig durchführbar sind (Lück 2009a, S. 149).⁵¹ Schließlich sind eigene „Erfolgserfahrungen [...] die beste Möglichkeit für die Entwicklung einer stabilen und hohen Selbstwirksamkeitserwartung bei Kindern“ (Andresen, Hurrelmann & Fegter 2010, S. 56, vgl. Kapitel 3.2.2).

Wenn es zu einer (positiven) Veränderung des Fähigkeitsselbstkonzeptes kommen soll, dann dürfen solche Erfolgserlebnisse jedoch nicht einmalig sein: „Punktueßer Erfolg wird von leistungsschwachen Schülern eher auf Zufall und nicht auf eigene Fähigkeiten zurückgeführt“ (Möller & Tenberge 1997, S. 150). Die Kinder müssen mehrmals die Erfahrung machen können, dass sie durch ihr eigenes Handeln und Anstrengen ein positives Ergebnis, einen Effekt (beim Experimentieren) herbeiführen können.

Das Erleben der Wiederholbarkeit der Experimente ist daher besonders für Kinder mit einem geringen Fähigkeitsselbstkonzept fundamental: „Durch den immer wiederkehren-

⁵¹ Das „zuverlässige Gelingen der Experimente“ ist bei „Primärbegegnungen mit Naturphänomenen“ wichtig (Lück 2009a, S. 149): Nur so können sich die Kinder mit naturwissenschaftlichen Phänomenen und deren Prinzipien vertraut machen und in ihrem „Selbstvertrauen gestärkt“ werden. Eine Fehlerdiskussion darüber, warum ein Experiment nicht den eigentlichen Ausgang nimmt, es also nicht gelingt, ist noch verfrüht – in weiterführenden Schulen aber sicherlich sinnvoll (Lück 2010b, S. 133).



den Verlauf eines Experimentes [... erfahren sie ...] die Zuverlässigkeit ihrer eigenen Handlungen und werden so während des Experimentierens positiv bestärkt“ (Langermann 2006, S. 264): Die Kinder „wiederholen ein Experiment, beobachten, ob es noch einmal funktioniert, festigen und bestätigen dabei, was sie erlebt und verstanden haben“ (Sörensen 2007, S. 21).

Lück (2003, S. 83) fiel auf, dass gerade Kinder mit Verhaltensauffälligkeiten oder Beeinträchtigungen „die Experimente immer wieder wiederholen“, und zwar „häufiger als andere Kinder“. In einer darauf aufbauenden empirischen Untersuchung von Langermann (2006, S. 247) konnte bestätigt werden, dass Kinder mit geistigen (und teilweise auch motorischen) Beeinträchtigungen das Bedürfnis haben, ein Experiment mehrmals durchzuführen. Die Kinder forderten die Wiederholung des Experimentes gezielt ein ('Nochmal!') und führten das Experiment trotz „größerer [...] motorischer Herausforderung“ erneut durch: „So groß die Anstrengung auch war, die Kinder suchten sie immer wieder, um das Experiment ein weiteres Mal wiederholen zu können“ (ebd.). Und ihre Anstrengung und Ausdauer werden belohnt: Beim Experimentieren können die Kinder die Wirksamkeit ihres eigenen Tuns „unmittelbar erfahren“; die von ihnen bewirkte Veränderung ist sofort sichtbar – und das Naturphänomen begeistert (ebd., S. 204).

Lück (2003, S. 66) vermutet, dass „in den Experimentierangeboten ein strukturelles Material innewohnt, das auf alle Kinder, vor allem aber auch auf behinderte und verhaltensauffällige, eine besondere Anziehungskraft ausübt“. Und zwar ist es „die Naturgesetzlichkeit, die immer wieder garantiert, dass ein Experiment einen ganz bestimmten Verlauf nimmt, beispielsweise die Kerze *immer* erlischt, wenn wir ein Glas über sie stülpen“ (Lück 2009a, S. 83; Hervorhebung im Original). Beim naturwissenschaftlichen Experimentieren erleben die Kinder also, dass das von ihnen herbeigeführte Ergebnis nicht ein Zufälliges ist, sondern dass ihre Handlung stets zum selben Phänomen führt, weil es auf naturwissenschaftlichen Prinzipien beruht, die beständig sind. „Dies gibt den Kindern Halt, eine Zuverlässigkeit in einer Welt, in der sie Zuverlässigkeit bisher [vielleicht] wenig erfahren haben“ (ebd., S. 84):

„Kinder, denen die innere Ordnung aus welchen Grund auch immer – sei es durch familiäre Gegebenheiten, durch Krankheiten oder durch soziale Umstände – verloren gegangen ist, suchen danach, die Ordnung zu kompensieren und finden sie u. a. auch in der Ordnung der Naturgesetzlichkeit“ (ebd.).

Um die Ordnung der Natur, also die naturwissenschaftlichen Grundprinzipien, nicht nur sinnlich zu erfahren, sondern auch durchschauen zu können, ist es wichtig, dass der na-



turwissenschaftliche Hintergrund für Kinder auch verständlich und erschließbar ist. Denn nur „das Experiment und die Deutung des damit verbundenen naturwissenschaftlichen Phänomens“ geben „dem Kind das Gefühl der Beherrschbarkeit der Situation. Es kann [dann] zum Beispiel bestimmen, ob eine Kerze mittels Luftentzug durch ein Glas nun erlöschen soll oder nicht“ (ebd., S. 46).

Die Erfahrung, eine Situation durch eigenes Wissen und Können kontrollieren und somit Einfluss auf die materielle Umwelt nehmen zu können, ist für alle Kinder – besonders aber für Risikokinder – wichtig. Sie führt zum Aufbau eines positiven Selbstkonzeptes und von Selbstwirksamkeitsüberzeugungen – *den* beiden zentralen Resilienzfaktoren (vgl. Zimmer 2006, S. 65; vgl. Kapitel 2.1). Diese personalen Ressourcen stellen eine wichtige Grundlage für die „erfolgreiche Auseinandersetzung mit externen und internen Belastungsfaktoren“ dar (ebd., S. 37). Dementsprechend geht aus der Resilienzforschung auch die Forderung hervor, „allen Kindern und speziell Risikokindern frühzeitig, lang andauernd und intensiv Möglichkeiten anzubieten, dass sie diese wichtigen Basiskompetenzen erwerben können“ (Wustmann 2009, S. 124). Die Förderung von Resilienzfaktoren (positives Selbstkonzept, Selbstwirksamkeitserwartung, Problemlösefähigkeit, ...) kann beim naturwissenschaftlichen Experimentieren auf natürliche Art und Weise erfolgen:

„Es ist eindrucksvoll zu beobachten, wie sehr Kinder sich mit ihren Handlungsergebnissen identifizieren, wie emotional geladen ihre Erzählungen über den Herstellungsprozess sind, wie hoch die subjektive Bedeutsamkeit des eigenen Produktes geschätzt wird, wie stolz sie sind, wenn sie etwas geleistet haben. Es liegt die Vermutung nahe, dass diese Erfahrungen auch einen Einfluss auf ihr Selbstbild und auf ihr Selbstvertrauen haben“ (Möller & Tenberge 1997, S. 149).

Und in der Tat: Eine Untersuchung zur „Persönlichkeitsentwicklung im Sachunterricht“ belegt, dass „handlungsintensive Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht“ zu einem signifikanten Anstieg im „sachunterrichtlichen Fähigkeitsselbstkonzept“ sowie in der „bereichs- und themenbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung“ der Gesamtgruppe führen (ebd., S. 139ff.; vgl. Tenberge 2005, S. 224ff.). „Stolz und Freude über gelungene, wahrnehmbare [Experimentier-]Ergebnisse und über gelöste Probleme“ erzeugen ein „gesteigertes Kompetenzerleben“, dass sich positiv auf das Fähigkeitsselbstkonzept und die Selbstwirksamkeitserwartung der Kinder auswirken (Möller 2005, S. 237).



4. Naturwissenschaftlicher Kompetenzerwerb

4.1. Experimentieren: Vom Be-Greifen zum Begreifen

„Von Lebensbeginn an begreift der Mensch durch Be-Greifen, und selbst der Erwachsene schaltet in dem Moment auf Ausprobieren und praktisches Tun um, wenn er mit dem Verstehen einer Information (z. B. [...] Aufbauanleitungen usw.) nicht zurechtkommt“ (Wiater 2001, S. 12).

Das Kind ist noch „zu klein“, „um wissenschaftliche Begriffe zu erlernen“, es ist aber „sehr wohl in der Lage auch weiterführende Begriffe und Modelle zu erfassen“, wenn man ihm „eine Annäherung über den Versuch“ erlaubt (Charpak 2006, S. 65).⁵² Der „experimentelle Zugang“ zu den Phänomenen der unbelebten Natur stellt somit den idealen „Weg für eine erste Annäherung an die Naturwissenschaften“ dar (Lück 2010b, S. 120): Durch die „sinnlichen Erfahrungen“ beim Experimentieren sind „günstige Voraussetzungen für Verstehensprozesse geschaffen [...] und zwar weitgehend unabhängig von den unterschiedlichen sprachlichen Kompetenzen, die Kinder mitbringen“ (ebd., S. 119). Das eigenständige Handeln beim naturwissenschaftlichen Experimentieren erleichtert somit allen Kindern – v. a. auch leistungsschwachen SchülerInnen – den Zugang zu naturwissenschaftlichen Erkenntnissen (ebd., S. 96). Darüber hinaus bleiben die Erkenntnisse, die „durch intensive Auseinandersetzung mit den Gegenständen gewonnen werden [...] besonders lange im Gedächtnis“ (ebd., S. 8; vgl. Klinger 1991, S. 294). So konnte mehrfach nachgewiesen werden, dass SchülerInnen zu einem besseren Lernerfolg gelangen, wenn das Lernen handlungsorientiert erfolgt und somit sensomotorische Erfahrungen gesammelt werden können (Podlesch 2003, S. 44).

Für den Erkenntnisprozess ist aber nicht nur die im „psychomotorischen Bereich angesiedelte Schüleraktivität“, sondern auch die Selbsttätigkeit im „kognitiven Bereich“ von zentraler Bedeutung, denn: „Naturwissenschaftliche Erkenntnisse, Verständnisse und

⁵² Neue entwicklungspsychologische Untersuchungen belegen, dass bereits Kinder im Alter zwischen 3 und 5 Jahren über die notwendigen Voraussetzungen verfügen, um sich mit naturwissenschaftlichen Phänomenen „forschend und entdeckend auseinanderzusetzen“ (Fthenakis et al. 2007, S. 9f.). Bereits Vorschulkindern sind in der Lage, die Deutung eines naturwissenschaftlichen Experimentes zu verstehen (Lück 2009a, S. 55).



Einsichten in Zusammenhänge erlangt der Mensch nur, wenn er sich geistig aktiv mit entsprechenden Sachverhalten auseinandersetzt“ (Klinger 1991, S. 298).

Es ist daher wichtig, dass Kinder beim naturwissenschaftlichen Experimentieren auch „kognitiv aktiviert“ werden (Kleickmann 2012, S. 7). Das „entdeckende Experiment“ sieht z. B. ein „ständiges Nacheinander und Miteinander von gedanklicher Auseinandersetzung und handelndem Umgang mit den zu untersuchenden Phänomenen dar“ (Aldermann 2006, S. 8). Nach Soostmeyer (2002, S. 30f.) sollen im Unterricht daher immer Schülerexperimente eingesetzt werden, die es den Kindern ermöglichen „ein Phänomen selbst zu entdecken“. Denn auch wenn die Kinder nach einem Demonstrationsexperiment noch die Gelegenheit bekommen, das Experiment im Unterricht selbstständig durchzuführen und somit eigenaktiv zu werden, dann dient das Experimentieren nur mehr dazu, das „nachzumachen“ und zu bestätigen, was die Lehrperson vorgemacht hat (ebd.). Dagegen bietet ein „ergebnisoffenes, phänomenorientiertes Experimentieren“ den SchülerInnen die Gelegenheit, etwas selbst zu untersuchen und herauszufinden. Damit kann den SchülerInnen auch das Wesen bzw. der „Sinn des Experiments“ viel besser verdeutlicht werden (Ferdinand 2007, S. 102). Zwar wird „objektiv gesehen“ auch beim entdeckenden Experimentieren „bereits Bekanntes“ bestätigt. „Subjektiv“ ist dies für die SchülerInnen aber noch „Neuland“. Das Vorgehen der SchülerInnen beim entdeckenden Experimentieren ist somit „mit dem Forschen des Wissenschaftlers vergleichbar, der mit Hilfe von wissenschaftlichen Experimenten „unklare Sachverhalte“ aufklären und somit neue Erkenntnisse gewinnen möchte (Aldermann 2006, S. 1, S. 3 und S. 8).

„Das Kind kann Untersuchungen durchführen, die es zur Erkenntnis führt, und darin ähnelt es einem wahren Forscher. Doch muss es durch die Fragen der Erwachsenen angeleitet und begleitet werden“ (Charpak 2006, S. 627).

„Laborecken“, welche den Kindern ein selbstständiges Handeln und Forschen ermöglichen, sind daher „nur bedingt sinnvoll: Denn in der Regel bleibt während des freien eigenständigen Experimentierens die Auseinandersetzung mit dem Phänomen in der Phase des spielerischen Handelns stecken“ (Sörensen 2007, S. 21). Ein Experimentieren in dem Sinne, dass Kinder eine Fragestellung durch eigenständiges Planen von Versuchen lösen, wäre für experimentierunerfahrene Kinder noch verfrüht (Grygier & Hartinger 2009a, S. 43f.; Grygier & Hartinger 2012, S. 13). Als Vorbereitung für das Experimentieren in diesem Sinne ist daher das Durchführen von Versuchen (auch „Laborieren“ genannt) sinnvoll: Hier erarbeiten sich die Kinder anhand von vorgegebenen Handlungsschritten



systematisch eine Antwort auf eine vorgegebene Frage (Grygier & Hartinger 2009c, S. 47; Grygier & Hartinger 2012, S. 14f.).⁵³ Falls möglich, können im Vorfeld der Versuchsdurchführung von den Kindern auch schon Vermutungen aufgestellt und im Anschluss daran mit dem beobachteten Versuchsergebnis verglichen werden (Grygier & Hartinger 2009b, S. 51).

Beim entdeckenden Experimentieren ist es nicht die Lehrperson, die über richtig und falsch, über wahr und unwahr entscheidet, sondern das Kind selbst, dass sich dem Experiment als Kontrollinstanz bedient: „Im Experiment können Kinder ihre Vermutungen systematisch prüfen und zu neuen Erkenntnissen kommen“ (Fthenakis et al. 2007, S. 21). Wird die Vermutung der Kinder im Experiment bestätigt, dann trägt dies dazu bei, eine „bereits vorhandene kognitive Struktur“ zu verstärken; liefert das Experiment hingegen ein anderes Ergebnis als angenommen, dann wird dies zunächst beim Kind ein „Staunen“ hervorrufen, es zum Nachdenken anregen und schließlich dazu führen, dass es „neue Erkenntnisse“ gewinnt (Schmidt 2008, S. 6f.).

Da sich die Deutung aus dem neu entdeckten Phänomen alleine nicht erschließen lässt, muss diese mit den Kindern gemeinsam erarbeitet werden (Aldermann 2006, S. 34f.). Wichtig ist, dass die Erklärung des Experimentes kindgerecht erfolgen kann, denn nur dann trägt es „bei den Kindern entscheidend zum Aufbau eines Verständnisses für [...] naturwissenschaftliche Phänomene bei (Fthenakis et al. 2007, S. 26). Für Gisela Lück (2010b, S. 31) stellt die naturwissenschaftliche Deutung des Phänomens daher das „wohl schwierigste [und gleichzeitig auch das „wichtigste“] Kriterium bei der Auswahl der [...] Experimente“ dar. So dürfen Experimente, die zwar leicht gelingen und für Kinder auch sehr faszinierend sind, bei der Experimentier-Auswahl nicht aufgegriffen werden, wenn die naturwissenschaftliche Deutung so komplex ist, dass diese den Kindern nicht verständlich näher gebracht werden kann (Lück 2009a, S. 150): Der naturwissenschaftliche Hintergrund der durchgeführten Experimente muss immer sachlich korrekt – „in einfachsten Worten und auf das Notwendigste reduziert“ – dargestellt und somit den Kindern auf verständliche Art und Weise vermittelt werden können (Lück 2010b, S. 31).

⁵³ In der vorliegenden Arbeit wird – so wie dies umgangssprachlich üblich ist – immer der Begriff Experiment verwendet und somit nicht zwischen den Begriffen Versuch und Experiment unterschieden.



4.2. Kompetenzerwerb: Vom Wissen zum Verstehen

„Im Sachunterricht sollen Kinder Naturwissenschaften verstehen lernen. Damit ist mehr gemeint, als sich Wissen über naturwissenschaftliche Phänomene anzueignen [...]. Verstandenes kann auf neue Kontexte angewendet werden“ (Wodzinski 2006, S. 3).

Die Ergebnisse internationaler Vergleichsstudien, die zeigten, dass ein nicht unbeträchtlicher Anteil der SchülerInnen nicht in der Lage ist, das im Unterricht erworbene Wissen anzuwenden, haben in Deutschland zu einer Umgestaltung und Neuorientierung der Lehrpläne geführt: Wurde früher darin festgehalten, welche Themen im Unterricht behandelt und welche Inhalte den SchülerInnen somit vermittelt werden sollen, ist in den neuen Richtlinien und Lehrplänen der Grundschule (in NRW seit dem Jahr 2008) vorgeschrieben, welche „Kompetenzen“ die SchülerInnen bis zum Ende der Schuleingangsphase und bis zum Ende der Klasse 4 erreicht haben sollen (MSW NRW⁵⁴ 2008b, S. 9 und S. 11f.). „Beim Kompetenzbegriff steht die Anwendbarkeit von Kenntnissen und Fertigkeiten deutlich im Vordergrund“ (ebd., S. 9):

„Aufgabe des Sachunterrichts in der Grundschule ist es, die Schülerinnen und Schüler bei der Entwicklung von Kompetenzen zu unterstützen, die sie benötigen, um sich in ihrer Lebenswelt zurechtzufinden, sie zu erschließen, sie zu verstehen und sie verantwortungsbewusst mit zu gestalten“ (MSW NRW 2008a, S. 39).

Um den Kompetenzerwerb der SchülerInnen zu unterstützen, ist es somit erforderlich, dass im Unterricht auch Kontexte angeboten und aufgegriffen werden, in denen die SchülerInnen das erworbene Wissen anwenden können (MSW NRW 2008b, S. 13). Es reicht nicht aus, wenn „im Sachunterricht von einem Fall, einer Beobachtung, einem Experiment auf ein allgemeines Prinzip“ geschlossen wird (Einsiedler 2009, 13). Dann entsteht nur „träges Wissen“ (Möller 2007, S. 9). „Neues, abstrahiertes Wissen in Form von Gesetzmäßigkeiten [...] muss anschließend wieder in konkreten Situationen und Fällen eingesetzt werden“ (Kleickmann 2012, S. 14). Erst dann können die SchülerInnen das „erworbene Wissen als nützlich erfahren“, es für die Erklärung von Alltagsphänomenen heranziehen und schließlich zu einem „vertieften Verständnis unserer Welt“ gelangen (ebd.; Demuth & Rieck 2005, S. 2).

⁵⁴ MSW NRW ist die Abkürzung für: „Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen“



Bei der Auswahl und Zusammenstellung naturwissenschaftlichen Experimente ist es daher wichtig darauf zu achten, dass die Versuche innerhalb eines Themas aufeinander aufbauen (Lück 2009a, S. 152). Dies hat zwei Vorteile: Zum einen bietet es im Sinne einer Wiederholung die Möglichkeit, bereits Gelerntes zu verfestigen⁵⁵, zum anderen erfahren die Kinder aber auch, dass bestimmte Naturgesetzmäßigkeiten übergeordnet sind und somit nicht nur die Erklärung für ein „singuläres Ereignis“ liefern, sondern auch auf andere naturwissenschaftliche Phänomene „übertragbar“ sind (ebd.).

Wenn im Unterricht verschiedene Experimentierstationen angeboten werden, die Inhalte der Experimente aber isoliert voneinander stehen, dann haben die SchülerInnen keine Möglichkeit, „Zusammenhänge [zwischen verschiedenen Experimenten] zu erkennen. Erfahrungen werden nebeneinander aufgereiht, aber nicht verarbeitet“ (Wodzinski 2007, S. 5). Auch wenn es von außen vielleicht noch scheint, dass die Experimente passend zusammengestellt worden sind und somit einem gemeinsamen Oberthema (z. B. Wasser) zugeordnet werden können, so ist es für das Verständnis der SchülerInnen nicht förderlich, wenn daran verschiedenste naturwissenschaftliche Konzepte (z. B. Löslichkeit von Feststoffen, Aggregatzustände, Auftriebskraft, usw.) verdeutlicht werden (Kleickmann 2012, S. 3f.).

Ein Unterricht, der auf Verstehen ausgerichtet ist, sollte „an bereits bestehenden Erfahrungen und Kenntnissen [der SchülerInnen] anknüpfen“ und Situationen schaffen, in denen „Unbekanntes durch Verknüpfung mit Bekanntem“ erschlossen werden kann (Wodzinski 2006, S. 6). Für ein Verstehen ist Wissen also notwendige Voraussetzung (Gais & Möller 2006, S. 211). „Wer [aber] nur träges Wissen anhäuft, ohne dies zu vernetzen und zu benutzen, ist noch lange nicht kompetent“ (Paradies, Wester & Greving 2010, S. 15).

⁵⁵ Gerade für leistungsschwache SchülerInnen ist es wichtig, „dass regelmäßig geübt und wiederholt wird“ (Lienhard-Tuggener, Joller-Graf & Mettauer Szaday 2011, S. 76). Zudem zeigen Untersuchungen, dass Experimente, die einen „thematischen Bezug zu anderen Experimenten“ aufweisen, nicht so schnell vergessen werden wie „thematisch isolierte Versuche“ (Lück 2000, S. 163).



4.3. Kompetenzorientierte, differenzierte Lernaufgaben

„Die Bewältigung von unterschiedlichen Lernaufgaben steht im Mittelpunkt eines kompetenzorientierten Unterrichts“ (MSW NRW 2008b, S. 13).

Kompetenz ist die „Fähigkeit, spezifische Situationen und Anforderungen zu bewältigen“ (Hartig & Klieme 2006, S. 31). Im Unterschied zur Intelligenz⁵⁶, die relativ stabil ist, ist Kompetenz „erlernbar“ (ebd., S. 128). Damit es aber zum Kompetenzaufbau kommen kann, sind „Erfahrungen mit den spezifischen Anforderungen und Situationen“ notwendig (ebd., S. 131). Wenn ein Kind nie die Möglichkeit bekommen hat, solche Erfahrungen zu sammeln, dann kann „die entsprechende Kompetenz vollkommen fehlen“ (ebd., S. 130).

Wie hoch eine Kompetenz ausgeprägt ist, lässt sich daran erkennen, wie anspruchsvoll die Situationen (Inhalte) und Anforderungen sind, die noch bewältigt werden können. Zur Erfassung der naturwissenschaftlichen Kompetenzen von GrundschülerInnen werden in TIMSS drei Inhaltsbereiche (Biologie, Physik/Chemie und Geographie) und drei kognitive Anforderungsbereiche unterschieden. „Die kognitiven Anforderungsbereiche beziehen sich auf grundlegende Denkprozesse, die erforderlich sind, um in einem naturwissenschaftlichen Inhaltsbereich kompetent zu agieren“ (Kleickmann et al. 2012, S. 128; vgl. Kapitel 2):

„Beim Reproduzieren geht es im Kern darum, Fakten zu naturwissenschaftlichen Sachverhalten abzurufen, Sachverhalte zu beschreiben und angemessene Beispiele zu finden. Beim Anwenden liegt der Schwerpunkt hingegen darauf, erlernte naturwissenschaftliche Konzepte auf bekannte Situationen zu übertragen und Zusammenhänge herzustellen, um Lösungen zu finden und Erklärungen zu generieren. Beim Problemlösen kommt es darauf an, auch unbekannte naturwissenschaftliche Probleme zu analysieren“ (ebd., S. 130).

Auch in den Lehrplänen der Grundschule werden diese drei Anforderungsbereiche (AB) angeführt: „Reproduzieren“ (AB I), „Zusammenhänge herstellen“ (AB II), „Verallgemeinern und Reflektieren“ (AB III) (MSW NRW 2008b, S. 16).

Vom Reproduzieren über das Anwenden hin zum Problemlösen steigt der Schwierigkeitsgrad der kognitiven Anforderungsbereiche an (siehe Abb. 23):

⁵⁶ Intelligenz ist eine „generalisierbare Leistungsdisposition“, also die Fähigkeit, ohne spezifisches Vorwissen Probleme lösen zu können“ (Hartig & Klieme 2006, S. 128).

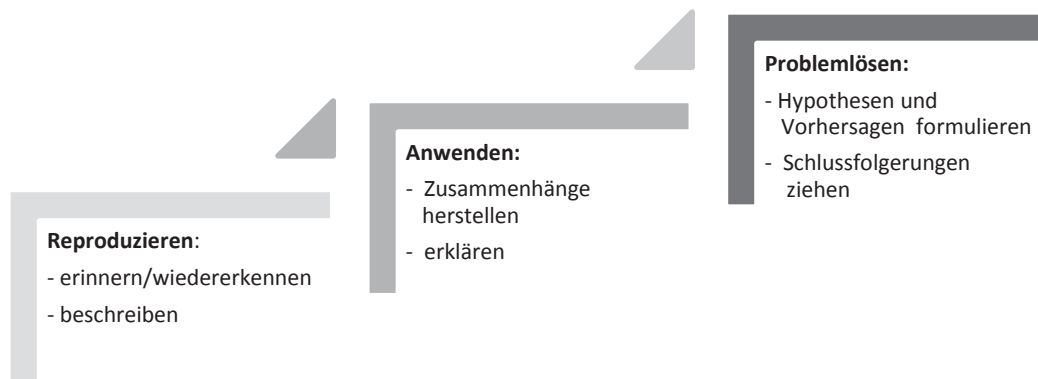


Abb. 23: Kognitive Aktivitäten der einzelnen Anforderungsbereiche (eigene, vereinfachte Darstellung nach TIMSS 2011, vgl. Kleickmann et al. 2012, S. 130).

Wenn zum selben Lerngegenstand „Aufgabenstellungen mit unterschiedlichen Schwierigkeiten“ angeboten werden, dann kann eine „natürliche Differenzierung“ im Unterricht erfolgen (Lienhard-Tuggener, Joller-Graf & Mettauert Szaday 2011, S. 69): Je nach Aufgabenstellung werden unterschiedliche Kompetenzniveaus angesprochen, so dass sich alle SchülerInnen – je nach Lernausgangslage – von bestimmten Aufgaben herausgefordert fühlen (ebd., S. 69f.; vgl. Scherer & Opitz 2010, S. 59). Aufgaben mit unterschiedlichen Anforderungsniveaus sind damit ein zentrales Kennzeichen von guten Lernaufgaben, die in einem kompetenzorientierten Unterricht zum Einsatz kommen sollten:

„Gute Lernaufgaben

- sind herausfordernd auf unterschiedlichem Anforderungsniveau
 - fordern und fördern inhalts- und prozessbezogene sowie übergreifende Kompetenzen
 - knüpfen an Vorwissen an und bauen das zu erwerbende Wissen kumulativ (vernetzt) auf
 - sind in sinnstiftende Kontexte eingebunden
 - [...]
 - stärken das Könnensbewusstsein durch erfolgreiches Bearbeiten“
- (MSW NRW 2008b, S. 13f.).

Stellt sich nur die Frage, inwieweit eine differenzierte Aufgabengestaltung – entsprechend der kognitiven Anforderungsbereiche – im Unterrichtsalltag bereits berücksichtigt



wird. Geht man davon aus, dass in Klassentests das abgefragt wird, was im Unterricht gelernt wurde, dann kann eine umfangreiche Aufgabenanalyse von Andrea Lengsfeld (2010, S. 21) Hinweise darauf geben (siehe Abb. 24). Sie untersuchte, an welchen kognitiven Anforderungsbereichen sich die naturwissenschaftsbezogenen Testaufgaben orientieren, die von den Lehrpersonen im Sachunterricht (der dritten oder vierten Jahrgangsstufe) im Rahmen von Klassentests gestellt wurden. Von den „1717 Aufgaben“, die im Schuljahr 2006/2007 in insgesamt 171 Klassenarbeiten eingesetzt wurden, fragten 79 % naturwissenschaftliches Faktenwissen ab. Viel seltener wurden Aufgaben gestellt, bei denen die SchülerInnen etwas erklären und somit naturwissenschaftliche Zusammenhänge herstellen sollten (19 %). Nur bei 2 % der Aufgaben mussten die SchülerInnen „naturwissenschaftliche Begriffe und Prinzipien [...] in problemhaltigen Situationen anwenden“ (ebd.).

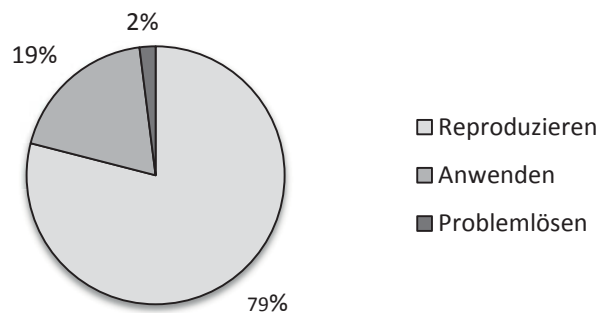


Abb. 24: Anforderungsbereiche naturwissenschaftlicher Testaufgaben (n = 1717): Die Aufgaben entstammen Klassenarbeiten, die im Schuljahr 2006/2007 von Grundschullehrpersonen in Baden-Württemberg im Unterricht gestellt wurden (eigene Darstellung nach Daten von Lengsfeld 2010, S. 21f.)

Wenn der Erwerb eines naturwissenschaftlichen Verständnisses (und nicht nur von Wissen) als zentrales Ziel im Sachunterricht angestrebt wird, dann muss der kognitive Anforderungsbereich des „Anwendens“ im Unterrichtsalltag auch genügend Berücksichtigung finden. Die oben dargestellten Ergebnisse zeigen hier jedoch noch einen Handlungsbedarf auf. Im Rahmen der empirischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit wurde daher der Versuch unternommen, ein differenziertes Experimentierangebot zu entwickeln, das alle kognitiven Anforderungsbereiche gleichermaßen abdeckt.



5. Empirische Untersuchung I

Das naturwissenschaftliche Experiment – ein Diagnoseinstrument?

5.1. Untersuchungsgegenstand

Untersuchungen des Arbeitskreises „Didaktik der Chemie“ der Universität Bielefeld (Lück 2000, S. 219; Risch 2006, S. 189) konnten aufzeigen, dass sich Kinder im Vor- und Grundschulalter gut an die durchgeführten Experimente und deren Deutung „erinnern“ können: Das naturwissenschaftliche Experimentieren hinterlässt bei Kindern einen „Eindruck“, der auch über mehrere Monate anhält. Der Begriff „verstehen“ wurde in der Untersuchung von Lück (2000, S. 5) noch bewusst ausgeklammert, denn damals musste erst einmal ergründet werden, ob eine naturwissenschaftliche Heranführung bei Kindern überhaupt einen kognitiven Lernerfolg bewirken kann (ebd., S. 140). Die Ergebnisse machten deutlich, dass der Großteil der Kinder dazu in der Lage ist, die Deutung von naturwissenschaftlichen Phänomenen auch mehrere Monate nach der Versuchsdurchführung – mit mehr oder weniger Hilfestellung – wiederzugeben, wenn diese mit den Kindern besprochen wurde.

Um herauszufinden, ob alle Kinder – so auch leistungsschwache SchülerInnen – durch das naturwissenschaftliche Experimentieren zu einem naturwissenschaftlichen „Verständnis“ (anwendungsfähiges Wissen) gelangen können, ist es zunächst notwendig, ein Analyseinstrument zu entwickeln, das unterschiedliche naturwissenschaftliche Kompetenzniveaus abbilden kann. Es wird von folgender Leithypothese ausgegangen:

Differenzierte Experimentiereinheiten stellen ein geeignetes Diagnoseinstrument dar, um unterschiedliche naturwissenschaftliche Kompetenzniveaus und eventuelle Kompetenzentwicklungen bei Kindern einer heterogenen Lerngruppe zu erfassen.

Die umgesetzte empirische Untersuchung hat einen explorativen Charakter und ist im Bereich der qualitativen Sozialforschung zu verorten. Die Erkenntnisse dieser Studie bilden die Grundlage für die zweite empirische Untersuchung, bei der es um die binnendifferenzierte Förderung im Sachunterricht geht (siehe Kapitel 6).



Fallauswahl:

Bei der Auswahl der UntersuchungsteilnehmerInnen spielt bei qualitativen Untersuchungen das Kriterium der „Repräsentativität im statistischen Sinne“ „keine Rolle“. „An seine Stelle tritt die Forderung der inhaltlichen Repräsentation, die über eine angemessene Zusammenstellung“ der UntersuchungsteilnehmerInnen erreicht wird (Lamnek 2005, S. 192). Für die empirischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit ist eine „heterogene Auswahl“ erforderlich, denn nur so kann die Heterogenität der SchülerInnen im Bereich der naturwissenschaftlichen Kompetenz abgebildet werden (ebd.): Neben dem „Kern des Feldes“ müssen somit auch „abweichende Vertreter“ in die Fallauswahl mit aufgenommen werden (ebd., S. 193). Diese Begriffe beziehen sich in der vorliegenden Arbeit auf die schulische Leistungsfähigkeit, aber auch auf die soziale Herkunft der SchülerInnen – schließlich übt diese wiederum einen entscheidenden Einfluss auf die schulische Leistungsfähigkeit der Kinder aus.

Eine Karte des Bielefelder Lernreports (siehe Abb. 25) zeigt, wie hoch die bildungsrelevante soziale Belastung (erfasst anhand der Armutsbedrohung von Familienhaushalten) in den Einzugsbereichen der Bielefelder Grundschulen ausgeprägt ist (Stadt Bielefeld 2012, S. 32). 30 % der GrundschülerInnen leben demnach in einem Stadtteil, der eine „hohe bildungsrelevante soziale Belastung“ aufweist. Diese SchülerInnen haben damit auch schlechtere Bildungschancen (ebd., S. 12): „In den wohnortnahen Schuleinzugsbereichen, die eine hohe Konzentration sozialer Belastung aufweisen, fallen die Übergangsempfehlungen zu den Gymnasien tendenziell niedriger aus als in Grundschulbezirken mit geringer Belastung“ (ebd., S. 56).

Um sowohl das eine Extrem (hohe soziale Belastung) als auch das andere Extrem (niedrige soziale Belastung) zu vermeiden, kamen für die empirischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit nur solche Grundschulen als Untersuchungsschule in Frage, die in einem Schuleinzugsbereich mit einer mittleren bildungsrelevanten sozialen Belastung liegen. Hier konnte davon ausgegangen werden, dass sowohl Kinder aus bildungsfernen als auch aus sozial privilegierten Elternhäusern gemeinsam in einer Klasse unterrichtet werden. Die Heterogenität der Schülerschaft müsste in solchen Grundschulklassen somit höher sein.

Wie bei Risch (2006) sollte die Untersuchung im Anfangsunterricht (1. bzw. 2. Klasse) der Grundschule durchgeführt werden: Eine frühzeitige naturwissenschaftliche Förderung kann präventiv wirken und ist zudem effektiver, was den Bildungsertrag anbelangt (siehe Kapitel 2.4). Als Zielgruppe wurden SchülerInnen der zweiten Grundschulklasse ausgewählt, da diese dann auch über ausreichende Lese- und Schreibfertigkeiten verfügen.



Abb. 25: Bielefelder Grundschulbezirke: Bildungsrelevante soziale Belastung nach wohnortnahen Schulein-zugsbereichen (2010) (Stadt Bielefeld 2012, S. 33).



5.2. Beschreibung der entwickelten Experimentiereinheiten

Ausgehend von den im Kapitel 4 dargelegten theoretischen Grundlagen wurden im Rahmen dieser Untersuchung 10 Experimentiereinheiten zu Themen der unbelebten Natur (v. a. Chemie) entwickelt. Ziel dieser Untersuchung war es nicht, *neue* Experimente zu entwickeln und zu evaluieren, sondern es ging darum, naturwissenschaftliche Experimente so zusammenzustellen, dass sie SchülerInnen der zweiten Grundschulklasse darin unterstützen, ein naturwissenschaftliches Verständnis und somit ein anwendungsfähiges Wissen aufzubauen.

Bei der Auswahl der Experimente wurde auf ein Repertoire an kindgerechten Experimenten des Arbeitskreises „Didaktik der Chemie“ der Universität Bielefeld zurückgegriffen (Lück 2000, S. 233ff.; Risch 2005, S. 67ff., Lück 2009b; Lück 2010a). Die Experimente sind schon mehrfach empirisch erprobt und aufgrund folgender Kriterien für den Einsatz im Anfangsunterricht der Grundschule als geeignet empfunden worden:⁵⁷

- ungefährliche Versuchsdurchführung
- preiswerte und leicht erhältliche (Alltags-)Materialien
- von den Kindern selbstständig durchführbare Experimente
- zuverlässiges Gelingen der Experimente
- einfach vermittelbare naturwissenschaftliche Deutung
- mit Alltagsbezug
- relativ kurze Versuchsdauer (max. 20 – 30 Minuten)

(Lück 2000, S. 129)

Es konnte also davon ausgegangen werden, dass die Experimente den Lernvoraussetzungen der Kinder entsprechen. Die Herausforderung bestand nun zum einen darin, mehrere Experimentiereinheiten so zusammenzustellen, dass die Deutung der Experimente einer Einheit jeweils auf ein und demselben naturwissenschaftlichen Prinzip beruht (z. B. „Gleiches löst sich in Gleichem“). Zum anderen mussten zu jeder Experimentiereinheit differenzierte, kompetenzorientierte Aufgabenstellungen entwickelt werden, d. h. alle drei kognitiven Anforderungsbereiche (Reproduzieren, Anwenden, Problemlösen, vgl. Kapitel 4.3) sollten im Rahmen einer jeden Experimentiereinheit berücksichtigt werden.

⁵⁷ Die inhaltlichen Vorgaben für den Bereich „Natur und Leben“ sind im Sachunterrichtslehrplan sehr allgemein gehalten, z. B. Experimente zum Thema „Wasser und Luft“ (MSW NRW 2008a, S. 43).



Konkret wurde dies wie folgt umgesetzt: Jede Experimentiereinheit besteht aus drei Experimenten zu einem naturwissenschaftlichen Phänomen und stellt bei jedem Experiment eine neue, zusätzliche Aufgabenanforderung (Reproduzieren, Anwenden, Problemlösen) an die Kinder: Beim ersten Experiment sollen die Kinder die Beobachtung wiedergeben (Anforderungsbereich I: Reproduzieren). Beim zweiten Experiment sollen die SchülerInnen (neben der Wiedergabe der Beobachtung) bereits versuchen, den naturwissenschaftlichen Hintergrund des Experimentes selbst zu erklären (Anforderungsbereich II: Anwenden). Beim dritten Experiment geht es darum, bereits im Vorfeld der Durchführung Hypothesen über den Versuchsausgang aufzustellen bzw. Schlussfolgerungen zu ziehen (Anforderungsbereich III: Problemlösen). Die Wiedergabe der Beobachtung und die Deutung bleiben auch beim dritten Experiment nicht aus.

Zudem wurde darauf geachtet, dass nicht nur innerhalb der Experimentiereinheit immer wiederkehrende naturwissenschaftliche Prinzipien vorkommen, sondern auch, dass zwischen den Experimentiereinheiten – wenn möglich – ein systematischer Aufbau erfolgt und somit ein Anknüpfen an die vorherigen Inhalte möglich ist. So wurden grob zwei Themenblöcke gebildet (siehe Abb. 26):

- Im ersten Themenblock geht es um folgende naturwissenschaftlichen Inhalte bzw. Zusammenhänge: Eine Kerze benötigt zum Brennen Sauerstoff (Luft). Wenn ein Carbonat (Backpulver, Kalk, Natron) mit einer Säure (Essig, Zitronensaft) reagiert, dann entsteht das Gas CO_2 . Der Rotkohlsaft ist ein Indikator für Säuren und Basen („Seifen“).
- Beim zweiten Themenblock steht das Prinzip „Gleiches löst sich in Gleichem“ im Mittelpunkt. Neben der unterschiedlichen Struktur von Wasser („kugelig“) und Öl („länglich“) und der daraus folgenden Konsequenz (Nichtmischbarkeit) wird auch der Aspekt der Dichte thematisiert.

1. Einheit: Kerze löschen	6. Einheit: Filzstiftfarben
2. Einheit: Backpulver und Essig	7. Einheit: Öl, Wasser, Tinte
3. Einheit: Kalk und Säure	8. Einheit: Seife und Creme
4. Einheit: Sprudelwasser	9. Einheit: Süß-, Duft- und Farbstoffe
5. Einheit: Rotkohlsaft	10. Einheit: Wasser und Salzwasser

Abb. 26: Übersicht über die Inhalte der 10 Experimentiereinheiten

In folgender Tabelle sind die einzelnen Experimente und Aufgabenanforderungen einer jeden Einheit wiedergegeben. Für die Versuchsanleitung und kindgerechte Deutung sei auf die Bücher von Lück (2009a, 2009b, 2010a, 2010b) und Risch (2006) verwiesen.



	AB I: Das Kind kann die Beobachtung wiedergeben, ...	AB II: Das Kind kann erklären, ...	AB III: Das Kind kann vorher-sagen bzw. schlussfolgern, ...
Experimentier-einheit 1: Kerze löschen	... dass eine brennende Kerze unter einem Glas allmählich erlischt.	... warum eine brennende Kerze unter einem großen Glas länger brennt als unter einem kleinen Glas. ... warum zwei brennende Kerzen unter einem Glas schneller erlöschen als eine Kerze unter einem gleich großen Glas.	... dass unter einem doppelt so großen Glas zwei brennende Kerzen stehen müssen, damit diese (ungefähr) zur selben Zeit ausgehen wie eine brennende Kerze unter einem kleinen Glas.
Experimentier-einheit 2: Backpulver und Essig	... dass wenn Backpulver und Essig in einer Flasche, die mit einem Luftballon verschlossen wird, zusammengegeben werden, es anfängt zu sprudeln und der Luftballon sich allmählich aufbläst.	... dass aus Backpulver und Essig das Gas CO ₂ entsteht und dieses eine brennende Kerze zum Erlöschen bringt, weil sie keinen Sauerstoff mehr bekommt.	... dass bei einer „Kerzentreppe“ die oberste Kerze am längsten brennen wird, wenn Backpulver und Essig in eine Schüssel zusammen gegeben werden, in der die Kerzentreppe steht. ... dass eine brennende Kerze, die auf einem flachen Teller steht, nicht erlischt, wenn Backpulver und Essig auf dem Teller zusammengegeben werden, weil das Gas nicht hochsteigen kann.
Experimentier-einheit 3: Kalk und Säure	... dass wenn Essig auf eine Kalkkreide gegeben wird, diese allmählich zerfällt und Bläschen in der Flüssigkeit aufsteigen.	... warum auf einer Eierschale Bläschen entstehen, wenn Essig darauf gegeben wird.	... dass sich auf einer Eierschale, die mit (fluoridhaltiger) Zahncreme eingeschmiert wurde im Unterschied zur unbehandelten Eierschale keine Gasbläschen bilden, wenn das Ei in ein mit Essig gefülltes Glas gegeben wird.
Experimentier-einheit 4: Sprudelwasser	... dass es nur dann sprudelt, wenn Natron und Zitronensäure <i>zusammen</i> im Wasser gelöst werden.	... warum ein verdünnter Zitronensaft zu Sprudeln beginnt, wenn Natron dazugegeben wird.	... dass ein „unbekanntes“ Pulver (Natron, Gips oder Puderzucker) mit Hilfe von Essig identifiziert werden kann, indem verglichen wird, wie sich die einzelnen Pulver mit Essig verhalten.



Experimentier- einheit 5: Rotkohlsaft	... dass Rotkohlsaft seine Farbe verändert, wenn Natron oder Zitronensäure dazugegeben wird.	... warum sich Rotkohlsaft rötlich bzw. blau-grün verfärbt, wenn bestimmte Substanzen (Säuren bzw. Basen) dazugegeben werden.	... dass zu einem rötlich bzw. blau-grün gefärbten Rotkohlsaft etwas Seifiges bzw. Saures dazugegeben werden muss, damit sich dieser wieder violett färbt.
Experimentier- einheit 6: Filzstiftfarben	... dass der violette Filzstiftkreis sich auf dem Filterpapier ausdehnt, wenn er nass wird und sich dabei in die Farben rot und blau auftrennt.	... dass sich Mischfarben mit Hilfe des Chromatographie-Verfahrens in die einzelnen Grundfarben auftrennen.	... dass mit Hilfe des Chromatographie-Verfahrens und dem Vergleichen der Chromatogramme herausgefunden werden kann, mit welchem schwarzen Filzstift (zwei schwarze Filzstifte stehen zur Auswahl) eine Zahl auf ein Filterpapier geschrieben wurde.
Experimentier- einheit 7: Öl, Wasser, Tinte	... dass Öl und Wasser sich nicht vermischen: Das Öl schwimmt auf dem Wasser.	... warum sich Tinte mit Wasser aber nicht mit Öl vermischen kann.	... dass sich Paprikaöl nur mit dem Öl und nicht mit dem Wasser oder der Tinte vermischen wird.
Experimentier- einheit 8: Seife und Creme	... dass Öl und Wasser sich vermischen, wenn Spülmittel dazugegeben wird.	... warum sich Öl und Wasser vermischen, wenn ein Vermittler (Emulgator) dazugegeben wird.	... dass man Seife (bzw. Spülmittel) benötigt, um einen Ölfleck aus einem Tuch herauszuwaschen zu können.
Experimentier- einheit 9: Süß-, Duft- und Farbstoffe	... dass sich Zucker im Wasser, nicht aber im Öl löst.	... warum sich die Farbstoffe der Paprika bzw. des Rotkohls nur im Öl bzw. im Wasser lösen.	... dass man Wasser und nicht Öl als Lösungsmittel verwenden muss, um den Duft der Lavendelblüten einzufangen, da die Duft- und Farbstoffe der Lavendelblüten eine wasserähnliche Struktur aufweisen.
Experimentier- einheit 10: Wasser und Salzwasser	... dass ein mit Salzwasser gefüllter Becher schwerer ist als ein mit Leitungswasser gefüllter Becher (bei gleichem Volumen).	... warum ein mit Luft gefülltes Schnappdeckelglas im Wasser schwimmt, ein mit Badesalz gefülltes Schnappdeckelglas im Wasser sinkt.	... dass eine Kartoffel, die im gesalzenen Wasser schwimmt, wieder zum Sinken gebracht werden kann, wenn das Salzwasser verdünnt wird.



5.3. Untersuchungsdesign: Einzelfallstudien

Im Rahmen dieser empirischen Untersuchung sollen die entwickelten Experimentiereinheiten mit einzelnen Kindern erprobt werden. Ziel ist es, herauszufinden, ob die Aufgabenstellungen differenziert genug gestaltet sind, um die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Kinder diagnostizieren und eventuelle Kompetenzentwicklungen im Verlauf der Experimentiereinheiten erfassen zu können.

Da „Aussagen über einzelne Individuen“ und nicht über Personenaggregate gemacht werden sollen, sind Einzelfallstudien das Untersuchungsdesign der Wahl (Petermann 1989, S. 19).⁵⁸ Charakteristisch für Einzelfallstudien ist es, dass ein Individuum („allgemeiner: eine Untersuchungseinheit“⁵⁹) „zu verschiedenen Zeitpunkten (in verschiedenen Situationen)“ untersucht wird und die erhobenen „Daten in einen inneren (intraindividuellen) Zusammenhang gebracht werden“ (Köhler 2008, S. 9). Werden die Daten von verschiedenen Erhebungszeitpunkten bzw. -situationen verglichen und interpretiert, dann kann der „Proband selbst zur Kontrollgruppe“⁶⁰ werden (Petermann 1989, S. 1). Flick (2004, S. 13) spricht in diesem Zusammenhang von Datentriangulation, einem „Gütekriterium“ der qualitativen Sozialforschung (Mayring 2002, S. 144ff.).

In der qualitativen Forschung werden Einzelfallstudien als Untersuchungsdesign eingefordert, weil damit der Anspruch „gründlicher, profunder [sowie] ganzheitlicher Erhebung und Analyse“ erfüllt werden kann (Lamnek 2005, S. 313): „Je weniger Versuchspersonen analysiert werden, desto eher kann man auf die Besonderheiten des Falles eingehen, desto genauer kann die Analyse sein“ (Mayring 2002, S. 42). Der Nachteil ist allerdings, dass die Ergebnisse einer Einzelfallanalyse nicht generalisierbar sind (Trittel 2010, S. 285). Dennoch liegt in Einzelfallstudien ein allgemeiner Erkenntnisgewinn: „Aus ihnen ist [...] ableitbar, dass bestimmte Phänomene oder Entwicklungen überhaupt möglich sind“ (Legewie 2005, S. 8). Einzelfallanalysen kommen deshalb vor allem bei „explorativen Studien“ zum Einsatz, denen dann Untersuchungen mit größeren Fallzahlen folgen können (Trittel 2010, S. 281).

⁵⁸ In der vorliegenden Studie sollen keine „Aussagen über ein Aggregat, d. h. eine Menge von Untersuchungsobjekten in ihrer Gesamtheit“ getroffen werden (Köhler 2008, S. 10). Dann würden die individuellen Daten einer Person durch die Mittelung der Daten verschiedener Individuen untergehen und nur mehr Aussagen über „fiktive statistische Durchschnittspersonen“ möglich sein (Petermann 1989, S. 22).

⁵⁹ Die Untersuchungseinheit muss nicht unbedingt eine einzelne Person sein: Auch eine ganze Gruppe oder eine Organisation könnte als Einzelfall betrachtet werden (Mayring 2002, S. 41).

⁶⁰ Der Begriff Kontrollgruppe wird normalerweise in der quantitativen Forschung verwendet und bezeichnet eine Gruppe, die im Unterschied zur Versuchsgruppe keiner Intervention unterzogen wird. Durch den Vergleich der gemittelten Ergebnisse von Versuchs- und Kontrollgruppe soll der Effekt der Intervention abgeschätzt werden (Köhler 2008, S. 23f.; Leutner 2010, S. 70).

In der vorliegenden empirischen Untersuchung wurden insgesamt 8 Einzelfallstudien umgesetzt (siehe Abb. 28). Die wiederholte Durchführung derselben 10 Experimentiereinheiten mit verschiedenen Kindern sollte zum einen die Möglichkeit eröffnen, Ergebnisse zu replizieren⁶¹, zum anderen aber auch das Kompetenz- bzw. Handlungsspektrum der Kinder beim Experimentieren in einer größeren Bandbreite erfassen⁶². Daher wurde bewusst eine heterogene Fallauswahl getroffen, d. h. es wurden SchülerInnen der zweiten Klasse (4 Mädchen, 4 Jungen) mit unterschiedlichen Fähigkeiten in die Studie einbezogen. Um Informationen über die schulische Leistungsfähigkeit der untersuchten Kinder zu gewinnen, wurde ihre Lehrperson befragt.

Da eine Experimentierreihe aus 10 Experimentiereinheiten besteht, gab es bei jedem Kind 10 Erhebungszeitpunkte. In jeder Experimentiereinheit wurden 3 naturwissenschaftliche Experimente zum selben inhaltlichen Phänomenkreis durchgeführt, wobei aber nach jedem abgeschlossenen Experiment die kognitiven Anforderungen eine Stufe nach oben gesetzt wurden (siehe Abb. 27): Bearbeitet werden sollte ...

- ... beim 1. Experiment eine Reproduktionsaufgabe,
- ... beim 2. Experiment eine Reproduktions- und Anwendungsaufgabe,
- ... beim 3. Experiment eine Reproduktions-, Anwendungs- und Problemlöseaufgabe.

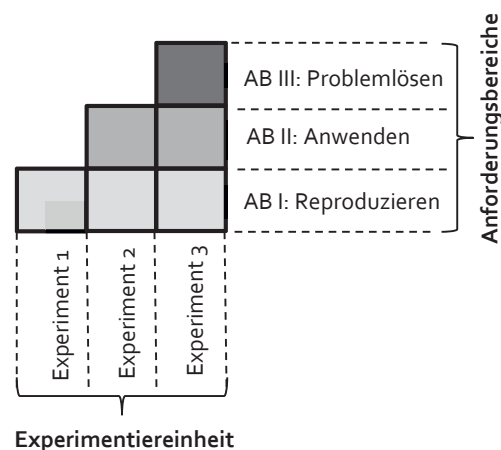


Abb. 27: Übersicht über die Aufgabenanforderungen der drei Experimente einer Einheit

Mit Hilfe dieses differenzierten Experimentierangebotes sollte zum einen festgestellt werden, inwieweit ein Kind die Anforderungen selbstständig lösen kann (Kompetenzerfassung) und zum anderen, ob sich bei einem Kind innerhalb einer Experimentiereinheit die Fähigkeit der Aufgabenbewältigung verbessert (Kompetenzentwicklung).

⁶¹ Replikationsstudien bieten zwei Vorteile: die „Bestimmung der Zuverlässigkeit des Einzelfalls“ sowie die „Abschätzung der Generalisierbarkeit“ (Petermann 1989, S. 41).

⁶² Die komplette Bandbreite ist mit einer Fallzahl von 8 Kindern sicherlich noch nicht abgedeckt.



In folgender Grafik (Abb. 28) ist das Untersuchungsdesign und somit die 80 Erhebungszeitpunkte dargestellt:

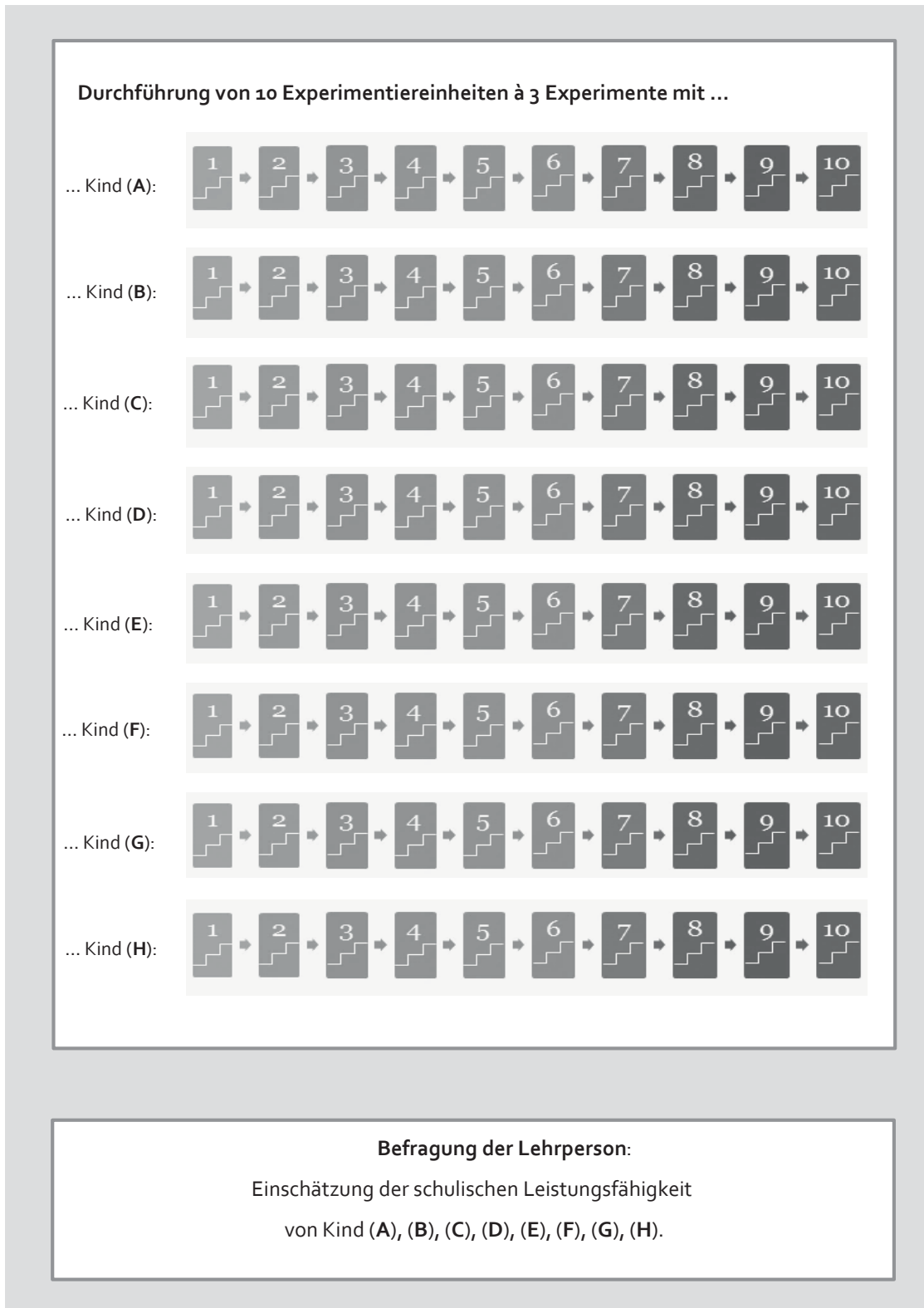


Abb. 28: Übersicht über das Untersuchungsdesign (8 Einzelfallstudien)



5.4. Methoden der Datenerhebung

„Die Methoden der Fallstudie ergeben sich aus den methodologischen Prinzipien der qualitativen Sozialforschung und sind daher kommunikativ, naturalistisch, authentisch und offen“ (Lamnek 2005, S. 311). Der Einsatz kontrollierter, standardisierter Methoden, wie er in der quantitativen Forschung erfolgt, „verbietet“ sich daher (ebd., S. 301). In der qualitativen Forschung steht die „Kommunikativität“⁶³ und „Natürlichkeit der Erhebungssituation“ und damit die „Authentizität des erhobenen Materials“ im Vordergrund (ebd.). Die Untersuchung wird deshalb im natürlichen Lebensumfeld der Kinder (in der Schule) und nicht unter Laborbedingungen durchgeführt. Während des Forschungsprozesses werden die „alltäglichen Regeln der Kommunikation“ beachtet und die Wortwahl an die Zielgruppe angepasst (ebd., S. 26). Durch den Einsatz standardisierter Methoden würde die Offenheit des Forschers gegenüber seinen Untersuchungsgegenstand eingeschränkt werden (Mayring 2002, S. 145). Offenheit ist aber erforderlich, um ein möglichst ganzheitliches Bild zu gewinnen (Lamnek 2005, S. 299) – ansonsten würde schon im Vorfeld eine „informationsreduzierende Selektion“ vorgenommen werden (ebd., S. 21).

Um den Anspruch einer ganzheitlichen Analyse gerecht zu werden, so wie dies für qualitative Fallstudien eingefordert wird, sind die Einzelfallstudien der vorliegenden Untersuchung „multimethodisch“ angelegt (ebd., S. 299). Es werden also verschiedener Erhebungsmethoden eingesetzt, um der Analyse mehr „Breite und Tiefe“ zu verleihen (ebd., S. 159). Denn mit einem Erhebungsinstrument lassen sich niemals alle Facetten erfassen (Buholzer 2006, S. 71): Jede Methode hat bestimmte Stärken und Schwächen und ermöglicht somit immer nur einen bestimmten Blick auf einen Untersuchungsgegenstand (Mayring 2002, S. 147f.). Informationen, die sich mit einer Methode nicht erfassen lassen, können durch den Einsatz anderer Methoden erschlossen werden, sodass die Schwächen der einen Methode durch die Stärken der anderen Methode ausgeglichen werden können (Lamnek 2005, S. 317 und S. 158). Wird „ein Forschungsgegenstand von (mindestens) zwei Punkten [bzw. Perspektiven] aus betrachtet wird“, so spricht man von Methodentriangulation (Flick 2004, S. 11). Es stellt ein zentrales Gütekriterium der qualitativen Sozialforschung dar (Mayring 2002, S. 147).

In der vorliegenden Studie wurden drei methodische Zugänge kombiniert (siehe Abb. 29): die teilnehmende Beobachtung, das diagnostische Gespräch und die Befragung der Lehrperson.

⁶³ Während aus qualitativer Sicht die „Forschung als Kommunikation“ zwischen Forscher und Beforschten als positiv angesehen wird, wird dies in der quantitativen Forschung als mögliche „Störgröße“ angesehen und durch „Standardisierung beseitigt“ (Lamnek 2005, S. 22).



Zwei der drei Erhebungsmethoden kamen parallel zum Einsatz: So erfolgte die teilnehmende Beobachtung und das diagnostische Gespräch jeweils während der Durchführung der Experimentiereinheiten. Sie dienten beide der Erfassung der naturwissenschaftlichen Kompetenzen der einzelnen SchülerInnen.

Das Gespräch mit der Lehrperson fand nach Abschluss der gesamten Experimentiereinheiten statt. Hier sollten Informationen über die allgemeine, kognitive Leistungsfähigkeit der SchülerInnen eingeholt werden, um Hinweise zu bekommen, ob bzw. inwieweit sich die differenzierten Experimentiereinheiten als valides Diagnoseinstrument eignen (vgl. Lamnek 2005, S. 161).

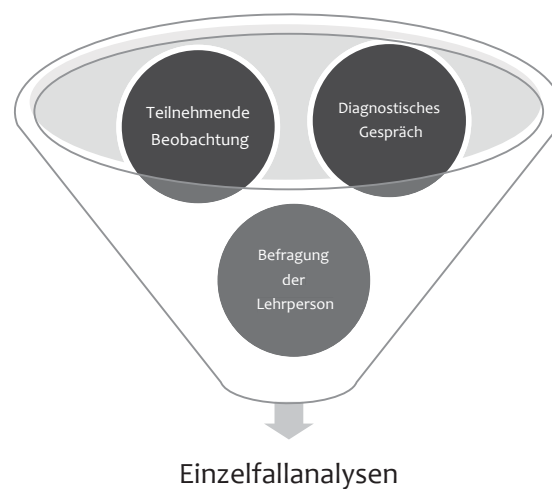


Abb. 29: Triangulation im Rahmen der Einzelfallanalysen

Im Folgenden werden die eingesetzten Erhebungsmethoden näher beschrieben und begründet, warum gerade diese Methoden ausgewählt wurden. Da die Daten, welche in der Erhebung gewonnen werden, für die spätere Auswertung festgehalten werden müssen, ist gleichzeitig immer auch angegeben, wie die Datenerfassung erfolgte (vgl. Lamnek 2005, S. 388).



5.4.1. *Teilnehmende Beobachtung*

Kompetenzen manifestieren sich in Handlungen. Daher bot es sich für die vorliegende Studie an, die Rolle eines Lernbegleiters einzunehmen und zu beobachten, wie die einzelnen Kinder im Rahmen der Experimentiereinheiten verschiedene Anforderungen bewältigen. Der Vorteil der teilnehmenden Beobachtung gegenüber anderen Methoden der Kompetenzerfassung (wie z. B. Tests) ist die Prozessorientierung: Erfasst wird nicht nur das Ergebnis der Handlung, sondern der gesamte Handlungsprozess. Nicht umsonst stellt die Beobachtung das wohl bedeutendste Verfahren in der Förderdiagnostik dar (Buholzer 2006, S. 72): Eine prozessorientierte Diagnostik „ist nicht nur am Arbeitsergebnis interessiert, sondern auch am Arbeitsstil, an der Art, wie ein Kind sich einer Aufgabe nähert und wie es die ausführt“ (Kretschmann 2006, S. 51).

Einen „direkten Zugang zu Handlungen und Prozessverläufen“ ermöglicht nur die Methode der teilnehmenden Beobachtung (Flick 2009, S. 123): Der Forscher ist selbst an der „sozialen Situation“, die er beobachtet, beteiligt und kann die situativen Handlungs- und Verhaltensweisen der TeilnehmerInnen in dem Moment erfassen, in dem sie auftreten (Mayring 2002, S. 80; Lamnek 2005, S. 552f.). Dadurch erreicht der Forscher „größtmögliche Nähe zu seinem Gegenstand“ (Mayring 2002, S. 81).

Im Unterschied zur Alltagsbeobachtung erfolgt die wissenschaftliche Beobachtung „systematisch“, d. h. es wird vorher festgelegt, „was beobachtet wird, wann und wo die Beobachtung stattfindet und wie das Beobachtete registriert wird“ (Rothgangel 2010, S. 164). Inwieweit die Beobachtung dann strukturiert bzw. standardisiert, also mit exakt vordefinierten Beobachtungsschemas erfolgt, hängt von der Forschungsrichtung ab: In der qualitativen Sozialforschung wird die teilnehmende Beobachtung meist „halbstandardisiert“ durchgeführt (Mayring 2002, S. 81). Durch die Offenheit der Kategorien sollen die Beobachtungen nicht eingeschränkt und „größere Einheiten des Verhaltens und Erlebens“ erfasst werden (Bortz & Döring 2006, S. 322). So sollte in der vorliegenden Studie erfasst werden, wie aktiv und affektiv sich die Kinder in den einzelnen Phasen des naturwissenschaftlichen Experimentierens beteiligen.

Da der „Beobachter nicht zeitgleich [aktiv] teilnehmen und protokollieren“ kann, wurden im Anschluss an die Erhebung Erlebnisprotokolle erstellt. Weil hierbei mit Erinnerungsdefiziten zu rechnen ist (Rothgangel 2010, S. 164), wurden alle durchgeführten Experimentiereinheiten zusätzlich noch videographiert (siehe auch Kapitel 5.4.2). Zudem liegen von einigen Experimentiertagen auch noch Erlebnisprotokolle von weiteren Beobachtern vor, die passiv am Geschehen teilgenommen haben.



5.4.2. Diagnostisches Gespräch

Während der Durchführung aller Experimentiereinheiten und der damit verbundenen Aufgabenbearbeitung wurden mit den einzelnen Kindern „diagnostische Gespräche“⁶⁴ geführt, um Einblicke in die Denk- und Lernprozesse der Kinder zu erhalten.

Diese qualitative Forschungsmethode, die häufig auch im pädagogischen Alltag zum Einsatz kommt, stellt eine geeignete Ergänzung zur teilnehmenden Beobachtung dar, da sie Informationen liefert, die über das reine Beobachten hinausgehen. Die Äußerungen der Kinder bzw. das handelnde Vorgehen bei der Bewältigung einer Aufgabe werden hierbei nämlich nicht nur „registriert“, sondern auch noch hinterfragt (Wittmann 1982, S. 16; vgl. Selter & Spiegel 2007, S. 101): Im diagnostischen Gespräch wird das Kind „unmittelbar nach der Aufgabenbearbeitung“ gefragt, wie es zu seiner Antwort gekommen ist bzw. warum es so vorgegangen ist (Kaufmann & Wessolowski 2006, S. 19). So können Informationen über sein „gedankliches Vorgehen“, seine Vorstellungen und Erkenntnisse gewonnen werden.

Im Vergleich zur Methode des „lauten Denkens“, bei der die Kinder bereits während der Bearbeitung einer Aufgabe ihre Gedanken laut verbalisieren sollen, hat die Methode des diagnostischen Gesprächs den Vorteil, dass der Prozess der Aufgabenbewältigung durch die Anwendung dieser Methode nicht beeinflusst oder sogar erschwert wird: Das „gleichzeitige Denken und Sprechen“, das bei der Methode des laut Denkens erforderlich ist, kann für manche Kinder nämlich einen „zusätzlichen Schwierigkeitsfaktor“ darstellen (Mohr 2004, S. 2).

Für den Fall, dass die „kindliche Fähigkeit zur Introspektion“ noch „nicht ausreicht“, um die eigenen „Denkprozesse“ angemessen beschreiben zu können, ist es im Rahmen des diagnostischen Gesprächs auch möglich, die Methode des „aktiven Zuhörens“⁶⁵ einzubeziehen, um die kindlichen Lösungsstrategien und Vorstellungen nachvollziehen zu können (Kaufmann & Wessolowski 2006, S. 27; Mohr 2004, S. 1). Zudem kann bei Kindern, denen es schwer fällt, ihre Gedanken zu verbalisieren, „die sprachliche Kommunikation durch Manipulation am Material“, z. B. zeigen, ersetzt werden (Wittmann 1982, S. 38). Dementsprechend werden bei der qualitativen Analyse dieser Daten „nicht nur sprachliche Äußerungen, sondern auch Handlungen einbezogen“ (Selter & Spiegel 2007, S. 101).

⁶⁴ Diese Methode wird auch „klinisches Interview“ genannt (Selter & Spiegel 2007, S. 100).

⁶⁵ Beim „aktiven Zuhören“ sichert sich der Zuhörer durch das Stellen einer Kontrollfrage bzw. durch Paraphrasieren ab, ob er die „Botschaft richtig verstanden hat“ (Bucka-Lassen 2005, S. 51).



Um „möglichst viel über das Denken des Kindes zu erfahren“, müssen bei der Durchführung des diagnostischen Gesprächs bestimmte Regeln beachtet werden (Selter & Spiegel 2007, S. 102): So gilt es zunächst eine „angenehme Gesprächsatmosphäre“ herzustellen und dem Kind zu vermitteln, dass es nicht schlimm ist, wenn es eine Frage nicht beantworten kann. Das Gespräch sollte keinen Prüfungscharakter haben (ebd., S. 102 und S. 109); Vielmehr sollte dem Kind das Gefühl gegeben werden, dass etwas „gemeinsam“ untersucht und erforscht wird, dass das Kind ein „echter Partner“ des Erwachsenen ist und man daran interessiert ist zu wissen, was das Kind dazu denkt (Wittmann 1982, S. 37; vgl. Selter & Spiegel 2007, S. 101).

Um das Kind nicht zu verunsichern oder zu demotivieren, sollten anfangs Aufgaben gestellt werden, die das Kind mit hoher Wahrscheinlichkeit alleine lösen kann (Selter & Spiegel 2007, S. 109). „Negative Rückmeldungen ('Falsch!')“ sind während des gesamten Dialoges gänzlich zu vermeiden. Auch sollte dem Kind nicht sofort die richtige Antwort aufgedrängt werden (Wittmann 1982, S. 37), sondern sein Lernprozess zunächst „zurückhaltend“ verfolgt und begleitet werden, bis man „mit ihm an die Grenzen seines Wissens vorstößt“ (Selter & Spiegel 2007, S. 107). Durch das „Erzeugen sog. kognitiver Konflikte“ kann dann auf eventuelle Fehler aufmerksam gemacht werden (ebd., S. 104). Insgesamt ist bei solchen Lehr-Lern-Dialogen also ein hohes Maß an Sensibilität und Flexibilität gefragt (ebd., S. 101).

Das diagnostische Gespräch muss einerseits „offen genug“ sein, um die individuellen Denkwege der Kinder offenzulegen, andererseits sollte aber auch ein Vergleich der Äußerungen der Kinder bei den einzelnen Aufgaben möglich sein. Daher wurde das diagnostische Gespräch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung „halbstandardisiert“ durchgeführt: „Die zu untersuchende Frage, das Material und die Technik, d. h. die vorzunehmenden Operationen und die dem Kind zunächst zu stellenden Fragen, werden vorher festgelegt. Der weitere Verlauf [des diagnostischen Gesprächs] wird aber offen gelassen“, um ganz auf das Kind eingehen zu können (Wittmann 1982, S. 37). So ist es möglich, „Einsichten in das Denken eines Kindes“ zu gewinnen und aufgabenspezifische Schwierigkeiten zu identifizieren (Kaufmann & Wessolowski 2006, S. 19).

Um die gewonnenen Daten zu fixieren, werden die diagnostischen Gespräche auf Video aufgezeichnet: Videodokumente können „sowohl Hörbares als auch Sichtbares konservieren“ und ermöglichen bei der Analyse – durch die unbegrenzte Wiederholbarkeit der Aufnahme – „tiefere Einblicke in das Interaktionsgeschehen“ (Dinkelager & Herrle 2009, S. 15).



5.4.3. Befragung der Lehrperson

Im Gespräch mit der Lehrperson, die als „Experte“ für die SchülerInnen ihrer Klasse angesehen werden kann (Fuhs 2007, S. 72), wurden Informationen über die schulischen Leistungen der untersuchten Kinder eingeholt. Da der diagnostische Blick bei den eigenen Erhebungen (mit den Kindern) nicht von dieser Einschätzung beeinflusst sein sollte, fand die Expertenbefragung erst nach Abschluss der gesamten Experimentiereinheiten statt. So sollte – im Sinne der Triangulation – ein zweiter, unabhängiger Blick auf die schulische Leistungsfähigkeit der Kinder eingefangen werden.

Bei Experteninterviews steht also nicht die befragte Person im Fokus des Forschungsinteresses. Vielmehr geht es um ihr spezielles, berufsbedingtes „Kontextwissen“, das „Zusatzinformationen für eine Untersuchung“ liefern soll (Pryzborski & Wohlrab-Sahr 2014, S. 120): „Der Befragte ist Informationslieferant für Sachverhalte, die den Forscher interessieren“ (sog. „informatives Interview“) (Lamnek 2005, S. 333). Bei der Auswahl der Interviewpartner ist dementsprechend darauf zu achten, dass man auch „diejenigen Gesprächspartner findet, die tatsächlich über das gewünschte Wissen verfügen“ (Pryzborski & Wohlrab-Sahr 2014, S. 121). In der vorliegenden Studie sollte es sich um eine Klassenlehrperson der untersuchten SchülerInnen handeln bzw. um eine Lehrperson, die seit der Einschulung der Kinder möglichst viel Zeit in der Klasse verbracht hat und somit die einzelnen SchülerInnen gut kennt.

Um die Gesprächssituation möglichst natürlich zu halten⁶⁶, wurde das Interview mit der Lehrperson qualitativ durchgeführt.⁶⁷ D. h. ein „stereotypes Frage-Antwort-Schema“ (ebd., S. 124), wie es bei standardisierten Interviews erfolgt, wurde vermieden und stattdessen Wert darauf gelegt, „dass möglichst viel von den gewünschten Informationen durch den Interviewpartner selbstläufig präsentiert wird“ (ebd., S. 122). Im Vorgespräch wurde dazu lediglich das „eigene Forschungsinteresse erläutert“ und der „Wissensbedarf“ kundgetan (ebd.).

Konkret wurde die Lehrperson darum gebeten, zunächst kurze relevante Informationen zum Elternhaus bzw. zum familiären Hintergrund der untersuchten SchülerInnen mitzuteilen (z. B. das Bildungsniveau der Eltern, ein evtl. Migrationshintergrund, usw.) und dann eine allgemeine Einschätzung des Lern- und Arbeitsverhaltens sowie der kognitiven Leistungsfähigkeit der einzelnen SchülerInnen vorzunehmen (Pryzborski & Wohl-

⁶⁶ Die Gesprächssituation sollte für die Lehrperson Ähnlichkeiten haben mit einer Gesprächssituation im Rahmen eines Elternsprechtages oder einer SchülerInnenbeurteilung im Rahmen von Lehrerkonferenzen.

⁶⁷ Experteninterviews werden als offene oder teilstandardisierte Befragungen durchgeführt (Bortz & Döring 2006, S. 313) und zählen somit zu den qualitativen Befragungen (Hopf 2000, S. 349).



rab-Sahr 2014, S. 124). Da es sich bei den eingeholten Informationen um sensible, personenbezogene Daten handelt, waren die „Zusicherung von Anonymität“ sowie ein vertrauensvoller Umgang mit den Daten der SchülerInnen besonders wichtig (ebd.).⁶⁸

Diesbezüglich erwies sich auch das Prinzip der Offenheit beim qualitativen Interview als günstig: Bei Experteninterviews ist es üblich, dass der „interessierende Themenbereich“ mit einer „offenen Frage“ eingeleitet wird, sodass die Lehrperson die Informationen für jedes Kind „selbst strukturiert“ darstellen konnte (ebd. S. 123). Das gab der Lehrperson genügend Freiraum, um so viel von ihrem Wissen über die SchülerInnen preiszugeben, wie sie konnte, wollte oder durfte. Im Unterschied zum „narrativen Interview“, das auch mit einer offenen Frage eingeführt wird, soll bei einem Experteninterview aber nicht eine „Erzählung“, sondern eine „Beschreibung“ und „Einschätzung“ angeregt werden (ebd.). Anhand der Namensliste der Kinder, welche als „Leitfaden“ für das Experteninterview diente (Lamnek 2005, S. 367), wurde jedes Kind der Reihe nach von der Lehrperson beschrieben und eingeschätzt.

Während die Lehrperson Auskunft über die einzelnen SchülerInnen erteilte, bestand die Aufgabe des Forschers im Wesentlichen darin, die Darstellungen des Experten aufmerksam zu verfolgen, v. a. im Hinblick darauf, ob alle relevanten Themenbereiche „angesprochen und erschöpfend behandelt“ wurden (ebd.). War dies nicht der Fall, dann musste der Forscher den Experten „um Detaillierung bitten bzw. auffordern, auch auf Bereiche einzugehen, die er bislang nur gestreift hat“ (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014, S. 123).

Um bei den offenen Ausführungen der Lehrperson nicht den Überblick zu verlieren, wurden in der vorliegenden Untersuchung stichwortartig Gesprächsnotizen angefertigt, die allerdings nur als „Gedächtnisstütze“ während des Gesprächs dienten. Die eigentliche Datenerfassung erfolgte mittels eines Diktiergerätes, schließlich kann „bei der Auswertung von qualitativen Interviews [...] nie auf eine Tonbandaufzeichnung verzichtet werden“ (Lamnek 2005, S. 389).⁶⁹

⁶⁸ Bei der Datenerhebung wurden die Kinder namentlich genannt, damit eine klare Zuordnung der SchülerInnendaten erfolgen konnte. Bei der Datenaufbereitung und -auswertung werden die Namen der Kinder, der Lehrperson und der Schule jedoch nicht bekanntgegeben – es erfolgte eine Datenverschlüsselung (vgl. Lamnek 2005, S. 385).

⁶⁹ Das „Einverständnis zur Aufzeichnung“ wurde vom Befragten natürlich vorher eingeholt (Lamnek 2005, S. 392).



5.5. Durchführung der Untersuchung

Nachdem im vorherigen Kapitel geklärt wurde, welche Methoden bei der Datenerhebung und -erfassung zum Einsatz kamen, folgt nun eine Beschreibung der räumlichen und zeitlichen Bedingungen, unter denen die Untersuchung stattgefunden hat.

5.5.1. Ort der Erhebung

Die empirische Untersuchung wurde an einer Grundschule in Bielefeld⁷⁰ durchgeführt, die laut den Aussagen des Kommunalen Lernreports (Stadt Bielefeld 2012, S. 33) in einem Einzugsgebiet liegt, die eine „mittlere bildungsrelevante soziale Belastung“ aufweist. Von den rund 300 SchülerInnen, welche diese Schule besuchen, haben 30 % einen Migrationshintergrund. Die Schule ist als Offene Ganztagschule organisiert und bietet in einigen Klassen den gemeinsamen Unterricht von Kindern mit und ohne Beeinträchtigung an. Eine dieser Integrationsklassen stand für die Untersuchung zur Verfügung.

Ein besonderes Kennzeichen dieser Grundschule ist es, dass die Klassen bis zur dritten Jahrgangsstufe jahrgangsgemischt unterrichtet werden, d. h. die Lerngruppe einer Klasse ist aus SchülerInnen der Jahrgangsstufen 1 bis 3 zusammengesetzt. Der Unterricht im Fach Sport, Musik, Religion und Kunst erfolgt immer mit allen Kindern gemeinsam, wobei innere Differenzierungsmaßnahmen vorgesehen sind. Auch der Sachunterricht wird als Projekt- oder Werkstattunterricht meist mit allen SchülerInnen der Klasse durchgeführt. Außerdem findet täglich eine gemeinsame Versammlungsrunde statt, in der die Kinder bestimmte Klassenrituale durchführen und Themen besprechen, welche die gesamte Klassengemeinschaft betreffen.

Aufgrund der heterogenen Lerngruppen erfolgt ein Großteil des Unterrichts in offenen Arbeitsformen (z. B. Wochenplanarbeit): Vor allem im Bereich Lesen, Schreiben und Rechnen arbeitet jedes Kind an seinem individuellen Lehrgang. Für dieses individuelle Lernen ist täglich eine bestimmte Unterrichtszeit vorgesehen. Während der offenen Unterrichtsphasen nehmen die beiden anwesenden Lehrpersonen meist die Rolle eines Lernberaters ein⁷¹ oder führen alle Kinder eines bestimmten Jahrgangs in ein neues Thema bzw. in eine neue Arbeitstechnik ein. Dieser Kleingruppenunterricht findet dann in einem Nebenraum statt.

⁷⁰ Zur Wahrung der Anonymität der SchülerInnen wird auch der Name der Schule nicht genannt.

⁷¹ In Integrationsklassen, in denen sich meist sechs Kinder mit Förderbedarf befinden, ist neben der Klassenlehrperson auch noch eine Sonderlehrperson und ggf. noch ein Betreuer/eine Betreuerin mit im Klassenzimmer.



Dank der offenen Unterrichtsstruktur bot sich für die vorliegende Studie die Gelegenheit, einzelne Kinder– ohne große organisatorische Eingriffe – aus der Klasse zu nehmen.

Da die Ausweichräume der Schule von den verschiedenen Klassen im Laufe eines Unterrichtstages immer wieder in Anspruch genommen werden, stand als „konstanter“ Raum für die Durchführung der empirischen Untersuchung (bzw. der Experimentiereinheiten) nur der „Sachraum“ zur Verfügung. Es handelt sich hierbei um einen kleinen, aber hellen Raum im Dachgeschoss, der als Aufbewahrungsort für diverse Unterrichts- und Anschauungsmaterialien dient. So befinden sich in diesem Raum mehrere offene Regale, ein Schrank sowie verschiedene sachunterrichtsbezogene Themen-Kisten, die entlang der Wände gestapelt wurden.

Der Raum wurde für die Untersuchung so vorbereitet (siehe Abb. 30), dass in der Mitte des Raumes zwei Schultische zum Experimentieren genutzt werden konnten. Die Sitzposition für das Kind und den Forscher wurde so gewählt, dass sie über Eck, also im rechten Winkel zueinander am Tisch sitzen. Ein Einzeltisch in der Nähe dieses Gruppentisches diente als Ablagefläche für weitere Experimentiermaterialien.

Bei der Positionierung der Kamera wurde darauf geachtet, dass die Blickrichtung der Kamera nicht Richtung Fensterfront zeigt, um Blendungen im Hintergrund zu vermeiden. Da als Hintergrund keine leere Wand im Raum zur Verfügung stand, wurde eine offene Regalwand mit Hilfe eines weißen Tuches abgedeckt, um einen möglichst neutralen, ruhigen Hintergrund für die Videoaufzeichnungen zu erzeugen. Mittels Stativ, welches diagonal zu den Beteiligten im Raum stand, wurde die Kameraperspektive auf gleicher Höhe des „Motivs“ eingestellt. Aus dieser Position heraus konnte das gesamte Experimentiergeschehen eingefangen werden – und weder Kind noch Forscher hatten während des Experimentierens die Kamera direkt vor Auge.

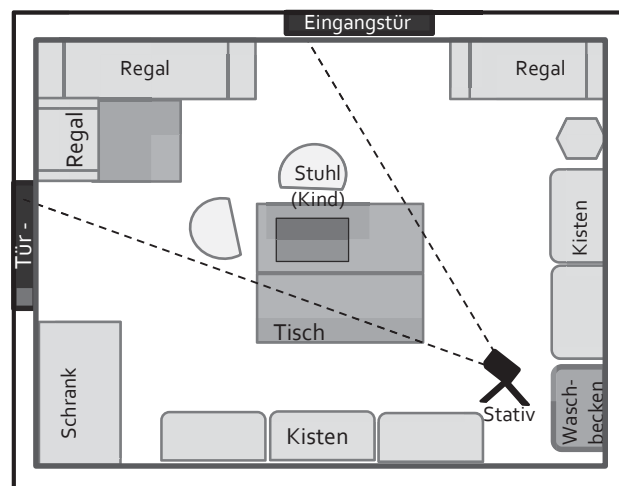


Abb. 30: Raumskizze mit eingezeichneter Kameraperspektive



Um Störungen während der Durchführung der Experimentiereinheiten möglichst zu vermeiden, wurden die Lehrpersonen der Schule mit Hilfe eines Aushanges bereits im Vorfeld darüber informiert, an welchen Tagen und in welchem Zeitraum dieser Raum belegt sein wird. Zudem wurde während der Untersuchungsdurchführung immer auch ein Türhänger mit „Bitte nicht stören“ (siehe Abb. 31) an den Henkeln der beiden Türen angebracht. Bis auf zwei Ausnahmen, bei denen eine Lehrperson „dringend“ auf Materialien des Sachraumes zugreifen musste, konnten so Unterbrechungen während der Untersuchungsdurchführung vermieden werden.



Abb. 31:
Türhänger

Da der Sachraum etwas abgelegen war und sich nur noch ein weiterer Klassenraum in dieser Etage befand, konnte das naturwissenschaftliche Experimentieren in einer ruhigen Atmosphäre stattfinden. Vom Flur aus, der als Garderobe für die Kinder der Nebenklasse genutzt wurde, drangen – wenn überhaupt – nur bei Stundenwechsel kurzfristig Geräusche in das Zimmer. Der Nebenraum, der mit dem Sachraum verbunden war, war noch über einen weiteren Raum zugänglich, sodass der Sachraum nicht als Durchgangszimmer genutzt werden musste.

Für die Vorbereitung und Durchführung der Experimente war es günstig, dass sich im Raum ein Waschbecken befand, sodass dafür nicht ein externer Raum aufgesucht werden musste. Auch bot der Sachraum als „Materialraum“ noch genügend Platz, um dort einige häufig zum Einsatz kommende Experimentiermaterialien längerfristig lagern zu können.

Bevor die einzelnen Kinder zum Experimentieren kamen, wurden auf dem Tisch – im Sinne einer vorbereiteten Umgebung – alle Materialien für das erste naturwissenschaftliche Experiment aufgebaut. Eine einfarbige Unterlage diente der Aufmerksamkeitslenkung (Lück 2009a, S. 146). Die restlichen Materialien (für Versuch II und Versuch III) wurden auf dem Nebentisch bereitgestellt (siehe Abb. 32).



Abb. 32: Sachraum: Vorbereitete Umgebung für die Durchführung der Experimentiereinheit



5.5.2. *Zeitlich-organisatorischer Ablauf der Erhebung*

Vor Beginn der eigentlichen Erhebung fanden in der Klasse der Kinder, mit denen die Einzelfallstudien durchgeführt werden sollten, Hospitationen statt: Im Juli 2011, wenige Wochen vor den Sommerferien, wurde der Kontakt mit den Lehrpersonen und den SchülerInnen der Klasse zum ersten Mal aufgenommen. Es wurden einige Schultage in der Klasse verbracht, um einen Einblick in den Ablauf des Unterrichtsalltages dieser Kinder zu erhalten.

Anfang Oktober, als der Alltag im neuen Schuljahr wieder eingeleitet war⁷², wurden mit der Lehrperson der Klasse, welche als kooperative Kontaktperson zur Verfügung stand, einige organisatorische Fragen zur Umsetzung der Untersuchung geklärt (z. B. Raum, Zeit, Filmerlaubnis von den Eltern).⁷³ So wurde beschlossen, die Untersuchung nach den Herbstferien (diese dauerten vom 24.10.2011 bis zum 5.11.2011) stattfinden zu lassen, um eine längere Unterbrechung der Untersuchungsphase zu vermeiden. Die Schulverwaltung wurde über das Vorgehen in Kenntnis gesetzt, sodass die Anwesenheit in der Schule offiziell genehmigt war.

Die SchülerInnen der Klasse wurden im Rahmen einer täglichen Versammlungsrunde darüber informiert, dass die Kinder der zweiten Jahrgangsstufe in den nächsten Wochen bis Weihnachten immer wieder einzeln aus der Klasse herausgenommen werden, um naturwissenschaftliche Experimente durchzuführen. Auch wenn andere Kinder der Klasse ebenfalls Interesse daran zeigten, an diesem naturwissenschaftlichem Angebot teilzunehmen, traf die Regelung, dass dieses Angebot nur etwas für die SchülerInnen der zweiten Jahrgangsstufe ist, auf Verständnis: Die Kinder dieser jahrgangsgemischten Klasse waren es gewohnt, dass bestimmte Angebote nur für Kinder einer bestimmten Jahrgangsstufe vorgesehen sind. Zudem war auch die Vorgehensweise, einzelne Kinder aus der Klasse zu nehmen, für die Kinder nichts Neues oder Ungewohntes: So kommen für die SchülerInnen des ersten Jahrgangs zum Beispiel immer wieder sogenannte „Lesemütter“ in die Schule, um mit den Kindern außerhalb des Klassenraumes das Lesen zu üben.

Aufgrund der in dieser Schule vorgefundenen Struktur konnte die vorliegende Untersuchung somit ohne größere Eingriffe oder Veränderungen des Schulalltages der Kinder erfolgen.

⁷² Es wurden acht neue ErstklässlerInnen in der Klasse aufgenommen.

⁷³ Im Schulsekretariat lag bereits für alle SchülerInnen, welche an der Untersuchung teilnahmen, eine Fotografer- und Filmerlaubnis von den Eltern vor, da u. a. auf der Homepage der Schule immer wieder auch Bilder von den SchülerInnen veröffentlicht werden. Um die Eltern nicht mit Briefen von der Schule zu überhäufen, übernahm es die Klassenlehrperson, die Eltern im Rahmen eines allgemeinen Rundbriefes über das geplante Experimentierprojekt zu informieren.



Einige Tage unmittelbar vor der Untersuchung fanden in der Klasse noch einmal zwei Hospitationen statt, die v. a. den Zweck hatten, die Kinder im Rahmen des Schulunterrichtes kennenzulernen und Vertrauen zu ihnen aufzubauen.

Die Durchführung der empirischen Studie erfolgte in der Zeit vom 14. November bis zum 20. Dezember 2011. Für jeden Wochentag hatte die Klassenlehrperson ein bestimmtes Zeitfenster von zwei bis drei Stunden definiert, während dem die acht Kinder der zweiten Jahrgangsstufe aus der Klasse genommen werden konnten. Da die Kinder immer einzeln zum Experimentieren kamen und eine Experimentiereinheit rund 20 Minuten lang dauerte, konnten – auch aus Gründen der Konzentrationsfähigkeit des Untersuchungsleiters – immer nur vier Kinder pro Unterrichtstag dran genommen werden. Für die Durchführung einer Experimentiereinheit mussten daher jeweils zwei Unterrichtstage eingeplant werden (siehe Abb. 33).

November 2011			Dezember 2011		
Do	10	Hospitation	Do	1	Experimentiereinheit 6 (I)
Fr	11	Hospitation	Fr	2	Experimentiereinheit 6 (II)
Sa	12		Sa	3	
So	13		So	4	
Mo	14	Experimentiereinheit 1 (I)	Mo	5	Experimentiereinheit 7 (I)
Di	15	Experimentiereinheit 1 (II)	Di	6	Experimentiereinheit 7 (II)
Mi	16		Mi	7	
Do	17	Experimentiereinheit 2 (I)	Do	8	Experimentiereinheit 8 (I)
Fr	18	Experimentiereinheit 2 (II)	Fr	9	Experimentiereinheit 8 (II)
Sa	19		Sa	10	
So	20		So	11	
Mo	21	Experimentiereinheit 3 (I)	Mo	12	Experimentiereinheit 9 (I)
Di	22	Experimentiereinheit 3 (II)	Di	13	Experimentiereinheit 9 (II)
Mi	23		Mi	14	
Do	24	Experimentiereinheit 4 (I)	Do	15	Experimentiereinheit 10 (I)
Fr	25	Experimentiereinheit (II)	Fr	16	Experimentiereinheit 10 (II)
Sa	26		Sa	17	
So	27		So	18	
Mo	28	Experimentiereinheit 5 (I)	Mo	19	Reservetag ⁷⁴
Di	29	Experimentiereinheit 5 (II)	Di	20	Reservetag
Mi	30		Mi	21	

Legende:⁷⁵

(I)	Einzel-Experimentieren mit Kind A, B, C, D
(II)	Einzel-Experimentieren mit Kind E, F, G, H

Abb. 33: Zeitliche Übersicht über den Ablauf der zehn Experimentiereinheiten

⁷⁴ Aufgrund von krankheitsbedingten Fehlzeiten einzelner Kinder oder schulischen Ereignissen (z. B. Adventsfeier am 1. Dezember), konnten an einigen Tagen nicht alle vier Kinder zum Experimentieren kommen, weshalb noch zwei Ersatztage eingeplant wurden. Die Reihenfolge der zehn Experimentiereinheiten, also die Experimentierreihe selbst, blieb bei allen Kindern aber gleich.

⁷⁵ Aus Datenschutzgründen werden die acht Kinder nicht namentlich genannt.



Jedes Kind kam zwei Mal pro Woche zum Experimentieren: Die Wochentage (Montag und Donnerstag bzw. Dienstag und Freitag) blieben dabei konstant, sodass jedes Kind wusste, an welchen Tagen es an der Reihe war. Innerhalb eines Tages wurde die Reihenfolge, in der die Kinder dran genommen wurden, aber variiert.⁷⁶ Die Auswahl bzw. Reihung der SchülerInnen erfolgte immer nach Bereitschaft der Kinder: Sobald sich die Klassentür öffnete und ein Kind zum Experimentieren abgeholt werden sollte, signalisierten die Kinder per Handzeichen, dass sie zum Experimentieren mitkommen möchten. Wenn sich mehrere Kinder gleichzeitig meldeten – was häufig der Fall war – dann entschied die Lehrperson, welches Kind nun experimentieren durfte.

Der gemeinsame Weg vom Klassenzimmer über den Flur ins Treppenhaus hin zum Sachraum, dem Ort der Erhebung, konnte genutzt werden, um mit den einzelnen Kindern ins Gespräch zu kommen: Die anfängliche Zurückhaltung einiger Kinder – schließlich wussten sie bei ihrer ersten Begegnung auch noch nicht, was sie erwartet – schlug bereits bei ihrer nächsten Begegnung in ausgesprochene Vorfriede und interessierte Neugier um.

Der Ablauf einer jeden Experimentiereinheit verlief immer wie folgt (vgl. Lück 2009b, S. 123ff. und S. 46f.):⁷⁷

Zunächst wurde das Kind gebeten, alle Materialien zu benennen, die auf der Unterlage vor ihm auf dem Tisch lagen und für die Durchführung des ersten Experimentes benötigt wurden. Durch das Benennen der Materialien von Seiten des Kindes sollte sichergestellt werden, dass alle Kinder mit den Begriffen der Experimentiermaterialien vertraut waren. Neue, für das Kind bislang unbekannte Alltagsmaterialien oder Labormaterialien (z. B. Pipette) wurden bei dieser Gelegenheit mit ihrem Begriff und dem jeweiligen Verwendungszweck eingeführt.

Nach einem kurzen, direkten Einstieg ins Thema bzw. in die Problemstellung des Experimentes wurden dem Kind die einzelnen Schritte der Versuchsdurchführung verbal genannt bzw. teilweise auch vorgezeigt. Es wurde viel Wert darauf gelegt, dass das Kind möglichst alle Experimentierschritte selbst ausführt.

⁷⁶ Dies hatte mehrere Gründe: Die Kinder sollten nicht immer während derselben Unterrichtsstunde abwesend sein, sie sollten zu unterschiedlichen Tageszeiten befragt werden, da auch davon auszugehen ist, dass die Konzentrationsfähigkeit der Kinder im Tagesverlauf variiert und sie sollten nicht gerade dann aus der Klasse herausgeholt werden, wenn sie sich in einer konzentrierten Lernphase befanden.

⁷⁷ Die Anwesenheit der Kamera wurde thematisiert und von den Kindern auch akzeptiert: „Eine versteckte Kamera ist aus ethischen Gründen [...] unangebracht“ (Lamnek 2005, S. 394). Während des Experimentierens trat bei den Kindern die Anwesenheit der Kamera schnell wieder in Vergessenheit.



Während bzw. nach der Durchführung des Experimentes wurde das Kind aufgefordert – sofern es dies nicht schon von sich selbst aus tat – die beobachteten Versuchszwischenergebnisse bzw. den Versuchsausgang zu beschreiben. Die Beschreibung der beobachteten naturwissenschaftlichen Phänomene diente gerade beim ersten Experiment als Indiz dafür, ob das Kind in der Lage ist, Aufgaben der Anforderungsstufe I (Reproduktionsaufgaben) zu bewältigen.

Da es sich beim ersten Versuch der Experimentiereinheit meist um eine „Primärbegegnung“ des Kindes mit einem bestimmten Phänomen der unbelebten Natur handelte, wurde dem Kind die Erklärung des naturwissenschaftlichen Hintergrundes gegeben. Die Deutung erfolgte dabei auf kindgerechte Art und Weise, also didaktisch reduziert, um einen Wissenserwerb bei den Kindern zu ermöglichen (vgl. Lück 2009b; Lück 2010a).

Beim zweiten und dritten Experiment der Einheit war die Vorgehensweise dieselbe, der Aufgabenschwerpunkt war aber immer anders gesetzt: So wurde bei der Durchführung des zweiten Versuches nicht nur nach der Beobachtung gefragt, sondern auch schon erste Erklärungsansätze bei den Kindern wohlwollend eingefordert. Damit sollte in Erfahrung gebracht werden, ob die Kinder in der Lage sind, Zusammenhänge herzustellen und somit ihr Wissen anzuwenden (Anforderungsbereich II).

Beim dritten Experiment war der Anspruch noch höher gesetzt: Hier sollten die Kinder versuchen, Hypothesen aufzustellen bzw. Schlussfolgerungen zu ziehen (Anforderungsbereich III). Die Beobachtung und Erklärung, die nun schon mehr von Seiten des Kindes aus erfolgen sollte, blieb natürlich auch beim dritten Experiment nicht aus.

In Abhängigkeit davon, wie gut die einzelnen Kinder die Aufgaben lösen konnten, wurden ihnen mehr oder weniger oder auch gar keine Hilfestellungen gegeben. Wichtig war, dass am Ende der Einheit jedes durchgeführte Experiment vollständig gedeutet war, damit für die Kinder keine Fragen offen bzw. keine Aufgaben ungelöst blieben.

Nach der Durchführung der Experimentiereinheit wurde aufgeräumt und der Versuchsaufbau für das nächste Kind vorbereitet. Hierbei stellte sich bald heraus, dass dies eine Aufgabe war, an der sich die Kinder gerne beteiligten: Es war für einige Kinder fast eine Ehre, für das nächste Kind etwas vorbereiten zu dürfen.

Bevor die Kinder wieder ins Klassenzimmer zurückkehrten, wurden sie angehalten, ihren MitschülerInnen noch nichts über die Inhalte der gerade durchgeführten Experimente zu erzählen, damit die Experimentiererergebnisse auch für die anderen noch eine „Überraschung“ bzw. spannend sind. Diese Regelung wurde von den Kindern ausnahmslos ein-



gehalten – es drangen zwar manchmal allgemeine affektiv getönte Informationen zu den anderen Kindern durch, wie z. B. „Heute haben wir tolle Experimente gemacht! Das musst du unbedingt auch machen!“, aber keine konkreten Inhalte. Dadurch sollte verhindert werden, dass die Untersuchungsergebnisse verfälscht werden, weil einige Kinder bereits über die Inhalte der Experimentiereinheit informiert waren.

Da am Ende der Experimentiereinheit keine Ergebnissicherung im Sinne einer mündlichen Wiederholung oder einer schriftlichen bzw. bildhaften Fixierung durch das Kind vorgesehen war, wurde den Kindern stattdessen ein Blatt mit einer Versuchsanleitung und -erklärung ausgehändigt.⁷⁸ Das Blatt gab aber jeweils einen Versuch der vorherigen Experimentiereinheit wieder, damit die anderen Kinder, welche diese Experimentiereinheit noch nicht durchgeführt hatten, durch Sichten dieses Blattes keinen Vorteil daraus ziehen konnten. Alle Blätter wurden in einer Experimentiermappe, welche die Kinder in ihrem Klassenzimmer aufbewahrten, gesammelt. Während den Zwischenpausen präsentierten einige Kinder diese Blätter auch solchen MitschülerInnen, welche nicht zum Experimentieren kamen und den Lehrpersonen. Dies gab ihnen noch einmal die Gelegenheit, ausführlich über ihre Experimentiererfahrungen zu berichten und sich nun auch mit anderen Kindern, welche beim Experimentieren waren, auszutauschen.

Nach Abschluss der gesamten Experimentierreihe fand im Februar 2012 die Befragung der Lehrperson statt. Da die freie Zeit der Lehrperson an den Unterrichtstagen immer knapp bemessen war, wurde das Gespräch an zwei Terminen durchgeführt, um in Ruhe alle Informationen über die SchülerInnen einholen zu können.

⁷⁸ Aus Zeitgründen, aber auch, weil im Sinne einer Diagnosetätigkeit die Festigung der Lerninhalte nicht unmittelbares Ziel war.



5.6. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Nach der Erhebung der Daten im Forschungsfeld erfolgt die Aufbereitung des gewonnenen Materials (z. B. Transkription). Erst dann können die Daten ausgewertet und dargestellt werden.

Gemäß der Explikation, einem zentralen Prinzip der qualitativen Sozialforschung, werden im Vorfeld der Ergebnisdarstellung die einzelnen Schritte der Datenanalyse beschrieben: „Es sichert [...] die Nachvollziehbarkeit der Interpretation und damit die Intersubjektivität des Forschungsergebnisses“ (Lamnek 2005, S. 24).

Ziel der Datenanalyse ist es, die Fülle der erhobenen Daten so zu ordnen, zusammenzufassen und graphisch darzustellen, dass „typische“ (gemeinsame oder konträre) „Muster“ bei den Einzelfällen entdeckt werden können (ebd., S. 313).

Die Ergebnisse, welche die einzelnen Erhebungsmethoden (teilnehmende Beobachtung, diagnostisches Gespräch, Befragung der Lehrperson) zu Tage gebracht haben, werden in den folgenden Unterkapiteln einzeln dargestellt und erst in der Diskussion, die im Kapitel 5.7 folgt, in Zusammenhang gebracht bzw. im Gesamten interpretiert.

Da die Ergebnisteile meist mit einer Beschreibung der Zusammensetzung der UntersuchungsteilnehmerInnen beginnen, werden als erstes die Ergebnisse der Befragung der Lehrperson wiedergegeben. Schließlich liefern diese Informationen zu den einzelnen SchülerInnen, die an der Untersuchung teilgenommen haben.

Im Anschluss daran werden die Ergebnisse des diagnostischen Gesprächs vorgestellt. Sie zeigen, wie gut die einzelnen Kinder die Aufgabenanforderungen, die ihm Rahmen der Experimentiereinheiten gestellt wurden, bewältigen konnten. Hier soll deutlich werden, inwieweit sich die differenzierten Experimentiereinheiten als Analyseinstrument zur Erfassung der naturwissenschaftlichen Kompetenzniveaus der SchülerInnen eignen.

Abschließend werden allgemeine Eindrücke zu den situativen Verhaltensweisen der SchülerInnen während der einzelnen Experimentierphasen dargestellt, die mittels teilnehmender Beobachtung gesammelt wurden.

5.6.1. Auswertung und Ergebnisse der Befragung der Lehrperson

Die Daten des rund 1,5-stündigen Gesprächs mit der Lehrperson lagen als Audiodatei vor und wurden für die Auswertung wortwörtlich transkribiert. Zur Anonymisierung der Daten wurde jedem der untersuchten Kinder ein einzelner Buchstabe des Alphabets zugeordnet. Zu allen acht SchülerInnen lagen Informationen zum persönlichen, familiären Hintergrund sowie zur kognitiven, schulischen Leistungsfähigkeit vor.

Für die Kind-Umfeld-Analyse wurden die Angaben, welche die Lehrperson zu den einzelnen Kinder mitgeteilt hat, mit den Risiko- und Schutzfaktoren verglichen, welche Wustmann (2009, S. 38ff. und S. 115f.) in ihrem Buch „Resilienz“ anführt. Alle Kategorien, die auf die untersuchten SchülerInnen zutrafen, wurden in einer Tabelle (siehe Abb. 34) aufgenommen und dort dann für jedes Kind gekennzeichnet, welche entwicklungs-fördernde bzw. –gefährdende Faktoren vorhanden sind.

Die tabellarische Grafik zeigt, dass bei einigen der untersuchten Kinder gleich mehrere ungünstige Faktoren vorliegen (z. B. Kind F), während bei anderen Kindern positive Faktoren überwiegen (z. B. Kind A):

SchülerInnen der Klasse	A	B	C	D	E	F	G	H
Geschlecht	m	w	w	w	m	w	m	m
Alter zum Zeitpunkt der Beginn der Erhebung (Jahr; Monate)	8;0	7;2	7;9	7;0	7;3	7;9	8;8	9;0
Klassenwiederholung							ja	ja
Vulnerabilitätsfaktoren								
hohe Ablenkbarkeit / impulsives Verhalten				■		■		■
Schulleistungsschwäche								■
Risikofaktoren								
niedriger sozioökonomischer Status						■	■	
alleinerziehendes Elternteil							■	
ungünstige Erziehungspraktiken der Eltern						■		■
Migrationshintergrund		■				■	■	
Traumatische Erlebnisse								
belastender operativer Eingriff (angeborene Missbildung)					■			
Resilienzfaktoren								
positives Selbstkonzept	■	■						
Schutzfaktoren innerhalb der Familie								
hohes Bildungsniveau der Eltern	■	■	■					
familiäre Unterstützung / gutes Elternhaus	■	■	■	■	■			■

Legende: ■ Faktor vorhanden

Abb. 34: Kind- Umfeld-Analyse: Übersicht über die persönlichen, soziodemographischen Daten der untersuchten Kinder (die Namen wurden anonymisiert)



Die kognitive Leistungsfähigkeit der einzelnen SchülerInnen wurde von der Lehrperson wie folgt eingeschätzt und beschrieben:

- Kind (A):** "Sie ist pfiffig, hat eine schnelle Auffassungsgabe. [...] Transferleistungen kann sie auch, kann sie super. Wenn sie Sachen beobachtet, dann kann sie Schlüsse daraus ziehen und kann diese auch übertragen."
- Kind (B):** "Sie ist in der Schule total fit, sehr strebsam, hat eine sehr schnelle Auffassungsgabe. [...] Transferleistungen schafft sie auch, [...] Problemlösefähigkeit hat sie auch. Das kann sie einfach."
- Kind (C):** "Er hat ein wahnsinniges Sachwissen, [...] hat einen super Sachhintergrund und kann das auch übertragen. [...] Funktionsweisen durchschaut er dann schon."
- Kind (D):** "Er beobachtet genau und ist wiss- und lernbegierig, kann vielleicht auch Transferleistungen erbringen, er ist pfiffig und hell im Kopf, [...] aber vom Alter her noch etwas jünger als die anderen. Er ist Erstklässler."
- Kind (E):** "Kognitiv schätze ich sie mittelmäßig ein. Sie kann genau beobachten, ordnet Unbekanntes bestimmt in ihrem Erfahrungsschatz ein. Transferleistungen sind bei ihr eher beschränkt. [...] Sie ist leistungsmäßig deutlich hinter den Mädchen (A) und (B) zurück. [...] Bei ihr war es fraglich, ob sie die Eingangsphase in zwei Jahren schafft oder drei Jahre benötigt. Sie ist jetzt aber auf einem guten Weg."
- Kind (F):** "Er ist meiner Meinung nach ein Kind mit Förderbedarf, das keinen offiziellen Förderstatus hat. Da würde ich sofort sagen, der hat ADHS. [...] Er denkt nicht lange nach, hat eine ganz kurze Konzentrations- und Toleranzspanne. [...] Er hat einen ziemlich begrenzten Hintergrund, also von den Sachen, die er in seiner Lebensumwelt erlebt. Was ihm bekannt ist, das kann er einordnen, was darüber hinaus ist, das ist schwierig. [...] Wenn man mit ihm etwas erarbeitet, dann erkennt er Sachzusammenhänge – das durchschaut er dann schon."
- Kind (G):** "Von ihrem Lebenshintergrund her hat sie nicht allzu viel Grundwissen in so Sach- und Lebenszusammenhängen. Das ist bei ihr relativ einfach alles, was sie so beobachtet. [...] Beobachtete Phänomene kann sie von vornherein nicht so einschätzen, weil sie da auch schon nicht den Wissenshintergrund hat. Aber sie kann gut beobachten und versucht das dann auch in einem Schema einzuordnen. [...] Vom Denken her, v. a. bei Transferleistungen und Schlussfolgerungen, da ist sie glaube ich nicht so stark. [...] Sie zählt zu den Leistungsschwächeren. Wir haben sie deshalb auch die Klasse wiederholen lassen."
- Kind (H):** "Er hat ein sonderpädagogisches Gutachten: [...] Bei ihm wurde eine Lese-Rechtsschreibschwäche und ADHS diagnostiziert. Förderbedarf hat er im Lernen und in der emotionalen und sozialen Entwicklung. [...] Er hat eine kurze Konzentrations- und Aufmerksamkeitsspanne, ist schnell abgelenkt. [...] Seine kognitiven Leistungen sind eher schwach bzw. einfach; Transferleistungen sind kaum zu beobachten. [...] Übertragungsleistungen werden für ihn schwierig, wahrscheinlich zu schwer. [...] Er beobachtet aber viel, hat ein zufriedenstellendes Allgemeinwissen bezogen auf sachunterrichtliche Themen."



5.6.2. Auswertung und Ergebnisse des diagnostischen Gespräches

Die Daten der insgesamt 80 diagnostischen Gespräche, die mit den einzelnen Kindern während der zehn Experimentiereinheiten durchgeführt worden waren, lagen als Videoaufzeichnung vor. Mit ca. 1.600 Minuten Gesprächs- und Experimentierzeit stellte es ein umfangreiches Material dar, das für die Analyse bereitstand.

Vor der „interpretativen Auswertung“ dieser Daten wurden alle Aufzeichnungen wortwörtlich (aber nicht lautgetreu) transkribiert (Bortz & Döring 2006, S. 311): Neben gesprochenen Worten wurden auch nonverbale Äußerungen (Mimik und Gestik) verschriftlicht, sofern diese „für die Interpretation von erheblicher Bedeutung“ sein konnten (Lamnek 2005, S. 403). Vermerkt wurden zudem längere Denkpausen sowie „Besonderheiten der Antwort“, wie z. B. „zögernd, gedehnt, lachend“ (Gläser & Laudel 2010, S. 194). Nicht mit in das Transkript aufgenommen wurden hingegen längere Experimentier- und Handlungsverläufe (außer, es wurden dabei Besonderheiten festgestellt), schließlich war für die Auswertung die kognitive Aufgabenbewältigung zentral.

Die Auswertung der Transkripte erfolgte nach der Methode der strukturierten „qualitativen Inhaltsanalyse“, einem typischen Auswertungsverfahren der qualitativen Sozialforschung (Mayring 2002, S. 114ff.). Hierbei wird anhand von deduktiv oder induktiv entwickelten Kategorien das schriftliche Material fokussiert gesichtet und analysiert (Mayring 2010, S. 83). In der vorliegenden Untersuchung standen bereits im Vorfeld die Auswertungskategorien fest, schließlich interessierte, wie die Kinder die einzelnen Aufgabenanforderungen innerhalb einer jeden Experimentiereinheit bewältigen konnten. Jede Aufgabe stellte somit eine Kategorie dar, sodass sich pro Experimentiereinheit insgesamt sechs (Ober-)Kategorien deduktiv ableiten ließen (siehe die sechs Kästchen in Abb. 35):

- Experiment 1: Reproduktionsaufgabe (AB I)
- Experiment 2: Reproduktionsaufgabe (AB I)
- Experiment 2: Anwendungsaufgabe (AB II)
- Experiment 3: Reproduktionsaufgabe (AB I)
- Experiment 3: Anwendungsaufgabe (AB II)
- Experiment 3: Problemlöseaufgabe (AB III)

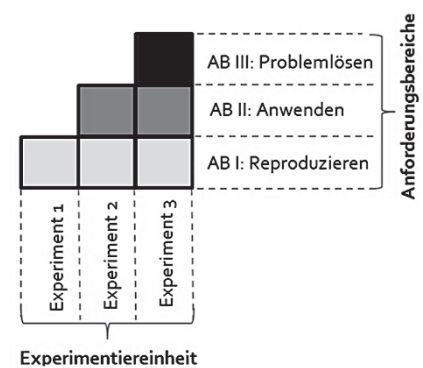


Abb. 35: Aufgaben einer Einheit



Um den Ausprägungsgrad der Aufgabenbewältigung allgemein charakterisieren zu können, wurden auf induktivem Wege, also auf Basis des vorliegenden Analysematerials, folgende drei Unterkategorien gebildet:

- Aufgabe selbstständig gelöst
- Aufgabe mit Hilfestellung gelöst
- Aufgabe nicht gelöst⁷⁹

Jeder dieser Unterkategorien wurde eine „Ampelfarbe“ zugeordnet, sodass die einzelnen Kästchen der vorher abgebildeten „Treppe“ (Abb. 35) bei der Datenauswertung damit einfach eingefärbt werden konnten. Da diese drei Unterkategorien für jede Aufgabe geeignet waren, konnte ein einheitliches Analysesystem über alle Aufgabenanforderungen und Experimentiereinheiten hinweg umgesetzt werden.

Die Ausprägung der einzelnen Unterkategorien kann für jeden Anforderungsbereich (AB) aber auch noch näher beschrieben werden:

AB I: Das Kind ...

- gibt die Beobachtungen mit eigenen Worten vollständig wieder
- beschreibt die Beobachtungen mit Hilfe von vorgegebenen Antwortalternativen
- verbalisiert die Beobachtungen nicht bzw. die Aussagen weichen davon ab

AB II: Das Kind ...

- deutet das Versuchsergebnis selbstständig und fachlich richtig
- erkennt Zusammenhänge, wenn Hilfestellungen und Inputs vorgegeben werden
- gibt keine oder nur eine falsche Erklärung bzw. beschränkt sich nur auf die Beobachtung

AB III: Das Kind ...

- entwickelt eigene Ideen und Vorhersagen, zieht selbstständig Schlussfolgerungen
- gibt Vorhersagen ab und argumentiert, wenn Auswahlmöglichkeiten vorgegeben werden
- äußert sich dazu nicht bzw. gibt zu verstehen, dass es „keine Ahnung“ hat

⁷⁹ Wichtig ist zu betonen, dass die Kategorie „Aufgabe nicht gelöst“ lediglich ausdrückt, dass das Kind nicht in der Lage war, diese Aufgabe im Rahmen der Experimentiereinheit zu lösen, d. h. die Lösung musste ihm vorgegeben werden. Ob und inwieweit das Kind die Erklärungen aufgenommen und verstanden hat, geht aus der Datenanalyse nicht hervor. In dieser Untersuchung ging es nur darum herauszufinden, inwieweit ein Kind diese Aufgabenschritte alleine bzw. mit Hilfestellung „gehen“ kann – der Lernertrag wurde nicht erfasst.



Damit das Textmaterial den Kategorien eindeutig zugeordnet werden konnte, wurde zu jeder Unterkategorie ein Ankerbeispiel, also eine exemplarische Textstelle, angeführt, die als Vergleichsgröße diente (vgl. Mayring 2002, S. 18f.).

Nachdem das gesamte Datenmaterial kategorisiert war, konnte „geprüft werden, welche Kategorien am häufigsten kodiert wurden“ (ebd., S. 117). So wurde in der vorliegenden Untersuchung u. a. herausgearbeitet, welche Unterkategorien bei der Aufgabenbewältigung der einzelnen Anforderungen jeweils überwiegen.

Die Ergebnisse der Auswertung der Aufgabenbewältigung aller 10 Experimentiereinheiten werden wie folgt dargestellt:

- Im ersten Teil der Ergebnisdarstellung wird angegeben, wie die drei unterschiedlichen Aufgabenanforderungen einer jeden Einheit von den acht Kindern insgesamt gelöst wurden. Betrachtet wird somit die Lösungshäufigkeit folgender drei Oberkategorien:
 - Experiment 1: Reproduktionsaufgabe
 - Experiment 2: Anwendungsaufgabe
 - Experiment 3: Problemlöseaufgabe (siehe Abb. 36).

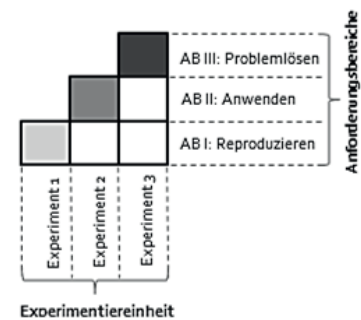


Abb. 36: Aufgaben mit anderen Anforderungsbereichen

Diese Ergebnisse können Hinweise darauf geben, ob die Aufgabenanforderungen auch differenziert genug gestaltet waren, um unterschiedliche Kompetenzniveaus bei den untersuchten SchülerInnen feststellen zu können.

- Im zweiten Teil der Ergebnisdarstellung wird analysiert, ob sich die acht Kinder im Rahmen einer Experimentiereinheit bei der Bewältigung von Anwendungsaufgaben insgesamt verbessert haben. Dementsprechend wird die Lösungshäufigkeit folgender zwei Oberkategorien miteinander verglichen:
 - Experiment 2: Anwendungsaufgabe
 - Experiment 3: Anwendungsaufgabe (siehe Abb. 37).

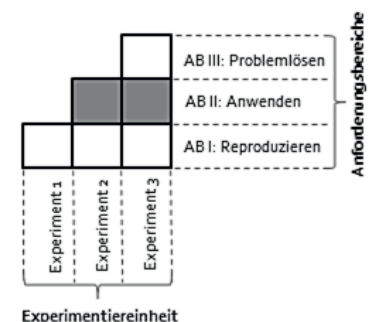


Abb. 37: Aufgaben des Anforderungsbereiches „Anwenden“



- Im dritten und letzten Schritt der Auswertung wird für jedes Kind veranschaulicht, wie es die einzelnen Aufgaben aller 10 Experimentiereinheiten bewältigt hat. Betrachtet werden somit alle Kästchen der „Treppendarstellung“ (siehe Abb. 38). Je nachdem, wie ein Kind die Aufgaben bewältigt hat, werden die einzelnen Kästchen einer jeden Experimentiereinheit dann rot, gelb oder grün eingefärbt.

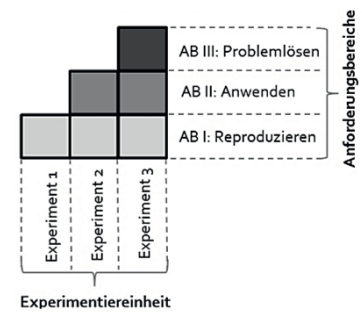


Abb. 38: Alle Aufgaben der Einheit

Dies gibt Auskunft über das naturwissenschaftliche Kompetenzniveau der einzelnen Kinder im Hinblick auf die bearbeiteten Experimentiereinheiten. Neben interindividuellen Vergleichen (Aufgabenbewältigung derselben Aufgabe bei verschiedenen Kindern) sind auch intraindividuelle Vergleiche (Aufgabenbewältigung eines Kindes bei verschiedenen Aufgaben und Inhalten) möglich (siehe Abb. 39).

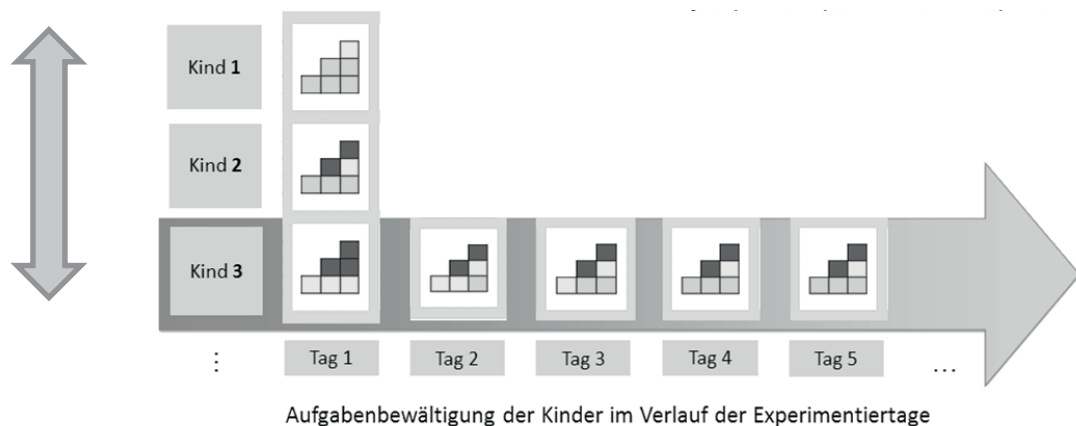


Abb. 39: Interindividueller und intraindividueller Vergleich der Aufgabenbewältigung

Bereits an dieser Stelle sei erwähnt, dass ein Vergleich der Aufgabenbewältigung eines Kindes im Verlauf der 10 Experimentiereinheiten zwar möglich ist, aber Einschränkungen unterliegt. Denn es muss berücksichtigt werden, dass die SchülerInnen bei jeder Experimentiereinheit mit unterschiedlichen und teilweise auch ganz anderen Inhalten konfrontiert wurden. Zuverlässige Vergleiche, die Rückschlüsse auf eine mögliche Verbesserung der Leistung der SchülerInnen erlauben, sind innerhalb einer Experimentiereinheit möglich – denn dann ist der inhaltliche, naturwissenschaftliche Phänomenkreis identisch.

5.6.2.1. Lösungshäufigkeit der einzelnen Aufgabenanforderungen

Im Rahmen dieser Untersuchung haben insgesamt acht SchülerInnen einer zweiten Klasse 10 Experimentiereinheiten einzeln durchgeführt. Jede Experimentiereinheit umfasste Aufgaben aus allen drei Anforderungsbereichen: AB I (Reproduzieren), AB II (Anwenden), AB III (Problemlösen / Schlussfolgern).

Die drei Balken einer jeden Grafik (siehe Abb. 40) geben für jede Experimentiereinheit wieder, wie die einzelnen Anforderungen von den 8 Kindern bewältigt wurden. Jedes farbige Kästchen eines Balkens entspricht einem Kind.

Legende:

- Kind, das diese Aufgabe selbstständig bewältigt hat
- Kind, das diese Aufgabe mit Hilfe bewältigt hat
- Kind, das diese Aufgabe nicht bewältigt hat

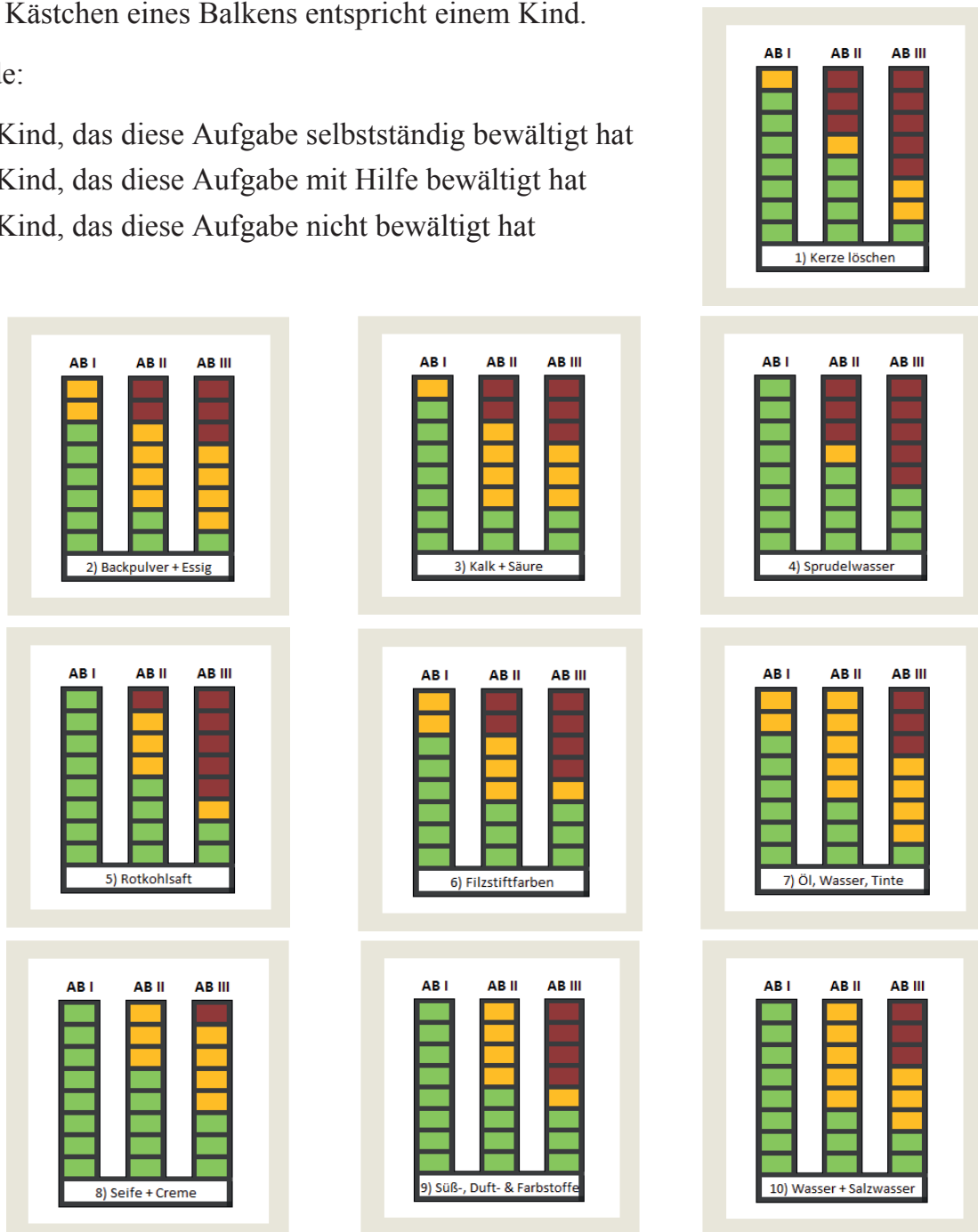


Abb. 40: Aufgabenbewältigung der einzelnen Anforderungen einer jeden Experimentiereinheit



Abb. 40 zeigt, dass die Aufgaben des kognitiv am wenigsten anspruchsvollen Anforderungsbereiches (AB I: Reproduzieren) vom Großteil der SchülerInnen immer alleine gelöst werden konnte: Die Farbe „grün“ überwiegt bei diesen Balken, d. h. die meisten SchülerInnen konnten die Beobachtung der Versuchsergebnisse selbstständig wiedergeben.

Je höher der Anforderungsbereich der Aufgaben wird, desto häufiger sind auch „gelbe“ und „rote Kästchen“ in den Balken zu finden. Dies ist ein Anzeichen dafür, dass diese Aufgaben für die Kinder schwerer zu lösen waren: Nur einzelne SchülerInnen konnten diese Aufgaben noch selbstständig bearbeiten; die meisten Kinder benötigten dafür Hilfestellungen oder konnten diese Aufgaben nicht bewältigen. Dabei zeigt sich für alle Inhaltsbereiche (Experimentiereinheiten), dass die Aufgaben des Anforderungsbereiches III (Problemlösen) die geringste Lösungshäufigkeit aufweist. Nicht immer – also nicht bei jeder Experimentiereinheit – sind die Unterschiede in der Aufgabenbewältigung zwischen dem Anforderungsbereich II (Anwenden) und dem Anforderungsbereich III (Problemlösen) aber gleichermaßen deutlich ausgeprägt (siehe Abb. 40).

5.6.2.2. *Vergleich der Lösungshäufigkeit bei Anwendungsaufgaben*

Im Rahmen einer jeden Experimentiereinheit haben die acht SchülerInnen jeweils drei naturwissenschaftliche Experimente zum selben inhaltlichen Phänomenkreis durchgeführt. Beim ersten Experiment wurde den Kindern das naturwissenschaftliche Phänomen erklärt. Für das zweite und dritte Experiment wurde dann untersucht, inwieweit die einzelnen Kinder in der Lage sind, sich die Deutung des zweiten und dritten Experimentes selbst zu erschließen.

Die Zweier-Balken in Abb. 41 geben an, wie die acht Kinder diese Aufgaben des Anforderungsbereiches II (Anwenden) beim zweiten Experiment (E 2) und beim dritten Experiment (E 3) einer jeden Einheit gelöst haben. Der Vergleich der Aufgabenbewältigung zwischen den beiden Balken einer Einheit zeigt, dass sich die SchülerInnen im Verlauf einer Experimentiereinheit insgesamt verbessert haben: Zwischen dem linken und dem rechten Balken ist häufig ein Farbwechsel von „rot“ nach „gelb“ oder von „gelb“ nach „grün“ erkennbar. Zum Teil blieb das Kompetenzniveau einiger Kinder aber auch konstant (hoch).



Legende:

- Kind, das diese Anforderung selbstständig bewältigt hat
- Kind, das diese Anforderung mit Hilfestellung bewältigt hat
- Kind, das diese Anforderung nicht bewältigt hat



Abb. 41: Vergleich der Lösungshäufigkeit der beiden Aufgaben des Anforderungsbereiches II (Anwenden) innerhalb einer jeden Experimentiereinheit

Zudem fällt in Abb. 41 auf, dass die Rot-Töne in den Balken-Grafiken von der ersten bis zur zehnten Experimentiereinheit tendenziell immer weniger werden. Ab Einheit 7 sind nur noch Gelb- und Grün-Töne in den Balken zu finden. Dies deutet darauf hin, dass die acht SchülerInnen nicht nur innerhalb einer Experimentiereinheit, sondern auch im Verlauf der Experimentierreihe zunehmend in der Lage waren, den naturwissenschaftlichen Hintergrund eines Experimentes zu erklären – entweder alleine oder mit Hilfestellung.



5.6.2.3. Ergebnisse der einzelnen SchülerInnen

Die farbigen „Treppmuster“ in Abb. 43 und Abb. 44 stellen für jedes Kind dar, wie es die einzelnen Aufgabenanforderungen aller 10 Experimentiereinheiten bewältigt hat. Jedes „Treppmuster“ steht für eine Experimentiereinheit. Dementsprechend sind pro Kind 10 Treppmuster in einer Zeile abgebildet (fünf pro Seite).

Wird die Tabelle hingegen senkrecht gelesen und werden somit die Spalten betrachtet, dann wird anhand der acht Treppmuster sichtbar, wie eine Experimentiereinheit von den acht SchülerInnen jeweils bewältigt wurde. Daraus können dann Unterschiede im Leistungsniveau der einzelnen SchülerInnen abgeleitet werden.

Je mehr grüne Kästchen in einem Treppmuster vorhanden sind, desto mehr Aufgaben konnte ein Kind im Rahmen dieser Experimentiereinheit selbstständig lösen.

Legende:

- Anforderung selbstständig bewältigt
- Anforderung mit Hilfestellung bewältigt
- Anforderung nicht bewältigt

Ein Treppmuster wie in Abb. 42 würde z. B. Folgendes bedeuten:

Das Kind F) hat bei der Experimentiereinheit 1 alle Reproduktionsaufgaben (AB I) richtig gelöst, d. h. es konnte bei jedem der drei durchgeführten Experimente die Beobachtung selbstständig wiedergeben. Alle drei Kästchen des AB I sind daher grün gefärbt.

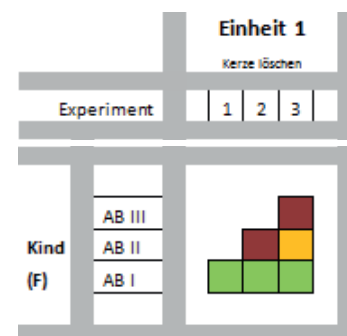


Abb. 42: Beispiel eines Treppmusters

Beim zweiten Experiment musste dem Kind die Erklärung des naturwissenschaftlichen Phänomens vorgegeben werden, d. h. das Kind konnte diese Aufgabenanforderung (II) nicht bewältigen. Das Kästchen ist daher rot. Beim dritten Experiment dieser Einheit konnte das Kind diese Anforderung (II) mit etwas Hilfe bewältigen: Das Kästchen ist gelb, d. h. das Kind war nun in der Lage, das dritte Experiment mit ein paar Hilfestellungen zu erklären.

Die beim dritten Experiment gestellte Problemlöseaufgabe (AB III) konnte das Kind jedoch nicht bewältigen. Das Kästchen ist daher rot gefärbt.

		Einheit 1	Einheit 2	Einheit 3	Einheit 4	Einheit 5
		Kerze löschen	Backpulver + Essig	Kalk + Säure	Sprudelwasser	Rotkohlsaft
Experiment		1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Kind (A)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (B)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (C)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (D)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (E)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (F)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (G)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (H)	AB III					
	AB II					
	AB I					

Abb. 43: Ergebnisse der Einzelfallanalysen für die Experimentiereinheiten 1 bis 5

		Einheit 6	Einheit 7	Einheit 8	Einheit 9	Einheit 10
		Filzstiftfarben	Öl, Wasser, Tinte	Seife + Creme	Süß-, Duft- & Farbstoff	Wasser + Salzwasser
Experiment		1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Kind (A)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (B)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (C)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (D)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (E)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (F)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (G)	AB III					
	AB II					
	AB I					
Kind (H)	AB III					
	AB II					
	AB I					

Abb. 44: Ergebnisse der Einzelfallanalysen für die Experimentiereinheiten 6 bis 10



So lässt sich für jede Experimentiereinheit die individuelle Aufgabenbewältigung der acht untersuchten Kinder erschließen. Anhand der Farben wird schnell deutlich, dass die SchülerInnen unterschiedlich gut in der Lage waren, die einzelnen Aufgaben zu lösen. Einige SchülerInnen wie Kind A), B) und C) konnten immer oder fast immer alle Aufgabenanforderungen selbstständig bewältigen.

Und nicht nur das: Bei einigen Treppennustern musste sogar ein grünes oder gelbes Zusatzkästchen oberhalb der Treppe ergänzt werden. So war z. B. Kind A) in der Lage, bereits beim ersten Experiment der Einheit 1 eine Erklärung des naturwissenschaftlichen Phänomens zu geben (siehe Abb. 45), weil es bereits über das entsprechende Vorwissen verfügte. Auch bei der Durchführung späterer Experimentiereinheiten schafften es einige Kinder, die naturwissenschaftlichen Prinzipien vorhergehender Einheiten auf die Experimente der neuen Einheit zu übertragen bzw. anzuwenden.

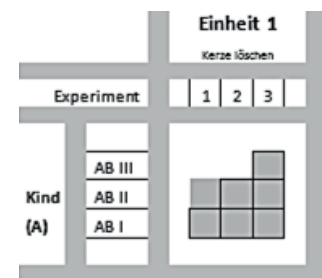


Abb. 45: Beispiel: Treppennuster mit Zusatzkästchen

Kind A) hat es geschafft, alle gestellten Aufgaben selbstständig zu lösen und darüber hinaus auch noch Anforderungen zu bewältigen, die ursprünglich gar nicht vorgesehen waren. D. h. es war in der Lage, auch zwischen den einzelnen Experimentiereinheiten Zusammenhänge herzustellen (siehe Zusatzkästchen oberhalb der Treppe). Von den untersuchten SchülerInnen war es jenes Kind, das bei der Aufgabenbewältigung am erfolgreichsten war. Es verfügt über das höchste naturwissenschaftliche Kompetenzniveau.

Bei Kind B) und Kind C) zeigte sich über den Verlauf der 10 Experimentiereinheiten, dass sie Reproduktionsaufgaben (AB I) und fast immer auch Anwendungsaufgaben (AB II) sicher lösen konnten. Problemlöseaufgaben (AB III) bewältigten die beiden Kinder zum Teil selbstständig, zum Teil mit Hilfestellung. Auch sie waren in der Lage, manchmal noch Zusatzleistungen zu erbringen. Die beiden Kinder befinden sich auf einem ähnlich hohen naturwissenschaftlichen Kompetenzniveau.

Kind D) und E) konnten die Reproduktionsaufgaben (AB I) immer selbstständig lösen. Bei den Anwendungsaufgaben zeigte sich innerhalb der Experimentiereinheiten ein Farbwechsel von gelb nach grün, d. h. die Kinder konnten die Experimente zum Teil mit Hilfestellung, zum Teil alleine lösen. Problemlöseaufgaben waren für diese beiden Kinder etwas schwerer: Rote und gelbe Kästchen sind bei dieser Aufgabenanforderung zu finden.



Kind F) und Kind G) konnten insgesamt noch weniger Problemlöseaufgabe bewältigen – nur vereinzelte Male konnten sie mit Hilfe diese Anforderungsstufe (III) bewältigen. Die beiden Kinder waren im Bereich des Reproduzierens (AB I) sicher und öfters auch in der Lage, mit mehr oder weniger Hilfestellung Experimente zu erklären (AB II).

Kind H) benötigte zum Teil bereits bei Reproduktionsaufgaben Hilfestellungen, war dann aber zunehmend in der Lage, die Beobachtung von Experimenten selbstständig wiederzugeben. Aufgaben zum Anwenden (II) waren für dieses Kind anfangs noch zu anspruchsvoll – mit Hilfestellungen konnte es dann aber bis zum Ende der Experimentierereinheit die Deutung des naturwissenschaftlichen Hintergrundes erschließen. Problemlöseaufgaben lagen außerhalb des Kompetenzniveaus dieses Kindes.

Zwischen den SchülerInnen dieser Klasse lassen sich also durchaus Unterschiede im naturwissenschaftlichen Kompetenzniveau feststellen.



5.6.3. Auswertung und Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung

Zu jedem Experimentiertag lagen Erlebnisprotokolle vor, d. h. die erhobenen Daten mussten nicht mehr aufbereitet werden. Bei der Auswertung wurden die gesamten Erlebnisprotokolle noch einmal gesichtet, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den situativen Verhaltensweisen, welche die Kinder beim Experimentieren zeigten, herauszuarbeiten. Da es sich um Erlebnisprotokolle handelt, können die erhobenen Daten immer nur subjektive Eindrücke wiedergeben – d. h. die Ergebnisse unterliegen einem selektiven und interpretativen Einfluss.

So zeigte sich insgesamt, dass das naturwissenschaftliche Experimentieren bei allen Kindern positive Reaktionen hervorrief: Die Kinder waren am naturwissenschaftlichen Phänomen, vor allem aber am Tun interessiert. Es wurden aber auch Unterschiede im Verhalten der Kinder deutlich: So fiel öfters auf, dass für einige Kinder selbst einfache Alltagsphänomene sehr überraschend und erstaunlich waren, während diese für andere Kinder, die im häuslichen Umfeld schon verschiedene Vorerfahrungen gesammelt hatten, ganz selbstverständlich waren. Das bloße Wiedergeben der Beobachtung forderte Letztere nicht sonderlich heraus: Sie konnten sich schon mit sehr differenzierten, treffenden Begriffen ausdrücken. Andere Kinder suchten zum Teil noch nach Worten, um das, was sie sahen, beschreiben zu können oder forderten die Beschreibung des Phänomens indirekt vom Erwachsenen ein: 'Schau mal!' Wurde in solchen Fällen nachgefragt, was es denn hier zu 'sehen' gibt, zeigte es sich, dass die Kinder durchaus in der Lage waren, ihre Beobachtung mit eigenen, einfachen Worten wiederzugeben. Es bedurfte aber einer entsprechenden Aufforderung.

Sobald es um die Erklärung des Experimentes ging, war die Reaktion der meisten Kinder zurückhaltender und das Verhalten sichtbar weniger emotional als bei der Versuchsdurchführung und -beobachtung. Auch diese Phase des Experimentierens kann aber noch einmal differenzierter betrachtet werden: So fiel auf, dass einige Kinder bei Anwendungsaufgaben schon sehr selbstsicher waren und zunehmend von sich aus Erklärungsvorschläge einbrachten: 'Ah, ich glaube, ich weiß warum das so ist!' Wenn Kinder solche „Aha-Erlebnisse“ hatten, dann waren freudige und euphorische Reaktionen bei den Kindern sichtbar. Interesse an der Deutung zeigten vor allem leistungsstärkere SchülerInnen. Diese forderten manchmal sogar selbst die Erklärung ein, wenn Versuchsergebnisse sie überraschten: 'Hä, warum ist das so?' Hier merkte man regelrecht, wie die Kinder mitdachten und das beobachtete Phänomen auch begreifen wollten. Nicht allen Kindern war die Erklärung aber so wichtig. Dies zeigte sich daran, dass die Aufmerksamkeit einiger Kinder sank: Zum Teil waren sie immer noch auf das Phänomen fokussiert oder sie han-



tierten dann, wenn die Ausführungen der Erklärung länger dauerten, immer mal wieder mit den Experimentiergegenständen herum. Die Erklärung wurde zwar immer geduldig aufgenommen, man merkte aber, wie die Kinder wieder „aufblühten“, wenn das nächste Experiment der Einheit anstand – weg, von der passiven Rolle (Registrieren der Deutung), hin zur aktiven Rolle (Experimentieren). Manche Kinder trauten sich anfangs bei Anwendungsaufgaben (Erklären) eine aktivere Rolle auch nicht zu. So zögerten einige Kinder zu Beginn noch, selbst eine Erklärungen einzubringen, auch wenn sie diese vielleicht wussten. Hier war wichtig, dass nachgefragt und ihnen signalisiert wurde, dass man interessiert daran ist, was sie denken – egal ob falsch oder richtig. Hatten die Kinder wiederholt Erfolgserlebnisse bei der Deutung, so merkte man, wie das Zutrauen der Kinder wuchs, Erklärungsvorschläge einzubringen.

Problemlöseaufgaben fanden die Kinder in der Regel sehr spannend – auch dann, wenn sie selbst nicht den Lösungsvorschlag liefern konnten. Sie waren dann aber zumindest interessiert daran, den Lösungsweg zu erfahren und somit mit Hilfe eines Experimentes etwas herauszufinden. Andere Kinder entwickelten bei der Suche nach einer Problemlösung hingegen einen regelrechten Ehrgeiz – und zeigten sichtlich ein Gefühl von Stolz und Freude, wenn ihr Lösungsvorschlag zum Ziel führte bzw. der Versuch den Verlauf nahm, den sie beim Aufstellen von Hypothesen vorhergesagt hatten.

Insgesamt merkte man über den Verlauf der Experimentierreihe, dass die SchülerInnen mit dem Ablauf der Experimentiereinheiten und der damit verbundenen Aufgabenbewältigung zunehmend vertrauter wurden. Die Kinder wussten, was sie erwartet und wurden dann auch in den einzelnen Handlungsschritten selbstständiger. So mussten sie z. B. immer seltener aufgefordert werden, ihre Beobachtung zu verbalisieren, sondern machten dies – ganz selbstverständlich – schon von sich aus. Auch konnte der Eindruck gewonnen werden, dass die Kinder verstanden hatten, dass einige naturwissenschaftliche Phänomene gemeinsamen Prinzipien unterliegen, die auch auf andere Naturphänomene übertragbar sind.



5.7. Diskussion der Ergebnisse

Ziel dieser empirischen Untersuchung war es, herauszufinden, ob die Experimentiereinheiten differenziert genug gestaltet waren, um unterschiedliche naturwissenschaftliche Kompetenzniveaus und evtl. Kompetenzentwicklungen bei den einzelnen SchülerInnen einer zweiten Klasse zu erfassen. Dazu wurden acht Einzelfallanalysen umgesetzt: Mit jedem der Kinder wurden 10 Experimentiereinheiten á drei Experimente einzeln durchgeführt und dabei Daten mittels Methoden der qualitativen Sozialforschung erhoben. Die einzelnen Ergebnisse, die in den vorausgehenden Kapiteln dargestellt wurden, werden im Folgenden noch einmal zusammenfassend diskutiert.

Die Ergebnisse der Befragung der Lehrperson zeigten, dass es sich bei den untersuchten SchülerInnen um Kinder mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen handelt. Ebenso wurde anhand der Ergebnisse des diagnostischen Gesprächs deutlich, dass die Kinder unterschiedlich gut darin waren, die Aufgabenanforderungen der differenzierten Experimentiereinheiten zu bewältigen. Wird das damit erfasste naturwissenschaftliche Kompetenzniveau mit jenem Kompetenzniveau verglichen, das die Lehrperson den Kindern zugesprochen hat, dann lassen sich deutliche Übereinstimmungen feststellen: Je höher das kognitive Leistungsniveau der SchülerInnen von der Lehrperson eingeschätzt wurde, desto erfolgreicher waren die Kinder beim Lösen der differenzierten Experimentieraufgaben. Dies zeigt sich für den gesamten Verlauf der Experimentierreihe und spricht für die Zuverlässigkeit der naturwissenschaftlichen Experimentiereinheiten als Diagnoseinstrument.

Das soll aber nicht heißen, dass bei den einzelnen Kindern bei jeder Experimentiereinheit immer genau dasselbe „Treppmuster“ festgestellt wurde. Manchmal konnten die SchülerInnen bei einer Experimentiereinheit Aufgaben eines bestimmten Anforderungsbereichs mit Hilfestellung lösen, bei einer anderen Einheit hingegen nicht. Gründe dafür könnten z. B. unterschiedliche Tagesverfassungen bzw. Konzentrationsleistungen, unterschiedlich gut differenzierende Aufgabenstellungen, unterschiedlich komplexe naturwissenschaftliche Inhalte oder auch ein unterschiedlich stark vorhandener thematische Zusammenhang zwischen den einzelnen Experimentiereinheiten sein. Große Schwankungen in dem Sinne, dass ein Kind einmal nur die Aufgaben des ersten Anforderungsbereiches lösen konnte und dann zum Beispiel bei einer anderen Experimentiereinheiten auch Problemlöseaufgaben bewältigen konnte, gab es aber nicht. Dies spricht dafür, dass alle Experimentiereinheiten ausreichend differenzierte Aufgabenanforderungen an die SchülerInnen stellten.



Rückschritte bei der Aufgabenbewältigung innerhalb einer Experimentiereinheit gab es nie. Im Gegenteil: Der Vergleich der Aufgabenbewältigung des Anforderungsbereiches II (Anwenden) machte deutlich, dass sich viele Kinder innerhalb einer Experimentiereinheit in der Fähigkeit, naturwissenschaftliche Phänomene zu deuten, verbessern konnten. Ein wichtiges Ergebnis – macht dies doch deutlich, dass durch das Durchführen dieser Experimentierangebote eine Förderung im Bereich des naturwissenschaftlichen Verständnisses erfolgen kann.

Zudem wurde ersichtlich, dass sich das naturwissenschaftliche Verständnis der untersuchten SchülerInnen insgesamt im Verlauf der 10 Experimentiereinheiten leicht an hob. Es kann aber nicht definitiv gesagt werden, woran das liegt: Haben sich die Kinder durch die wiederholten Erfahrungen an die „Art“ des Denkens gewöhnt, die „Logik“ des Aufbaus der Experimentiereinheit durchschaut und sich dadurch verbessert? Lag es daran, dass die Kinder mit zunehmender Experimentiererfahrung selbstbewusster wurden und es sich somit auch mehr zutrauten, Erklärungsvorschläge abzugeben? Hinweise dafür würden die Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtungen liefern. Theoretisch könnte es aber auch daran liegen, dass die Inhalte der letzten fünf Experimentiereinheiten von den naturwissenschaftlichen Konzepten einfacher waren, sodass die Kinder eher zu einem Verständnis gelangen konnten. Dies müsste durch weitere Forschungsarbeiten noch geklärt werden. So könnten noch einmal Einzelfallstudien mit einigen Kindern durchgeführt und dabei die Reihung der Experimentiereinheiten verändert werden (ohne dabei aber auf einen logischen, systematischen Aufbau der Themen zu verzichten). Es könnte z. B. untersucht werden, ob sich auch dann eine Verbesserung im Bereich des naturwissenschaftlichen Experimentierens über den Verlauf der Experimentierreihe zeigt, wenn der zweite Themenblock (Einheit 6 – 10) vor dem ersten Themenblock (1 – 5) erfolgt.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die differenzierten Experimentierangebote es möglich gemacht haben, den aktuellen Leistungsstand der einzelnen SchülerInnen zu erfassen. Sie haben aber auch aufgezeigt, was bei den Kindern der nächstmögliche, individuelle Entwicklungsschritt im Bereich des naturwissenschaftlichen Kompetenzerwerbs sein kann. Durch die unterschiedlichen Aufgabenanforderungen konnte somit eine individuelle Förderung der naturwissenschaftlichen Kompetenzen erfolgen.



6. Empirische Untersuchung II

Das naturwissenschaftliche Experiment – ein binnendifferenzierendes Förderinstrument?

6.1. Untersuchungsgegenstand

Nachdem in den Einzelfallanalysen aufgezeigt werden konnte, dass differenzierte naturwissenschaftliche Experimentiereinheiten der Kompetenzerfassung und -förderung dienen können, war es das Ziel dieser Untersuchung, die Experimentierangebote so aufzubereiten, dass sie möglichst auch im Klassenunterricht effektiv zum Einsatz kommen können. Denn nur dann ergibt sich daraus ein direkter Nutzen für die Unterrichtspraxis. Eine Einzelbetreuung könnte vielleicht im Rahmen eines zusätzlichen Förderangebots sinnvoll sein, „der wichtigste Förderort ist [aber] nach wie vor der [Klassen-]Unterricht, und zwar bezogen auf Prävention und Förderung“ (Scherer & Opitz 2010, S. IV).

Es wird von folgender Leithypothese ausgegangen:

Die entwickelten differenzierten Experimentiereinheiten eignen sich als binnendifferenzierendes Förderinstrument: Sie bewirken bei allen SchülerInnen der untersuchten Klasse – so auch bei leistungsschwachen SchülerInnen – einen langfristigen, individuellen Lerneffekt und den Aufbau eines positiven Fähigkeitsselbstkonzeptes im Bereich des naturwissenschaftlichen Experimentierens.

Die Untersuchung sollte – wie die Einzelfallanalysen – mit SchülerInnen der zweiten Klasse durchgeführt werden. Angestrebt wurde auch hier wiederum eine möglichst heterogene Fallauswahl (siehe Kapitel 5.1). Neben einer fachlichen, individuellen Förderung im Bereich der Naturwissenschaften stand nun auch die Stärkung des Fähigkeitsselbstkonzeptes im Fokus des Forschungsinteresses.



6.2. Beschreibung des entwickelten Experimentiermaterials

Um den SchülerInnen einer zweiten Grundschulklasse die Möglichkeit zu geben, die Experimente im Unterricht selbstständig durchzuführen und sich die naturwissenschaftlichen Inhalte in ihrem individuellen Lerntempo zu erarbeiten (und nicht nur nach einem Lehrerdemonstrationsexperiment die Experimente zu reproduzieren, also zu wiederholen), wurden im Vorfeld dieser Untersuchung Experimentierbücher entwickelt. Zu jedem Experiment wurde eine Bildgeschichte (mit kurzen Texten) erstellt und in Form von Büchern im Format DIN A6 gebunden. Pro Experimentiereinheit lagen somit drei Experimentierbücher vor.⁸⁰ Alle Blätter wurden – wie bei einem Buch – doppelseitig bedruckt. Auf jeder Seite war immer nur eine Grafik der Versuchsdurchführung abgebildet, sodass sich die Kinder Schritt für Schritt im Buch voran arbeiten konnten. Dies sollte zum einen der Übersichtlichkeit dienen, zum anderen aber auch – ähnlich wie bei einem Buch – den Spannungsbogen aufrechterhalten.

Experimentieranleitungen, wie sie üblicherweise in höheren Klassenstufen eingesetzt werden, wären aufgrund ihrer Textlastigkeit für SchülerInnen dieser Altersstufe (7 bis 8 Jahre) noch ungeeignet gewesen. Auch eine Intensivbetreuung durch die Lehrperson, die alle Experimentierschritte angibt und begleitet – so wie dies in den vorhin beschriebenen Einzelinterventionen der Fall war – ist im Klassenunterricht mit allen SchülerInnen nicht umsetzbar.

Während des naturwissenschaftlichen Experimentierens in der Klasse übernimmt daher „die Forscherameise Fred“, der Protagonist der Experimentierbücher, die Rolle des Lernbegleiters. Diese Identifikationsfigur hat Gisela Lück (2009b) im Rahmen des experimentierbegleitenden Storytellings ins Leben gerufen.⁸¹ Werden naturwissenschaftliche Experimente in Geschichten eingebettet, dann spricht dies die Kinder affektiv an und motiviert sie zur Mitarbeit – nicht zuletzt behalten die SchülerInnen die Experimente dadurch auch besser im Gedächtnis (ebd., S. 11f.; Lück 2009b, S. 5; Schekaz-Schopmeier 2009). In den für die vorliegende Untersuchung entwickelten Experimentierbücher führt die Ameise Fred die Kinder durch das Experiment, stellt dabei immer wieder Fragen, welche die Kinder zum Nachdenken anregen soll und liefert am Ende die Deutung des naturwissenschaftlichen Phänomens.

⁸⁰ Die Experimentiereinheiten entsprechend jenen der Untersuchung I. Ein Beispiel einer Experimentierbuch-Reihe ist im Anhang in verkleinerter Form abgebildet.

⁸¹ Mit dem Begriff Storytelling ist eine Methode gemeint, bei der das naturwissenschaftliche Experiment in eine Geschichte eingebettet wird, um bei den Kindern das emotionale und deklarative Gedächtnis (Faktengedächtnis, Vertrautheitsgedächtnis, episodisches Gedächtnis) anzusprechen (Lück 2009b, S. 139f.).



Zum Aufbau der Experimentierbücher:

Das Thema der Experimentiereinheit wird auf der Titelseite der Experimentierbücher mit einem Bild der Ameise Fred bzw. mit seinen Ameisen-Freunden veranschaulicht. Neben dem Titel der Experimentiereinheit ist auch angegeben, um welches der drei Experimente dieser Einheit es sich handelt. Zudem soll der farbige Rahmen auf dem Titelblatt (rot, gelb oder grün) sowie der farbige Buchrücken-Karton (rot, gelb oder grün) die Unterscheidung der drei Experimentierbücher erleichtern.

Zu Beginn eines jeden Experimentierbuches steht immer eine Frage oder Problemstellung der Ameise Fred, die zum jeweiligen naturwissenschaftlichen Experiment hinführt: Fred ist am Überlegen, er möchte etwas herausfinden – seine Gedanken sind in einer Denkblase wiedergegeben.

In einer gelben Sprechblase sind dann die gesamten Materialien aufgelistet, die Fred (und die Kinder) für die Durchführung des Experimentes benötigen. Neben einer bildhaften Darstellung der Materialien sind hier auch die Bezeichnungen der einzelnen Experimentiermaterialien angegeben. So können sich die Kinder schon von Beginn an mit den Abbildungen der in der Experimentieranleitung vorkommenden Materialien vertraut machen.

Die einzelnen Schritte der Versuchsdurchführung sind gänzlich bildhaft dargestellt worden. Dies sollte sicherstellen, dass auch Kinder, welche nicht so gut lesen können, der Experimentieranleitung folgen können. Durch das Vermeiden längerer Texte (es kamen max. Drei-Wort-Sätze vor) bei der Beschreibung der Versuchsdurchführung sollte der Leseanteil im Buch insgesamt reduziert werden. Schließlich sollten die SchülerInnen einer zweiten Grundschulklasse während des Experimentierens nicht in ihrer Lesekompetenz und -ausdauer überfordert werden. Um die einzelnen Experimentierschritte für die Kinder dennoch nachvollziehbar zu machen, war es wichtig, dass die Bilder möglichst einfach, klar und eindeutig waren. Die Abbildungen wurden nur dann coloriert, wenn dies für das Verständnis sinnvoll war.

Mit Ausnahme der „Ameisenbilder“, die den Forscherkarten der Fred-Forschermappen von Lück (2009b und 2010a) entstammen⁸², wurden alle Bilder des Experimentierbuches selbst gezeichnet: Die einzelnen Experimentiergegenstände lagen als Einzelbilder vor⁸³ und wurden dann – ähnlich wie bei einer Collage – zu einem Gesamtbild zusammenge-

⁸² Die im Finken-Verlag erschienen Fred-Forschermappen wurden von Franziska Harvey illustriert.

⁸³ An dieser Stelle sei ein großer Dank an Helene Jantzen und Dr. Miriam Schmidt des Arbeitskreises Didaktik der Chemie der Universität Bielefeld ausgesprochen, die bei der Anfertigung der Abbildungen der einzelnen Experimentiergegenstände tatkräftig mitgeholfen haben.



setzt. Durch das Duplizieren des jeweiligen Gesamtbildes und dem Hinzufügen oder Entfernen einiger Gegenstände entstanden nach und nach Abfolgen von Bildern, die jeweils den nächsten Schritt in der Versuchsdurchführung veranschaulichten. Da immer wieder dieselben Abbildungen verwendet wurden, konnte sichergestellt werden, dass die Materialien auf jedem Bild gleich aussehen. Eine einheitliche Darstellungsweise über alle Experimentiereinheiten hinweg sollte den Kindern das (Wieder-) Erkennen und Zurechtfinden durch bereits bekannte Strukturen erleichtern. Die Bilder der Versuchsdurchführung sind teilweise sehr kleinschrittig dargestellt worden, was vielleicht nicht immer (oder für alle SchülerInnen) notwendig gewesen wäre. Durch das Darstellen von Zwischenergebnissen der vorausgehenden Handlung hatten die Kinder so aber immer die Möglichkeit zur Selbstkontrolle.

Nach der bildhaft dargestellten Versuchsdurchführung erscheint im Experimentierbuch erneut die Forscherameise Fred. Mit ihrer Frage „Was passiert?“ soll sie die Kinder dazu anregen, über ihre Beobachtungen nachzudenken bzw. zu sprechen.

Die Experimentierbücher wurden von der Seitenanordnung so eingerichtet, dass auf der Rückseite der fragenden Fred-Ameise immer die Lösung, in diesem Fall das Experimentierergebnis, dargestellt ist. So hatten die Kinder die Möglichkeit, ihr erzieltetes Versuchsergebnis mit dem Ergebnis im Buch zu vergleichen. Gleichzeitig sollte damit aber auch verdeutlicht werden, worauf sich das Wort „das“ in der nächsten Frage von der Ameise Fred bezieht: „Warum ist das wohl so?“ Eine Frage, die bei den SchülerInnen einen Deutungsversuch anstoßen sollte. Die „Lösung“, also die Erklärung des naturwissenschaftlichen Phänomens ist wiederum auf der Rückseite dieser Frage zu finden. Der Erklärungstext wurde graphisch immer eingerahmt, um – im Sinne eines Merksatzes – diesen für die Kinder hervorzuheben.

Um den Lesefluss zu erleichtern wurden zentrale Wörter, die in den Texten öfters vorkommen, eingefärbt. Bei der Wahl der Schriftart wurde darauf geachtet, dass sie für die Kinder dieser Altersstufe gut lesbar ist. Hierzu wurde eine von einer Lehrperson zur Verfügung gestellte Computerschrift für Leseanfänger (Schriftname: DR HH OL) verwendet. Auch die Schriftgröße wurde kindgerecht und damit etwas größer ausgewählt. Da das sinnentnehmende Lesen bei einigen Kindern dieses Alters noch nicht so ausgeprägt ist, sollten die Sätze nicht zu lang bzw. zu verschachtelt sein; Die verwendeten Wörter sollten möglichst einfach und die Erklärung insgesamt nicht zu lange, also in wenigen Sätzen zu lesen sein.

Wenn es möglich war, dann wurde auch die Deutung des naturwissenschaftlichen Hintergrundes durch bildhafte Darstellungen veranschaulicht bzw. ergänzt. So bot es sich



z. B. beim Prinzip „Gleiches löst sich in Gleichem“ an, die Struktur der jeweiligen Teilchen immer unter einer „Riesenlupe“ zu veranschaulichen (strukturelle Deutungsebene).

Die Arbeitsblätter zu den Experimentierbüchern:

Zu jedem Experimentierbuch wurde ein passendes Arbeitsblatt im Format DIN A5 entworfen, welches die SchülerInnen im Unterricht bearbeiten sollten.

Um eine Verbindung zwischen dem Experimentierbuch und dem Arbeitsblatt herzustellen, wurde ein symbolischer Verweis im Experimentierbuch angebracht. Hierbei wurde auf ein Symbol („ins Heft schreiben“) zurückgegriffen, welches den SchülerInnen bereits aus anderen Schul- und Arbeitsmaterialien bekannt ist (z. B. „Zebra Arbeitsheft Lesen/Schreiben 2“). Dieses Symbol wurde farblich unterschiedlich eingefärbt (rot, gelb, grün) und auf Klebeetiketten ausgedruckt, sodass es flexibel auf der passenden Seite im Experimentierbuch angebracht werden konnte:⁸⁴ Die roten Symbole im „roten Buch“, die gelben im „gelben Buch“, die grünen im „grünen Buch“. Die Farben halfen den Kindern beim Zuordnen des entsprechenden Arbeitsblattes, da auch auf den Arbeitsblättern farbige Klebepunkte angebracht waren.

Die drei Arbeitsblätter einer jeden Experimentiereinheit stellten unterschiedliche Aufgabenanforderungen an die SchülerInnen:

- Experiment 1: Beobachtung wiedergeben
- Experiment 2: Deutung des Experimentes
- Experiment 3: Aufstellen von Hypothesen / Schlussfolgern

Aus Zeitgründen konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht bei jedem Experiment alles abgefragt werden – denn es wurden immer alle drei Experimente einer Einheit an einem Unterrichtstag durchgeführt. Werden die Experimente einzeln im Unterricht behandelt, dann ist es möglich und auch sinnvoll, jedes Experiment von den Kindern vollständig dokumentieren zu lassen. In diesem Fall könnten dann einfach mehr Klebeetiketten im Experimentierbuch angebracht werden.

Um ein Weiterblättern zu verhindern, wurde im Experimentierbuch neben dem Symbol „ins Heft schreiben“ auch noch eine farbige Briefklammer angebracht. Dies sollte die SchülerInnen dazu anhalten, zunächst selbst zu überlegen und das Arbeitsblatt zu bearbeiten – und nicht sofort die Lösung im Buch heranzuziehen. Wenn die Kinder jedoch

⁸⁴ Durch die Verwendung von Klebetiketten kann die Zahl der Arbeitsblätter variabel bestimmt werden.



das Gefühl hatten, sie können die Aufgabe alleine bzw. zu zweit nicht bewältigen, dann war es ihnen auch erlaubt, im Buch nachzusehen. Es handelte sich schließlich um Lernaufgaben. Im Sinne einer Differenzierung konnten die SchülerInnen somit auf unterschiedlich viel Hilfestellung bei der Bearbeitung der Aufgaben zurückgreifen.

Die Arbeitsaufträge auf den Arbeitsblättern wurden wiederum symbolhaft dargestellt: Stift-Symbole signalisierten, ob die Kinder etwas niederschreiben, verbinden oder ankreuzen sollten. Bei der Aufgabenstellung wurde darauf geachtet, dass der Schreib-Anteil der Kinder möglichst gering gehalten wird, damit das Bearbeiten des Arbeitsblattes im Rahmen der Experimentiereinheit nicht so viel Zeit in Anspruch nimmt und für die Kinder nicht so anstrengend ist.

Vorevaluation des Experimentiermaterials:

Bevor die Experimentierbücher im Klassenverband zum Einsatz kamen, wurden sie mit insgesamt 20 SchülerInnen einer integrativen Klasse (2. Jahrgangsstufe) erprobt. Die Vorevaluierung erfolgte in einer Parallelklasse der späteren Untersuchungsklasse im Winter 2012 und zwar außerhalb des Klassenunterrichtes: Jedes Kind der Klasse durfte einmal zum Experimentieren kommen und mit einem Mitschüler/einer Mitschülerin drei Experimente einer Einheit anhand der Experimentierbücher selbstständig durchführen.

Die ExperimentierpartnerInnen wurden von der Lehrperson so zusammengestellt, dass sich leistungsheterogene Lerngruppen ergaben. Dies stellte sich als sehr sinnvoll heraus: So konnten sich die SchülerInnen beim Bearbeiten der Experimentiereinheiten gut ergänzen. Kinder, die im Lesen besser waren, übernahmen es meist längere Texte vorzulesen, andere Kinder verfügten wiederum über bessere praktische Fähigkeiten. Experimentiert wurde immer gemeinsam – die Kinder legten viel Wert darauf, dass jeder etwas machen durfte – keiner sollte/wollte dabei zu kurz kommen.

Die SchülerInnen sollten die Experimente anhand der Experimentierbücher möglichst selbstständig durchführen und sich dabei untereinander verständigen. Durch passiv teilnehmende Beobachtungen wurde registriert, ob die im Experimentierbuch angeführten Abbildungen, Texte und Erklärungen für die Kinder verständlich waren. Anhand dieser Erfahrungen wurden die getesteten Experimentierbücher dann noch einmal überarbeitet: Insgesamt zeigte sich, dass klare, deutliche Bilder entscheidend für eine korrekte eigenständige Durchführung waren – manchmal mussten noch einzelnen Worte oder Pfeile ergänzt werden, um eine solche Klarheit zu erreichen. Zum Teil wurden bei der Überarbeitung auch Experimentierbilder, die nicht unbedingt erforderlich waren, weggelassen



(zu kleinschrittige Anleitung), zum Teil mussten Darstellungen von Gegenständen auch noch einmal optimiert werden, wenn diese nicht auf dem ersten Blick sofort von den Kindern erkennbar waren. Bei den Texten wurde sehr schnell deutlich, dass diese möglichst kurz und einfach sein sollten; Die Kinder müssen diese nicht nur lesen, sondern auch verstehen können. Begriffe wie „Kohlenstoffdioxid“ stellten sich als schlecht lesbar heraus (es müssen mehrere Silben zusammengelautet werden). Der Alternativbegriff CO_2 wurde von den Kindern zunächst als „Cozwei“ gelesen und sorgte für Verwunderung. Nachdem ihnen gesagt wurde, wie man diese Summenformel ausspricht, war dieser Begriff für die Kinder aber einfacher zu erfassen, weshalb in den Experimentierbüchern dann auch ausschließlich diese Bezeichnung („das Gas CO_2 “) verwendet wurde.

Unterschiede oder Schwierigkeiten in den Verständnisprozessen machten sich auch dann bemerkbar, wenn die Kinder eine Experimentiereinheit durchführten, die in der Experimentierreihe eigentlich später gereiht war. Ihnen fehlten dann die Erfahrungen und Erkenntnisse der anderen, vorausgehenden Experimentiereinheiten, die es ihnen ermöglicht hätten, etwas wiederzuerkennen bzw. einmal erworbenes Wissen bei anderen Experimenten anzuwenden – so wie dies bei den Kindern in Untersuchung I häufig der Fall war. So fehlte zum Beispiel jenen Kindern, welche nur die Experimentiereinheit 2 „Backpulver und Essig“ durchführten, die Vorerfahrung, dass eine Kerze zum Brennen Sauerstoff benötigt (Inhalt der Experimentiereinheit 1) und daher erlischt, wenn das Gas CO_2 die Kerzenflamme erreicht. Dies zeigt, dass ein stimmiger Aufbau bzw. eine sinnvolle Abfolge nicht nur innerhalb einer Experimentiereinheit, sondern auch zwischen den Experimentiereinheiten wichtig ist, um den Kindern ein Verstehen zu ermöglichen. Je mehr Experimentiererfahrungen die Kinder sammeln, desto sicherer werden sie in ihrem Handeln und Denken: Die Unterschiede zwischen jenen Kinder, die nur eine Experimentiereinheit durchgeführt hatten und jenen aus Untersuchung I, die alle 10 Experimentiereinheiten durchführten, waren offensichtlich.



6.3. Untersuchungsdesign: Interventionsstudie im Klassenverband

Nachdem das „Material“ für die Umsetzung der differenzierten Experimentiereinheiten im Klassenunterricht konzipiert worden ist, soll im Rahmen der vorliegenden Untersuchung empirisch geprüft werden, inwieweit sich das Experimentierangebot als binnendifferenzierendes Förderinstrument eignet. Es geht also darum, herauszufinden, welchen „Effekt“ die im Sachunterricht durchgeführten Experimentiereinheiten bei Kindern mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen bewirken – und zwar v. a. im Hinblick auf den kognitiven, naturwissenschaftlichen Kompetenzerwerb.

Der „Aufbau von erwünschten Fertigkeiten, Fähigkeiten und Verhaltensweisen“ gilt als zentrales Ziel von pädagogischen Interventionsstudien (Mittag & Bieg 2010, S. 32). Jeder Unterricht stellt demnach eine Form von pädagogischer Intervention dar (Hager & Hasselhorn 2000, S. 63), schließlich werden gezielt Maßnahmen ergriffen, um einen bestimmten Bildungsprozess zu beeinflussen (Leutner 2010, S. 63).⁸⁵ Das umgesetzte Untersuchungsdesign folgt somit den Kriterien einer Interventionsstudie: Von „Interventionsforschung“ wird immer dann gesprochen, wenn „wissenschaftliche Methoden“ eingesetzt werden, „um die Wirkung einer Intervention zu evaluieren“ (ebd., S. 65).

In der vorliegenden Studie erfolgt die „Wirksamkeitsevaluation“ nach der Durchführung der Experimentiereinheiten im „praktischen Feld“ (Schulklasse) und umfasst:

- die Ermittlung kurzfristiger Effekte,
 - die Ermittlung längerfristiger Effekte,
 - die Prüfung auf differenzielle Effekte in verschiedenen Zielgruppen
- (Mittag & Bieg 2010, S. 43; vgl. Astleiter 2010, S. 48).

Mit „Effekt“ ist hierbei immer die kognitive Zielkomponente gemeint, also das naturwissenschaftliche Kompetenzniveau, das die einzelnen SchülerInnen einer Klasse bei den Experimentiereinheiten erreicht haben. Ob die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Kinder nur kurzfristig oder auch längerfristig verfügbar sind, wird anhand der erzielten Leistung im Nachtest bzw. im Follow-up-Test erfasst. Bei der Festlegung der Erhebungszeitpunkte (Nachtest bzw. Follow-up-Test) muss berücksichtigt werden, dass sich kurzfristige Effekte „auf einen Zeitraum von bis zu einem Monat“ beziehen und längerfristige Effekte erst nachweisbar sind, wenn sie „über diesen Zeitraum hinausgehen“ (Hager & Hasselhorn 2000, S. 51).

⁸⁵ Weitere pädagogische-psychologische Interventionsarten sind „Drill, Coaching, Training, Therapie und Beratung“ (Hager & Hasselhorn 2000, S. 63).



Dies würde bedeuten, dass die kurzfristigen Effekte der ersten beiden Experimentiereinheiten gar nicht mehr erfasst werden könnten, wenn der Nachtest erst nach Abschluss aller Experimentiereinheiten erfolgen würde: Die Experimentierreihe umfasst schließlich 10 Experimentiereinheiten und erstreckt sich – bei einer Durchführung von zwei Experimentiereinheiten pro Woche – über einen Zeitraum von 5 Wochen. Zur Ermittlung der kurzfristigen Effekte werden in der vorliegenden Studie daher zwei Nachtests eingesetzt, d. h. ein Nachtest erfolgt nach Abschluss der ersten 5 Experimentiereinheiten (und beinhaltet Aufgaben zu den Experimentiereinheiten 1 bis 5), der zweite Nachtest nach Abschluss der letzten 5 Experimentiereinheiten (und beinhaltet Aufgaben zu den Experimentiereinheiten 6 bis 10).⁸⁶

Um vergleichbare Testbedingungen herzustellen, wird auch der Follow-up-Test zweigeteilt (aber innerhalb einer Woche) durchgeführt. Der Follow-up-Messzeitpunkt wird vier Monate nach der Durchführung der ersten Experimentiereinheit angesetzt und „liefert somit ein Maß für die Nachhaltigkeit der Intervention“:⁸⁷ Bleiben die individuellen Testergebnisse, die unmittelbar nach der Intervention ermittelt wurden (Nachtest) mit denen im Follow-up-Test „auf einem vergleichbaren Niveau“, dann kann von „einem stabilen Effekt ausgegangen“ werden (Hertel 2010, S. 267). Eine solche „Langzeitwirkung“ (Leutner 2010, S. 67), also der Aufbau von langfristig verfügbaren naturwissenschaftlichen Kompetenzen, wird in der vorliegenden Studie angestrebt.

Jedoch kann und wird es nicht das Ziel dieser Intervention sein, alle Kinder einer heterogenen Lerngruppe auf dasselbe naturwissenschaftliche Kompetenzniveau zu bringen. Während leistungsstärkere SchülerInnen im Rahmen dieses differenzierten Experimentierangebotes die Möglichkeit erhalten sollen, Kompetenzen zu erwerben, die für das Bewältigen anspruchsvoller kognitiver Anforderungen erforderlich sind, geht es bei leistungsschwächeren SchülerInnen vor allem darum, grundlegende naturwissenschaftliche Kompetenzen aufzubauen, die möglichst über das reine Bewältigen von einfachen Reproduktionsaufgaben (Anforderungsbereich I) hinausreichen. Die „Prüfung differenzieller Programmeffekte in verschiedenen Zielgruppen“ ist in der vorliegenden Studie daher durchaus angebracht. In Abhängigkeit vom allgemeinen Leistungsniveau der einzelnen Kinder sind „unterschiedliche [Interventions-] Effekte [...] zu erwarten“ (Mittag & Bieg 2010, S. 44).

⁸⁶ Die Aufteilung des Tests in zwei Untertests hat auch den Vorteil, dass die Kinder nicht auf einmal mit sehr vielen Testfragen konfrontiert werden, was ihre Konzentrationsfähigkeit überfordern hätte können.

⁸⁷ Auch der zeitliche Abstand zwischen dem Follow-up-Test und der letzten durchgeführten Experimentiereinheit liegt mit 2,5 Monaten noch deutlich über den von Hager & Hasselhorn (2000, S. 51) geforderten Zeitraum von mindestens einem Monat. Aus organisatorischen Gründen (u. a. Beginn der Sommerferien) konnten die Zeitabstände der beiden Follow-up-Tests nicht gleich gehalten werden.



Da für jedes einzelne Kind bzw. für jeden Einzelfall „die Wirksamkeit der Interventionsmaßnahmen“ erfasst werden soll, wird diese Untersuchung als „Studie von Einzelfällen“ (qualitative Forschung) und nicht als „Gruppenstudie“ (quantitative Forschung) durchgeführt (vgl. Kapitel 5.3). „Aussagen über ein Aggregat von Personen (bzw. eine hypothetische ‘mittlere Person’)“, wie sie bei Gruppenstudien erfolgen, wären für die vorliegende Studie, die bewusst eine heterogene Lerngruppe und somit verschiedene Zielgruppen (wie z. B. leistungsschwache SchülerInnen) anvisiert, nicht aussagekräftig (Hager & Hasselhorn 2000, S. 72). Denn „gruppenbezogene Ergebnisse müssen nicht unbedingt auf den einzelnen Fall zutreffen, mitunter auf keine einzige Person der Gruppe, wenn sie einzeln betrachtet werden“ (Trittel 2010, S. 285).

Unabhängig von der Entscheidung für ein Einzelfall- oder Gruppenstudien-Design ist die Form, in der die Interventionsmaßnahme durchgeführt wird, also ob eine Einzelfall- oder eine Gruppenintervention umgesetzt wird (Hager & Hasselhorn 2000, S. 72). Im Unterschied zu den Einzelfallstudien der Untersuchung I, bei denen die Experimentiereinheiten mit jedem Kind einzeln durchgeführt wurden, erfolgt die Intervention in der vorliegenden Untersuchung im Unterricht, also in der Klasse und somit mit allen SchülerInnen gleichzeitig. Die Anzahl der untersuchten Kinder entspricht bei pädagogischen Interventionsstudien meist der in „schulischen Kontexten anfallende[n] Versuchspersonenanzahl“ und beträgt somit je nach Klassengröße zwischen „20 und 30 Versuchspersonen“ (Astleiter 2010, S. 31).

Um Informationen über das schulische Leistungsniveau der einzelnen SchülerInnen der untersuchten Klasse einzuholen, wurde die Klassenlehrperson befragt. So konnte die generelle Leistungsfähigkeit der Kinder eingeschätzt werden. Auf eine gezielte Diagnostik einzelner Kinder im Sinne eines Vortestes wurde verzichtet, zumal bekannt war, dass die SchülerInnen im Unterricht bislang noch nicht experimentiert hatten. Wenn die Kinder mit den Inhalten der Experimentiereinheit nicht vertraut sind, dann kann auch nicht erwartet werden, dass sie z. B. in der Lage sind, Transferleistungen zu zeigen, denn „Transfer setzt eine vollständige Vermittlung der Inhalte, die übertragen werden sollen, voraus“ (Hertel 2010, S. 265). In einem Vortest hätte somit maximal das Vorwissen abgefragt⁸⁸, jedoch nicht das naturwissenschaftliche Kompetenzniveau der einzelnen Kinder erfasst

⁸⁸ Da die SchülerInnen bislang wenig bzw. gar keine Experimentiererfahrungen gesammelt hatten, sollten die Kinder nicht mit einem Test konfrontiert werden, der sie aufgrund von Überforderung möglicherweise demotiviert hätte. Zudem sollten „überraschende“ Experimentierergebnisse durch die Vorgabe von Antwortalternativen nicht vorweggenommen werden (Lück 2000, S. 140).



werden können – dies wäre aber erforderlich gewesen, wenn ein Vergleich zwischen Vor-, Nach- und Follow-up-Test hätte erfolgen sollen.

Neben der Einschätzung der schulischen Leistungsfähigkeit der einzelnen SchülerInnen durch die Lehrperson sollte auch von Seiten der Kinder eine Selbsteinschätzung erfolgen. Ein Vergleich des Fähigkeitsselbstkonzeptes im Bereich des naturwissenschaftlichen Experimentierens im Rahmen einer Vor- und Nacherhebung war wiederum nicht möglich, da viele Kinder aufgrund fehlender Experimentiererfahrungen noch keinen Begriff vom naturwissenschaftlichen Experimentieren hatten. Stattdessen sollten die Kinder im Vorfeld ihre Fähigkeiten im Bereich Sachunterricht einschätzen, auch wenn dies keine exakte Vergleichbarkeit ermöglichte. Zumindest war so aber ein Anhaltspunkt da, zu dem das in dieser Studie erhobene Fähigkeitsselbstkonzept der Kinder im Bereich des naturwissenschaftlichen Experimentierens in Relation gesetzt werden konnte. Eine Pre-Post-Erhebung des sachunterrichtsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzeptes erschien ebenso nicht sinnvoll, da die Kinder das Experimentieren, welches im Rahmen dieser Untersuchung stattfand, nicht unbedingt mit dem regulären Sachunterricht, den sie bislang gewohnt waren, verbunden hätten.

Hinweise zum Fähigkeitsselbstkonzept der SchülerInnen kann indirekt auch das Verhalten der Kinder während des Experimentierens geben. Neben der Ergebnisevaluation am Ende der Intervention, die im Fokus dieser empirischen Untersuchung steht, soll während der Durchführung der Experimentiereinheiten deshalb auch grob erfasst werden, inwieweit die SchülerInnen die Experimentierangebote „akzeptieren und daran partizipieren“ (Mittag & Bieg 2010, S. 40):

Es „sollte grundsätzlich angestrebt werden, Programme mit Komponenten zu versehen, die sich förderlich auf die Programmakzeptanz und die Zufriedenheit der Betroffenen auswirken. Letztlich dürfte dies auch die Wahrscheinlichkeit dafür erhöhen, dass die Programmziele erreicht werden können“ (Hager & Hasselhorn 2000, S. 80).

Die „Zufriedenheit“ der SchülerInnen stellt dann aber nicht ein „Wirksamkeitskriterium“, sondern ein „zusätzliches Gütemerkmal“ der Intervention dar (ebd., S. 62).

Die Erfassung des Interventionsprozesses ist aber auch für die Wirksamkeitsevaluation durchaus sinnvoll. Damit kann beurteilt werden, ob eine eventuelle Unwirksamkeit einer Intervention darauf zurückzuführen ist, dass „die geplanten Maßnahmen nur unvollständig, uneinheitlich, falsch oder gar nicht ausgeführt“ wurden (Mittag & Bieg 2010, S. 39).



In Abb. 46 wird das beschriebene Untersuchungsdesign noch einmal graphisch zusammengefasst.

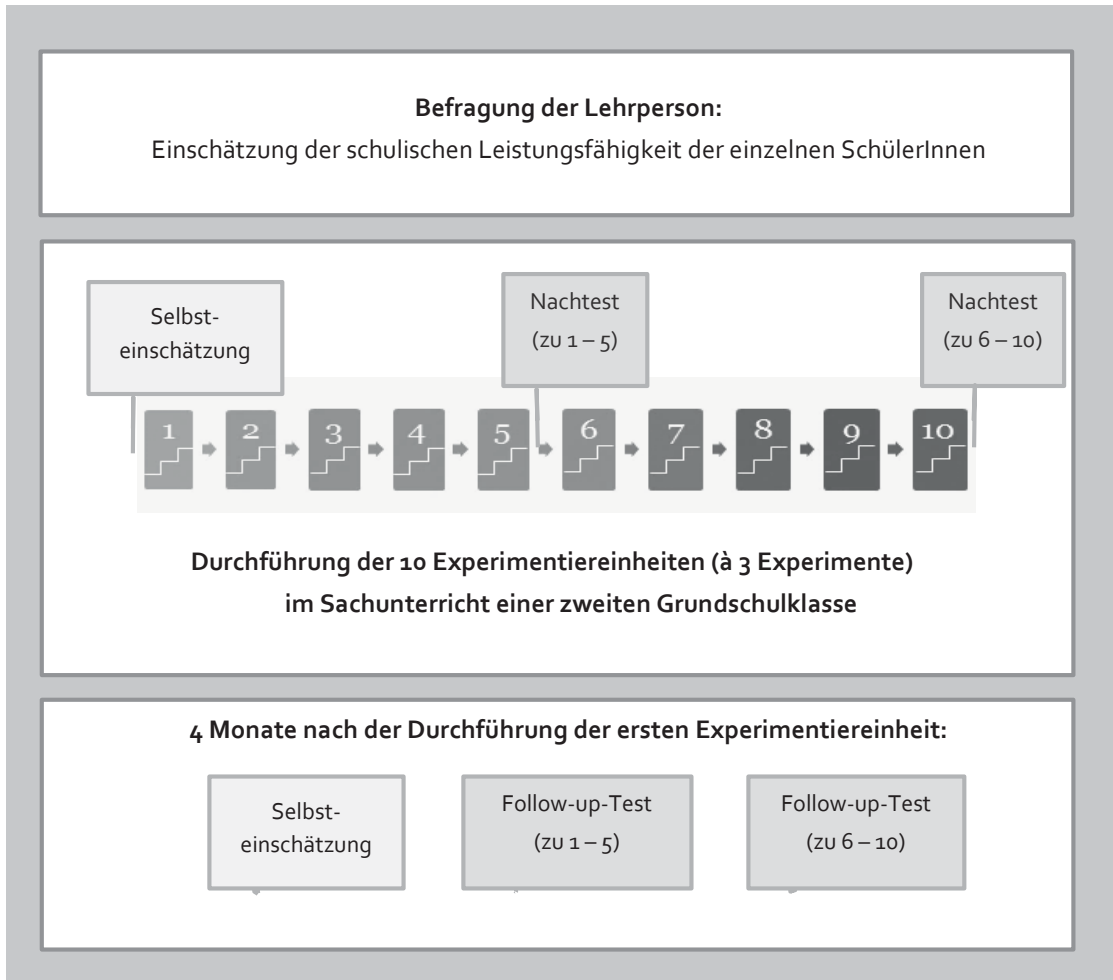


Abb. 46: Übersicht über das Untersuchungsdesign (Interventionsstudie im Klassenverband)



6.4. Methoden der Datenerhebung

Das beschriebene Untersuchungsdesign erfordert den Einsatz mehrerer Erhebungsmethoden (siehe Abb. 47): Wenn der Untersuchungsgegenstand aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet und diese Perspektiven dann zu einem „kaleidoskopischen Bild“ zusammengesetzt werden (Mayring 2002, S. 147f.), dann kann der Interventionseffekt „umfassender, abgesicherter und gründlicher“ erfasst werden (Lamnek 2005, S. 147). Auch in der vorliegenden Studie wird somit wieder die Triangulation als zentrales Gütekriterium der qualitativen Sozialforschung berücksichtigt (vgl. Kapitel 5.4).

So wurden in der vorliegenden Untersuchung Daten mit Hilfe der teilnehmenden Unterrichtsbeobachtung, der Selbsteinschätzung der SchülerInnen (Befragung), der Leistungsüberprüfung (Tests) sowie der Befragung der Lehrperson gewonnen. In den folgenden Unterkapiteln wird die Auswahl dieser Erhebungsmethoden begründet und die Verfahren im Einzelnen beschrieben. Auch auf die Methoden der Datenerfassung wird dabei hingewiesen.

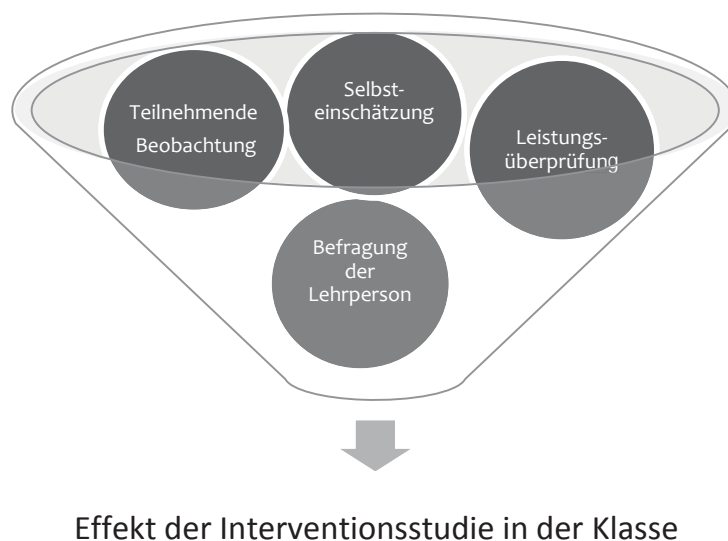


Abb. 47: Methodentriangulation im Rahmen der Untersuchung II



6.4.1. *Teilnehmende Unterrichtsbeobachtung*

„Durch das Mitleben im Beobachtungsfeld [können] Bedingungsbeziehungen“ direkt wahrgenommen werden (Buholzer 2006, S. 72f.), weshalb der teilnehmenden Beobachtung ein „großes Potential zur Gewinnung von Erkenntnissen“ zugesprochen wird (Altrichter & Posch 2007, S. 129). Im Rahmen dieser Untersuchung wurde die Methode der teilnehmenden Beobachtung (vgl. Kapitel 5.4.1) eingesetzt, um das Unterrichtsgeschehen und somit den Verlauf der Experimentiereinheiten im Klassenunterricht zu erfassen. So sollten evtl. Stärken und Schwächen in der Gestaltung des Lehr-Lernprozesses bzw. des Experimentierangebotes ausfindig gemacht werden.

Da die unterrichtsbegleitende Beobachtung aktiv teilnehmend, also aus Sicht der Lehrperson erfolgte, mussten bei der Beobachtung selektive Einschränkungen in Kauf genommen werden: Denn das Unterrichtsgeschehen ist zu komplex, um alles gleichzeitig erfassen zu können – selbst dann, wenn neben der Beobachtung keine eigene Unterrichtstätigkeit erfolgen würde (Strauch, Jütten & Mania 2009, S. 46f.). Das Verhalten und die affektive Beteiligung der SchülerInnen bei bestimmten Handlungen bzw. Tätigkeiten können im Unterricht zwar direkt beobachtet werden, jedoch nicht bei jedem einzelnen Kind im selben Augenblick (Friedrichs 1990, S. 271). Eine prozessorientierte Diagnostik wie bei den Einzelfallbeobachtungen in Untersuchung I war in der vorliegenden Studie daher nicht umsetzbar und auch nicht vorgesehen.

Um dennoch einen möglichst umfassenden Eindruck vom Unterrichtsgeschehen gewinnen zu können, wurden in der vorliegenden Studie mehrere BeobachterInnen eingesetzt: Neben dem Forscher hat auch die anwesende Lehrperson alle durchgeführten Experimentiereinheiten teilnehmend beobachtet und in Form von Erlebnisprotokollen dokumentiert. Zudem haben an einzelnen Experimentiertagen verschiedene externe BeobachterInnen passiv am Geschehen teilgenommen und im Anschluss daran narrative Protokolle angefertigt. Durch diese Investigator-Triangulation (Einsatz verschiedener BeobachterInnen) konnte „das Ausmaß an Subjektivität“ und Selektivität der Beobachtungen abgeschwächt werden (Bortz & Döring 2006, S. 268; vgl. Flick 2009, S. 225).

Zusätzlich wurden alle Unterrichtsstunden von zwei im Raum platzierten Videokameras aufgenommen. Diese Aufzeichnungen sollten beim Anfertigen der Erlebnisprotokolle als Erinnerungstütze dienen und die begrenzte Perspektive des Beobachters erweitern. Eine detailliertere Auswertung der Videoaufnahmen war nicht geplant – nicht zuletzt wegen der mangelnden Tonqualität, die bei Gruppengeschehen zu erwarten war (Altrichter & Posch 2007, S. 150).



6.4.2. *Selbsteinschätzung der Kinder*

Da das Fähigkeitsselbstkonzept eines Kindes mit Hilfe von Beobachtungen immer nur „indirekt erschlossen“ werden kann (Eggert, Reichenbach & Bode 2010, S. 46), kam im Rahmen dieser Studie noch eine weitere Methode der Datenerhebung zum Einsatz: die Selbsteinschätzung. Die direkte Befragung der Kinder stellt nach Breuker & Rost (2011, S. 232) den „Königsweg“ in der Selbstkonzept-Diagnostik dar.

Während es für ältere Kinder und Jugendliche eine große Auswahl an vorgefertigten, standardisierten Fragebögen zur Erfassung des Fähigkeitsselbstkonzeptes gibt, liegt für GrundschülerInnen derzeit nur ein „normiertes Verfahren“ vor: die „Skalen zur Erfassung des schulischen Selbstkonzeptes (SESSKO)“ von Schöne et al. (vgl. Schöne & Stiensmeier-Pelser 2011, S. 53). Nicht nur, weil die vorliegende Arbeit einen qualitativen Forschungsansatz verfolgt, kam die Verwendung eines solchen Fragebogens nicht in Betracht: Diese Skalen sind erst für den Einsatz ab Klasse 4 und somit nicht für SchülerInnen einer zweiten Klasse geeignet. „Für jüngere Kinder ist der zu lesende Text recht umfangreich“ (Breuker & Rost 2011, S. 241f.). Zudem wird bei der Bearbeitung der 22 verschiedenen Items „eine hohe Differenzierungsleistung“ von den Kindern erwartet (ebd.). Da solche Items in der Regel zur Hälfte positiv, zur Hälfte negativ formuliert werden (ebd., S. 234) sind Verständnisschwierigkeiten oder Flüchtigkeitsfehler nicht ausgeschlossen. Darüber hinaus können mit den SESSKO auch nur Aussagen über das allgemeine Fähigkeitsselbstkonzept und nicht über das fach- bzw. bereichsspezifische Fähigkeitsselbstkonzeptes der Kinder getroffen werden, wie es in der vorliegenden Studie von Interesse wäre.⁸⁹

Zur Erfassung des Fähigkeitsselbstkonzeptes im Bereich des naturwissenschaftlichen Experimentierens wurden die Kinder nach Abschluss der gesamten Experimentiereinheiten daher zwar schriftlich, aber mittels eines bildhaften Verfahrens befragt. Um einen Vergleichswert zu dieser Selbsteinschätzung vorliegen zu haben, sollten die Kinder bereits vor der Durchführung der ersten Experimentiereinheit ihr Fähigkeitsselbstkonzept im Bereich des Sachunterrichtes einschätzen.

⁸⁹ Auch eine Vorgehensweise wie bei Tenberge (2002), deren Forschungsfokus in der „Persönlichkeitsentwicklung im Sachunterricht“ lag, erschien für die Intention dieser Arbeit nicht als angebracht, zumal auch der von ihr entwickelte Fragebogen für SchülerInnen der 3. Klasse vorgesehen und mit verschiedenen methodischen Schwierigkeiten verbunden war. So konnten bei den Kindern Verständnisprobleme nicht gänzlich ausgeschlossen werden, auch wenn der Versuchsleiter den Kindern die einzelnen Fragen in der Klasse vorgelesen und erklärt hatte. Aufgrund der hohen Anzahl an Items waren zudem auch Motivationsanreize bei der Befragung der Kinder erforderlich. „Die Bearbeitung des gesamten Fragebogens an einem Vormittag erwies sich [...] als zu lang und stellte eine Überforderung der Konzentrationsfähigkeit der Kinder dar“ (Tenberge 2002, S. 79ff.).



Als Instrument der Datenerhebung diente beide Male die „Stufenleiter“ von Eggert, Reichenbach & Bode (2010, S. 198, siehe Abb. 48). Es handelt sich hierbei um ein Arbeitsmaterial aus dem „Selbstkonzept Inventar (SKI) für Kinder im Vorschul- und Grundschulalter“, das ausdrücklich für den flexiblen Einsatz im Rahmen einer qualitativen Diagnostik vorgesehen ist (ebd., S. 103). So kann die Stufenleiter als Einschätzungsskala für verschiedene Bereiche des Fähigkeitsselbstkonzeptes herangezogen werden (ebd., S. 198). In der vorliegenden Studie sollte die Stufenleiter die Urteile der Kinder zu folgenden Fragen abbilden:

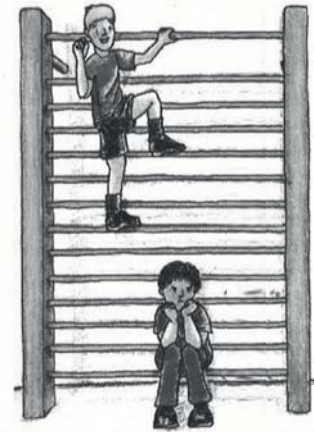


Abb. 48: Stufenleiter (Reichenbach & Bode 2010, S. 129)

„Was glaubst du, wie gut bist du im Sachunterricht?“ (Vorerhebung)

„Was glaubst du, wie gut bist du beim Experimentieren?“ (Nacherhebung)

Der Vorteil dieser Rating-Skala (engl. rating = Einschätzung) ist, dass die Abstufung der Skala nicht mittels Zahlen oder verbalen Beschreibungen, sondern graphisch – mit Hilfe einer Sprossenwand – erfolgt (Bortz & Döring 2006, S. 177). Die bipolaren Endpunkte der Ratingskala sind zudem mit konträren Abbildungen von Kindern auf der Sprossenwand markiert, sodass sich die SchülerInnen bei ihrer Urteilsabgabe daran orientieren können (Eggert, Reichenbach & Bode 2010, S. 129).

Durch das Ankreuzen einer Stufe auf der Sprossenleiter kann auf „unkomplizierte Weise“ eine Einschätzung zum Fähigkeitsselbstkonzept abgegeben werden (Bortz & Döring 2006, S. 176). Da die Skala von 1 (niedriges Fähigkeitsselbstkonzept) bis 14 (hohes Fähigkeitsselbstkonzept) reicht und somit die Anzahl an Skalenstufen recht hoch ist, kann die Selbsteinschätzung der Kinder differenziert abgebildet werden (ebd., S. 180). Sinnvoll ist dies auch angesichts der Tatsache, dass bei Kindern dieser Altersgruppe das Fähigkeitsselbstkonzept generell recht hoch ausgeprägt ist (Schöne & Stiensmeier-Pelser 2011, S. 55).

Eine fünfstufige Rating-Skala, wie sie üblicherweise bei älteren Kindern und Erwachsenen zum Einsatz kommt (Eggert, Reichenbach & Bode 2010, S. 129), könnte hier mögliche Unterschiede zwischen den beiden Beurteilungen (Fähigkeitsselbstkonzept im Bereich des naturwissenschaftliches Experimentierens vs. Fähigkeitsselbstkonzept im Sachunterricht) vielleicht gar nicht erfassen.



6.4.3. Leistungsüberprüfung

Mit Hilfe von Tests kann das „Leistungsvermögen nach einem erfolgten Lernprozess“ erfasst werden (Jackson 1999, S. 56). Dementsprechend wurden in der vorliegenden Untersuchung schriftliche Tests eingesetzt, um herauszufinden, welches naturwissenschaftliche Kompetenzniveau die Kinder im Rahmen der durchgeführten Experimentiereinheiten erreicht haben.

Testkonzeption:

Die eingesetzten Tests wurden selbst entwickelt und zählen zu den sogenannten „informellen Tests“, d. h. sie sind „nicht standardisiert“ (Heidenreich 1995, S. 238) und somit mit Leistungstests vergleichbar, die Lehrpersonen im Schulalltag einsetzen (Lienert & Raatz 1998, S. 14).

Zentrales Kennzeichen eines jeden Leistungstests ist es, dass „Fragen gestellt werden, um zu ermitteln, über welches Wissen und welche Fähigkeiten die zu prüfende Person verfügt“ (Rohwer & Pötter 2002, S. 24f.).⁹⁰ Die Fragen können dabei entweder offen (mit freier Antwortabgabe) oder geschlossen (mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten) gestellt sein (Heidenreich 1995, S. 390f.). In den Tests, die für diese Untersuchung entwickelt wurden, kamen beide Fragestellungen vor – es überwiegen aber Multiple-Choice-Aufgaben, da es für Kinder der zweiten Klasse noch eher mühsam ist, ganze bzw. mehrere Sätze selbst zu schreiben.⁹¹

Auch in der „modernen Testkonstruktion“ sind „Items mit Antwortvorgaben“ vorherrschend, da sich die Auswertung der Items als recht einfach und eindeutig gestaltet (Bortz & Döring 2006, S. 215). Dafür ist das „Auffinden von [guten] Antwortalternativen“ mit mehr Aufwand verbunden (ebd.). Besonders geeignet wären dafür Falschantworten, die Kinder im Rahmen von empirischen Vorstudien auf offene Fragen abgegeben haben (Lienert & Ratz 1998, S. 26). Bei der Formulierung von Antwortalternativen waren daher die Erfahrungen hilfreich, die im Rahmen der durchgeführten Einzelfallstudien (Untersuchung I) gemacht wurden.

⁹⁰ Dadurch unterscheiden sich Tests von Interviews: In Interviews werden Fragen gestellt, um Auskunft über Sachverhalte zu erhalten, die für den Forscher/die Forscherin von Interesse sind (Rohwer & Pötter 2002, S. 28). Bei solchen Befragungen gibt es keine objektiv richtigen oder falschen Antworten, so wie dies bei Leistungstests der Fall ist (Bortz & Döring 1995, S. 190).

⁹¹ Insgesamt wurde bei der Testentwicklung auf eine kindgerechte Gestaltung geachtet: Die Fragen sollten möglichst kurz und einfach gestellt sein und inhaltlich mit Bildern veranschaulicht werden.



Bei den erstellten Tests mussten sich die Kinder zwischen drei Antwortalternativen entscheiden: „Für Multiple-Choice-Aufgaben sind drei Antwortvorgaben optimal“ (Bortz & Döring 2006, S. 215). Die richtige Antwort wurde dabei zufällig bzw. immer abwechselnd gereiht (Lienert & Raatz 1998, S. 19).

Da Multiple-Choice-Aufgaben den Nachteil haben, dass Antworten nur verifiziert und nicht selbstständig generiert werden müssen, wurden einige Testfragen offen gestellt (ebd., S. 27). Denn gerade bei Problemlöseaufgaben war der individuelle Lösungs- bzw. Erklärungsansatz interessant und nur über offene Fragen ermittelbar.

Um die Konzentrationsfähigkeit der Kinder nicht zu übersteigen, musste bei der Testkonzeption die „Testlänge“, also die Anzahl der zu bearbeitenden Aufgaben, berücksichtigt werden (Lienert & Raatz 1998, S. 33). Da „kurze Tests für die Beurteilung von Einzelpersonen [allerdings] weniger sinnvoll“ sind (Jackson 1999, S. 151) wurde der Test in zwei Untertests gegliedert: Ein Untertest erfolgte nach der Durchführung des ersten Themenblocks (und beinhaltet Fragen zu den ersten fünf Experimentiereinheiten), der zweite nach Beendigung des zweiten Themenblocks (und beinhaltet Fragen zu den letzten fünf Experimentiereinheiten). So konnten die wesentlichen Inhalte aller Experimentiereinheiten abgefragt werden.

Die Aufgabenentwicklung musste kompetenzorientiert erfolgen, schließlich sollte der Test nicht nur Faktenwissen abfragen, sondern auch anspruchsvollere, naturwissenschaftliche Kompetenzniveaus abbilden. Der Test enthält daher Aufgaben zu allen drei kognitiven Anforderungsbereichen: Wissens-, Anwendungs- und Problemlöseaufgaben waren in einem ausgewogenen Verhältnis vorhanden. Bei den Wissensfragen ging es darum, Versuchsergebnisse wiederzugeben, bei den Anwendungsfragen sollten naturwissenschaftliche Phänomene erklärt und bei den Problemlöseaufgaben naturwissenschaftliche Probleme gelöst bzw. Schlussfolgerungen gezogen werden.

In jedem Untertest wurden insgesamt 12 Fragen gestellt, wobei sich jeweils drei Aufgaben auf die Inhalte eines Experimentiertages beziehen, aber unterschiedliche kognitive Anforderungen an die Kinder stellen.⁹²

Die einzelnen Aufgaben der Tests sind im Anhang einsehbar.

⁹² Da die Inhalte der Experimentiertage teilweise recht ähnlich waren, wurden zugunsten einer kürzeren Testbearbeitungszeit statt 15 Aufgaben nur 12 Aufgaben gestellt. Doppelungen wurden vermieden.



Testdurchführung:

Die Tests wurden schriftlich, also als „Papier-und-Bleistift-Tests“, mit allen Kindern der Klasse gleichzeitig durchgeführt – und zwar ohne Vorankündigung⁹³ (Jackson 1999, S. 56; Lienert & Raatz 1998, S. 16). Der Vorteil von Gruppentestungen im Vergleich zu Einzeltestverfahren ist offensichtlich: Sie sind ökonomischer, weil sich damit „im gleichen Zeitraum mehr diagnostische Informationen erheben lassen als mittels Einzeltestung“ (Amelang & Zielinski 1994, S. 249). Allerdings gilt zu bedenken, dass Kinder „ohne ausreichende Lesefertigkeiten“ durch schriftliche Tests benachteiligt sind und in der Folge bei ihrer Testleistung unter ihrer eigentlichen Leistungsfähigkeit zurück bleiben.⁹⁴

Auf der anderen Seite muss bei schriftlichen Tests auch sichergestellt werden, dass die Kinder nicht durch das Abschreiben vom Banknachbarn bessere Leistungen erzielen, als zu solchen sie selbst fähig sind (ebd., S. 250). Während der Testdurchführung wurden daher die Schultaschen der Kinder als „Sichtschutz“ zwischen den Kindern auf dem Tisch aufgestellt.

Insgesamt sollte die Testsituation aber so gestaltet sein, dass das Kind „die Möglichkeit zu maximaler Entfaltung seiner Fähigkeiten“ hat (ebd., S. 250). Neben der Herstellung einer möglichst angstfreien Atmosphäre ist es daher wichtig, dass die Kinder mit dem Testverfahren vertraut gemacht werden, z. B. in Form von „Einführungsaufgaben“ (ebd., S. 251). In der vorliegenden Studie konnte die Vertrautheit der Kinder mit dem Aufgabenformat vorausgesetzt werden, da die SchülerInnen im Rahmen der durchgeführten Experimentiereinheiten bereits ähnliche (aber nicht dieselben) Aufgaben auf ihren Arbeitsblättern bearbeitet hatten und diese mit den Kindern im Unterricht besprochen wurden.

Um auszuschließen, dass Kindern „durch mangelnde Formulierungsfähigkeiten Nachteile erwachsen“ (Lienert & Raatz 1998, S. 26), wurden nach der Testdurchführung alle ausgefüllten Tests durchgesehen und auf Vollständigkeit der Aufgabenbearbeitung überprüft. In kurzen Einzelgesprächen im Anschluss an die Testbearbeitung bekamen die Kinder dann die Möglichkeit, die Antwort auf offene, unbearbeitete Aufgaben verbal zu ergänzen. Diese wurde vom Testleiter wortwörtlich auf dem Testbogen niedergeschrieben, ohne dem Kind eine Rückmeldung über die Korrektheit der Antwort zu geben. Es erfolgte jeweils nur ein Dank für die Mitarbeit.

⁹³ Um zu verhindern, dass eine häusliche Lernvorbereitung einen Einfluss auf die Testergebnisse nimmt, wurden den Kindern weder Unterlagen zu den Experimentiereinheiten ausgehändigt noch die geplante Testdurchführung angekündigt.

⁹⁴ Sind solche „Fälle“ bekannt, sind Einzeltestungen durchzuführen, bei denen die Testaufgaben den Kindern vorgelesen werden (Amelang & Zielinski 1994, S. 250).



Zudem bot diese Situation der Einzeltestung auch noch die Gelegenheit, die Kinder bei einer – stichprobenartig ausgewählten⁹⁵ – Multiple-Choice-Aufgabe nach einer Begründung ihrer Antwortwahl (egal ob richtig oder falsch gelöst) zu fragen. Somit konnte auf der einen Seite ausgeschlossen werden, dass ein Kind nur zufällig bzw. durch Raten zu einer korrekten Antwort gelangt ist. Auf der anderen Seite ließ sich damit auch überprüfen, ob es sich bei einer Falschantwort um einen Flüchtighkeitsfehler handelt bzw. der Fehler darauf zurückzuführen ist, dass die Frage falsch verstanden wurde. Auch hier war vom Testleiter wiederum Zurückhaltung geboten: Es wurde lediglich nachgefragt, die Antworten der Kinder blieben aber stets unkommentiert.

Diese zurückhaltende Vorgehensweise war v. a. deshalb erforderlich, weil die Kinder im Follow-up-Test keinen Vorteil aus dieser Testsituation ziehen sollten. Um eine Vergleichbarkeit der beiden Testergebnisse zu gewährleisten, wurden im Follow-up-Test nämlich noch einmal dieselben Testaufgaben eingesetzt. Die wiederholte Bearbeitung der Testaufgaben übt nur dann keinen Einfluss auf die spätere Testleistung aus, wenn die Kinder vorher keine Rückmeldung über ihr erstes Testergebnis oder über die korrekte Lösung der Aufgaben erhalten haben (Koerber 2000, S. 123).

6.4.4. Befragung der Lehrperson

Auch in der vorliegenden Studie wurde die Lehrperson der untersuchten SchülerInnen nach einer Einschätzung gefragt. Neben Informationen zum Lern- und Arbeitsverhalten sowie zur kognitiven Leistungsfähigkeit der einzelnen Kinder wurden von ihr auch Informationen zum familiären Umfeld der Kinder eingeholt.

Wie ein solches „Experteninterview“ durchgeführt wird und durch was es sich im Speziellen auszeichnet, wurde bereits im Kapitel 5.4.3 der Untersuchung I beschrieben. Daher wird an dieser Stelle nur darauf verwiesen. Die Datenerfassung erfolgte wiederum mit Hilfe eines Diktiergerätes.

⁹⁵ Pro Test wurde eine Multiple-Choice-Aufgabe ausgewählt. Diese Aufgabe wurde jedem Kind noch einmal gestellt, mit der Bitte, die Antwortauswahl zu begründen.



6.5. Durchführung der Untersuchung

Nachdem die Methoden der Datenerhebung und -erfassung im vorhergehenden Kapitel definiert und beschrieben wurden, folgt nun eine Darstellung der räumlichen und zeitlichen Bedingungen, unter denen die empirische Untersuchung (II) stattgefunden hat.

6.5.1. Ort der Erhebung

Die empirische Untersuchung wurde in einer zweiten Klasse einer Bielefelder Grundschule⁹⁶ durchgeführt, die sich – ebenso wie die Grundschule der Untersuchung I – in einem Einzugsgebiet mit einer „mittleren bildungsrelevanten sozialen Belastung“ befindet (Stadt Bielefeld 2012, S. 33). Die vierzügige Schule wird von ca. 380 SchülerInnen besucht, d. h. es befinden sich meist 24 Kinder in einer Klasse. Pro Jahrgang wird eine Klasse integrativ geführt; dort findet ein gemeinsamer Unterricht von Kindern mit und ohne Beeinträchtigung statt.

In dieser Grundschule weisen insgesamt 31 % der SchülerInnen einen Migrationshintergrund auf. In der Klasse, in der die Untersuchung durchgeführt wurde, lag der Anteil von Kindern mit Migrationshintergrund bei 37,5 %: Von 9 der 24 Kinder dieser Klasse war mindestens ein Elternteil nicht-deutscher Herkunft. Bei der Untersuchungsklasse handelte es sich nicht um eine ausgewiesene Integrationsklasse; in der Klasse befanden sich aber einige Kinder, die aufgrund von chronischen Erkrankungen oder Traumata Entwicklungsrückstände aufwiesen sowie Kinder mit Verhaltensauffälligkeiten.

Die Interventionsstudie, also das naturwissenschaftliche Experimentieren im Sachunterricht, fand immer im Klassenraum der SchülerInnen statt, der im Folgenden kurz beschrieben wird (siehe Abb. 49): Der kindgerecht eingerichtete Raum erscheint hell und geräumig. Die Schultische sind gruppiert angeordnet, sodass jeweils sechs Kinder an einem Gruppentisch Platz finden. Zudem befindet sich im hinteren Eck des Klassenzimmers eine Sitzgelegenheit aus vier quadratisch angeordneten Holzbänken, die im Rahmen von Versammlungsrunden in Anspruch genommen wird. Für die Aufbewahrung von Unterrichtsmaterialien stehen mehrere Schränke bzw. Regale zur Verfügung. Als Ablagefläche dienen zudem mehrere Tische. Auch ein Waschbecken ist im Klassenraum vorhanden.

⁹⁶ Der Name der Schule wird nicht genannt, um die Anonymität der SchülerInnen möglichst zu wahren.



Abb. 49: Fotos des Klassenraumes, in dem die Untersuchung stattfand

Für die Durchführung der Experimentiereinheiten wurde die Gruppierung der Tische beibehalten, die Sitzordnung der Kinder allerdings geändert: Die Lehrperson wurde gebeten, SchülerInnenpaare zu bilden – und zwar so, dass sich die jeweiligen SitzpartnerInnen gut ergänzen. Es wurde also bewusst auf eine leistungsheterogene Zusammensetzung der ExperimentierpartnerInnen geachtet. Die Sitzordnung blieb während des gesamten Untersuchungszeitraumes dieselbe, sodass die SchülerInnen beim Experimentieren immer mit demselben Kind zusammenarbeiteten.⁹⁷

Die Versuchsmaterialien für die drei Experimente der Einheit wurden jeweils am Tag vorher in Kisten gepackt, die von der Schule zur Verfügung gestellt wurden (siehe Abb. 50). Mit Experimentiermaterialien war die Grundschule nicht ausgestattet.⁹⁸

Um den organisatorischen Ablauf während des Unterrichts zu erleichtern, wurde zu Beginn des Unterrichts für jedes Zweierteam jeweils eine Kiste mit Experimentiermaterialien auf dem Schultisch bereitgestellt.⁹⁹ Auch die Arbeitsblätter befanden sich in der Kiste, nicht jedoch die Experimentierbücher.



Abb. 50: Vorbereitete Kisten mit den Experimentiermaterialien

⁹⁷ Zu Abweichungen in der Gruppenzusammensetzung kam es nur dann, wenn einzelne oder mehrere Kinder an einem Schultag nicht erschienen. Dann wurden neue Zweiertteams oder Dreiertteams gebildet.

⁹⁸ Mittlerweile hat die Klassenlehrperson mit Hilfe des Arbeitskreises Didaktik der Chemie der Universität Bielefeld auch die Initiative ergriffen, Experimentiermaterialien für die Schule anzuschaffen.

⁹⁹ Im normalen Unterrichtsalltag wäre/n auch eine bzw. mehrere zentrale Materialstation/en denkbar (und für die Lehrperson wahrscheinlich auch praktikabler), an denen sich die Kinder dann die benötigten Materialien in der Menge, die sie benötigen, abholen und wieder zurückbringen. Für den Einsatz von Experimentierkisten sprachen in diesem Fall v. a. Zeitersparnisgründe. Auch wäre ein häufiges Herumlaufen der Kinder aufgrund der im Klassenraum positionierten Kameras nicht günstig gewesen.



6.5.2. *Zeitlich-organisatorischer Ablauf der Erhebung*

Vor Beginn der eigentlichen Erhebung fanden in der Schule, welche für die Untersuchung zur Verfügung stand, mehrere Hospitationen statt, um Einblicke in den Ablauf der einzelnen Unterrichtswochentage zu erhalten und die Kinder der Klasse kennenzulernen.

Mitte Dezember 2012 wurden mit der Lehrperson erste organisatorische Dinge besprochen und die Termine für die Durchführung der Experimentiereinheiten festgelegt.¹⁰⁰ Auch mit dem Direktor der Grundschule fand ein Treffen statt, bei dem über das geplante experimentelle Vorgehen gesprochen wurde. Die Eltern der SchülerInnen wurden mittels eines eigenen Schreibens über die Durchführung der Untersuchung bzw. der Experimentiereinheiten informiert und ihr Einverständnis für die geplanten Filmaufnahmen eingeholt.¹⁰¹

Mit den SchülerInnen der Klasse erfolgte am 1. Februar 2013 eine Einführungs- bzw. Einstimmungsstunde: Anhand eines Demonstrationsexperimentes sollte den Kindern zum einen verdeutlicht werden, was sie in den nächsten Wochen erwartet, und zum anderen, welche allgemeinen Experimentierregeln es zu berücksichtigen gibt.¹⁰² Da die Kinder im Unterricht bislang noch nicht experimentiert hatten, mussten die Kinder nicht nur mit den Sicherheitsregeln („nichts essen, nichts trinken“, „lange Haare zurück binden“), sondern auch mit dem Ablauf bzw. den Handlungsschritten der einzelnen Experimentierphasen vertraut gemacht werden. Die Experimentierregeln wurden auf einer Pinnwand (hinter dem Versammlungskreis) im Klassenzimmer aufgehängt. So waren die Regeln für die Kinder immer präsent – und es konnte bei Bedarf schnell darauf verwiesen werden. Im Rahmen dieser Unterrichtsstunde wurden die Kinder auch über die Gestaltung der Experimentierbücher und der Arbeitsblätter informiert und somit auch darüber, welche Arbeitsaufträge damit verbunden sind.

Zu Beginn der eben beschriebenen Einführungsstunde wurde von den SchülerInnen eine kurze Selbsteinschätzung zum sachunterrichtsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept eingeholt. Durch das Befragen der Lehrperson konnten noch nähere Informationen zu den einzelnen Kindern gewonnen werden.

¹⁰⁰ Da in der letzten Januarwoche, in der die Erhebung eigentlich beginnen sollte, sehr viele SchülerInnen krankheitsbedingt im Unterricht fehlten, wurde die Experimentierreihe Anfang Februar gestartet.

¹⁰¹ Die Filmerlaubnis wurde von fast allen Eltern erteilt. Die Kinder, welche nicht gefilmt werden durften, wurden alle auf einem Gruppentisch platziert und die Kameras so ausgerichtet, dass diese Kinder sich außerhalb der Kameraperspektive befanden.

¹⁰² Es wurde der Versuch „Gummibärchen tauchen“ durchgeführt (vgl. Lück 2008, S. 31f.), da sich dieser gut als Vorversuch für die erste Experimentierreihe „Die Kerze löschen mithilfe eines Glases“ anbot.



Die Durchführung der 10 Experimentiereinheiten erfolgte in der Zeit vom 5. Februar bis zum 12. März 2013 (siehe Abb. 51). In Absprache mit der Lehrperson fand das Experimentieren während des Sachunterrichts und somit zwei Mal wöchentlich statt.

Februar 2013		
Fr	1	Selbsteinschätzung
Sa	2	
So	3	
Mo	4	
Di	5	Experimentiereinheit 1
Mi	6	
Do	7	Experimentiereinheit 2
Fr	8	
Sa	9	
So	10	
Mo	11	
Di	12	Experimentiereinheit 3
Mi	13	
Do	14	
Fr	15	Experimentiereinheit 4
Sa	16	
So	17	
Mo	18	
Di	19	Experimentiereinheit 5
Mi	20	
Do	21	
Fr	22	Nachtest (zu 1 – 5)
Sa	23	
So	24	
Mo	25	
Di	26	Experimentiereinheit 6
Mi	27	
Do	28	Experimentiereinheit 7

März 2013		
Fr	1	
Sa	2	
So	3	
Mo	4	
Di	5	Experimentiereinheit 8
Mi	6	
Do	7	Experimentiereinheit 9
Fr	8	
Sa	9	
So	10	
Mo	11	
Di	12	Experimentiereinheit 10
Mi	13	
Do	14	Nachtest (zu 6 – 10)
Fr	15	
Sa	16	
So	17	

↓

Juni 2013		
Sa	1	
So	2	
Mo	3	
Di	4	Follow-up-Test (zu 1 – 5)
Mi	5	
Do	6	Follow-up-Test (zu 6 – 10))
Fr	7	Selbsteinschätzung
Sa	8	

Abb. 51: Zeitliche Übersicht über den Ablauf der Interventionsstudie in der Klasse

Aus organisatorischen Gründen begannen die Experimentiereinheiten immer zu Unterrichtsbeginn (7:55 Uhr), also im Anschluss an den täglichen (ca. 10-minütigen) Morgenbesprechungskreis.¹⁰³ Da die Klassenlehrperson am Dienstag und Donnerstag jeweils während der ersten beiden Unterrichtsstunden (zu je 45 Minuten) in der Klasse war, konnte die Unterrichtszeit variabel genutzt werden.¹⁰⁴

¹⁰³ So konnten morgens, vor dem Eintreffen der Kinder, die Experimentierkisten und die Standkameras im Klassenzimmer aufgebaut werden.

¹⁰⁴ Aufgrund einer externen Veranstaltung musste einmal eine Experimentiereinheit an einem Freitag anstelle eines Donnerstages stattfinden – und zwar in einer zweiten und dritten Stunde, was eine Unterbrechung durch die Hof-Pause mit sich brachte.



In der Regel dauerte eine Experimentiereinheit (mit Vor- und Nachbesprechung) rund 60 Minuten, manchmal auch etwas länger.¹⁰⁵ Nach den ersten beiden Unterrichtsstunden, also um 9:30 Uhr, begann die Hof-Pause, sodass sich während der Pausenzeit die Gelegenheit bot, die Standkameras und die Experimentierkisten wieder aus dem Klassenraum zu entfernen.

Der Ablauf einer jeden Experimentiereinheit war in drei Phasen gegliedert (Einstieg, Experimentierphase, Abschlussrunde) und verlief im Allgemeinen wie folgt:

Der Unterricht begann mit einem Morgengesprächskreis, der von der Klassenlehrperson geleitet wurde. Dazu versammelten sich die Kinder auf den Sitzbänken im Kreis bzw. im Quadrat und führten ihre morgendlichen Rituale durch (z. B. Lied singen, ...).

In dieser gemeinsamen Versammlungsrunde erfolgte dann auch der Einstieg in die Experimentiereinheit: Mit Hilfe der Titelbilder der Experimentierbücher wurden die Kinder auf die Inhalte der Experimentiereinheit eingestimmt. Zum Teil wurden dabei auch noch einmal die Inhalte der letzten Experimentiereinheit aufgegriffen. Anhand einer Experimentierkiste wurde dann gezeigt, mit welchen Materialien die SchülerInnen an diesem Versuchstag arbeiten werden: Das Entpacken der Experimentierkiste stellte für die Kinder immer einen hohen motivationalen Anreiz dar – die einzelnen Materialien wurden benannt (und bei wiederholtem Einsatz: wiedererkannt). Von neuen Experimentiermaterialien wurden der Begriff und die Funktionsweise geklärt und evtl. Hinweise zur Entsorgung gegeben. Über die Arbeitsaufträge während des Experimentierens (Bearbeiten der Arbeitsblätter) waren die Kinder bereits in der Einführungsstunde informiert worden – gegebenenfalls wurden diese aber auch noch einmal erläutert.

Mit dem Verteilen der Namenskartchen wurde dann der Übergang in die Experimentierphase eingeleitet. Das Anbringen der Namenskartchen (auf dem auch die Forscherameise Fred abgebildet war) hatte nicht nur einen praktischen Grund, sondern auch einen symbolischen: Den Kindern wurde damit signalisiert, dass sie nun offiziell in die Rolle eines Forschers/einer Forscherin schlüpfen dürfen; ihnen wurde sozusagen das Vertrauen ge-

¹⁰⁵ Eigentlich sind für das Fach Sachunterricht nur zwei Unterrichtsstunden pro Woche vorgesehen. Die Lehrperson war aber einverstanden, mehr Zeit für das Experimentieren zur Verfügung zu stellen – Zeit, die sie nach Abschluss der Untersuchung wieder zugunsten anderer Fächer einholte. Eine einmal pro Woche stattfindende Experimentiereinheit war in diesem Fall nicht umsetzbar, da sich die Untersuchung dann aufgrund diverser Veranstaltungen und Ferienzeiten fast über ein ganzes Semester gezogen hätte. Dies hätte auch einen größeren Erhebungsaufwand bedeutet, da für die Erfassung der kurzfristigen Effekte noch mehr Kurztests hätten eingesetzt werden müssen. Wenn sich die Experimentierreihe über einen zu langen Zeitraum erstreckt hätte, wären irgendwann auch Reifungsprozesse bei den Kindern als mögliche Einflussfaktoren nicht mehr auszuschließen gewesen.



schenkt, die naturwissenschaftlichen Experimente in Partnerarbeit selbstständig durchzuführen. Die Versammlungsrunde wurde daraufhin aufgelöst, die SchülerInnen begaben sich wieder zurück auf ihre Sitzplätze und der „Austeildienst“ verteilte jedem Zweierteam die Forscherhefte und das erste Experimentierbuch.

Nun begann das Experimentieren (siehe Abb. 52): Mit Hilfe des Experimentierbuches und der Materialien aus der Experimentierkiste wurde das naturwissenschaftliche Experiment Schritt für Schritt von den SchülerInnen eigenständig durchgeführt – die Kinder sprachen sich untereinander ab und wechselten sich beim Ausführen der Experimentierschritte ab. Meist übernahm es eines der beiden Kinder, aus dem Experimentierbuch vorzulesen bzw. die Anweisungen durch zu geben und den korrekten Ablauf mit Hilfe des Experimentierbuches zu überprüfen.



Abb. 52: Fotos vom Experimentieren mit Hilfe der Experimentierbücher

Sobald sich die Kinder soweit im Experimentierbuch voran gearbeitet hatten, dass eine Büroklammer ein Weiterblättern verhinderte, war dies der Moment, in dem die Kinder dazu übergehen sollten, ein Arbeitsblatt zu bearbeiten (siehe Abb. 53). Das entsprechende Arbeitsblatt war in einer farblich markierten Folie in der Experimentierkiste zu finden. Jedes Kind sollte ein eigenes Arbeitsblatt ausfüllen. Die SchülerInnen durften sich aber beim Bearbeiten der Aufgaben gegenseitig beraten und helfen, was v. a. für leistungsschwächere SchülerInnen von Vorteil war. Die Aufgaben auf den Arbeitsblättern dienten als Lernaufgaben, nicht als Kontrollaufgaben, d. h. Fehler waren durchaus erlaubt.



Abb. 53: Fotos vom Experimentieren und dem Bearbeiten der Arbeitsblätter

Nachdem das Arbeitsblatt ausgefüllt und im Forscherheft abgeheftet war, durfte das Experimentierbuch zu Ende gelesen und dann ein neues, also das nächste Experimentierbuch vom Materialtisch abgeholt werden. Im Austausch dazu musste dort das bereits bearbeitete Experimentierbuch abgegeben werden.

Der Ablauf für das zweite und dritte Experiment war ähnlich, nur sollte als Aufgabenblatt nun nicht mehr eine Beobachtungsaufgabe (Experiment 1), sondern eine Deutungs- aufgabe (Experiment 2) bzw. eine Aufgabe zum Vermuten/Schlussfolgern (Experiment 3) bearbeitet werden. Nach Beendigung aller drei Experimente und Aufgaben der Einheit räumten die SchülerInnenpaare ihren Arbeitsplatz auf und die Experimentiermaterialien wieder in die Kiste zurück. Im Anschluss daran durften sie ein neues Aufgabenblatt (aus einem anderen Fachbereich) beginnen, welches von der Klassenlehrperson vorgegeben wurde. Dank dieses „Zeitpuffers“ konnte auf das individuelle Lern- und Arbeitstempo der einzelnen SchülerInnenpaare Rücksicht genommen werden. So hatten alle Kinder genügend Zeit, um alle drei Experimente und die dazugehörigen Arbeitsblätter vollständig zu bearbeiten.

Während dieser selbstständigen Experimentier- und Arbeitsphase übernahmen die Erwachsenen (der Forschungsleiter und die Klassenlehrperson) die Rolle von Lernbegleitern, d. h. sie beobachteten die Kinder beim Experimentieren und gaben den SchülerIn-



nen bei Bedarf individuelle Hilfestellungen. Dank des Experimentierbuches hatten die SchülerInnen aber auch jederzeit die Möglichkeit zur Selbstkontrolle.

Das nahende Ende der Experimentierphase wurde nonverbal, mit dem Ertönen einer ruhigen Musik, signalisiert. Diese „Aufräummusik“ wurde eingeführt, um ohne laute Ansa-gen in die abschließende Reflexionsrunde überzuleiten und die SchülerInnen somit von einer doch sehr aktiven und aufregenden Experimentierphase wieder langsam zur Ruhe zu bringen. Solange die Musik ertönte, hatten die Kinder Zeit, ihren Arbeitsplatz aufzu-räumen und sich dann – mit ihrem Forscherheft ausgestattet – im Gesprächskreis zusam-menzufinden.

In der Abschlussrunde, welche der Ergebnissicherung diene, wurden mit den Kindern die Beobachtungen, Deutungen und die einzelnen Aufgabenstellungen noch einmal ge-meinsam besprochen. Dabei wurde viel Wert darauf gelegt, dass möglichst viele Äuße-rungen und Antworten von Seiten der Kinder kamen: Sie sollten erzählen, was sie beim Experimentieren herausgefunden haben. Inhalte, die von den SchülerInnen vielleicht nicht so gut verstanden worden waren, wurden dabei noch einmal näher ausgeführt und geklärt. Mit dem Ablegen des Namenskärtchen und dem Abgeben der Forscherhefte war die „Forscherzeit“ dann für diesen Unterrichtstag beendet.

Die bearbeiteten Arbeitsblätter, welche in den Forscherheften abgeheftet waren, wurden immer bis zur nächsten Experimentierstunde korrigiert, sodass die Kinder diese während der nächsten Experimentierzeit auch noch einmal einsehen konnten. Ein mögliches Zu-hause-Wiederholen der Experimentierinhalte sollte durch das Einsammeln der Forscher-hefte verhindert werden, damit alle SchülerInnen für die Testbewältigung dieselben Lernbedingungen hatten.

Die schriftlichen Tests wurden – ohne Vorankündigung – mit allen SchülerInnen in der Klasse durchgeführt. Bei einem Kind, welches keine ausreichenden Lese- und Schreibfä-higkeiten hatte, las die Lehrperson die Fragen vor und verschriftlichte dessen Antworten. Für die Bearbeitung der Testaufgaben benötigten die Kinder im Durchschnitt 18 Minu-ten. Die mündliche Einzelbefragung zur evtl. Ergänzung einzelner Testaufgaben wurde im Anschluss daran durchgeführt und dauerten pro Kind maximal drei Minuten, sodass alle Kinder ohne großen Zeitaufwand befragt werden konnten. Abschließend, im Rahmen des Follow-up-Test-Zeitpunktes, sollten die Kinder mittels einer Rating-Skala auch noch eine Selbsteinschätzung der Fähigkeiten im Bereich des Experimentierens vornehmen.



6.6. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

In den folgenden Unterkapiteln wird beschrieben, wie die Daten, die in dieser Untersuchung gewonnen wurden, „aufbereitet und geordnet“ und schließlich ausgewertet wurden (Mayring 2002, S. 85). Der Ergebnisteil beginnt mit der Darstellung der Ergebnisse der Lehrerbefragung, da diese Informationen zu den einzelnen SchülerInnen liefert und somit gleichzeitig der Beschreibung der 24 UntersuchungsteilnehmerInnen dient. Es folgen dann die Ergebnisse der Leistungsüberprüfung, der Selbsteinschätzung und der teilnehmenden Beobachtung.

6.6.1. Auswertung und Ergebnisse der Befragung der Lehrperson

Analog zur Datenanalyse in Untersuchung I wurden auch in dieser Studie die Ausführungen der Lehrpersonen zu den einzelnen SchülerInnen wortwörtlich transkribiert. Jedem Kind wurde ein Buchstabe des Alphabetes zugeordnet, um die Daten zu anonymisieren.

Um die persönlichen und soziodemographischen Daten aller 24 SchülerInnen übersichtlich darstellen zu können, wurde wiederum eine tabellarische Grafik erstellt. Diese umfasst aber mehr Kategorien als jene der Untersuchung I, da bei dieser Anzahl an Kindern anhand der Informationen der Lehrperson insgesamt eine größere Anzahl an Risiko- und Schutzfaktoren festgestellt werden konnte (vgl. Wustmann 2009, S. 38ff. und S. 115f.). Abb. 54 macht deutlich, dass einzelne SchülerInnen dieser Klasse sogar von einer multiplen Risikobelastung betroffen sind, allen voran das Kind V). Bei anderen Kindern dieser Klasse sind hingegen keine Risikofaktoren auszumachen.

Die schulische und kognitive Leistungsfähigkeit der einzelnen SchülerInnen dieser Klasse wurden von der Lehrperson wie folgt eingeschätzt und beschrieben:

- Kind A):** "Sie war im ersten Schuljahr die leistungsstärkste Schülerin [...]. Sie kann Dinge reproduzieren, also wiedergeben, aber auch Zusammenhänge erkennen und den Transfer durchführen."
- Kind B):** "Er ist eigentlich ein leistungsstarker Schüler, zwar etwas verträumt, er kann aber denken. [...] Er kann also auf jeden Fall auch Transferleistungen erbringen."
- Kind C):** „Ihre schulischen Leistungen sind im oberen Bereich, sie kann auch Zusammenhänge erkennen und Transferleistungen erbringen, denke ich.“
- Kind D):** "Sie kann schon gut denken, [...] hat teilweise eine Hochbegabung, zumindest im sprachlichen Bereich, sie ist auch schon getestet worden. [...] Sie ist auch in der Lage, Transferleistungen zu erbringen – das würde ich ihr zutrauen."
- Kind E):** „Sie ist die jüngste in der Klasse [...]. Im Grunde genommen wäre sie jetzt noch eine Erstklässlerin – sie ist früher eingeschult worden. [...] Ich glaube, sie kann das auch erkennen, Zusammenhänge, und ihr könnte ich auch Transferleistungen zutrauen.“



SchülerInnen der Klasse	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
	W	M	W	W	W	M	M	M	W	M	M	W	M	M	W	W	M	M	W	M	W	M	W	M	
Geschlecht	W	M	W	W	W	M	M	M	W	M	M	W	M	M	W	W	M	M	W	M	W	M	W	M	
Alter zum Zeitpunkt der Beginn der Erhebung (Jahr, Monat)	8:2	7:4	7:11	7:8	6:11	7:10	7:5	7:8	7:9	7:11	8:2	7:5	8:1	7:10	7:5	7:5	8:3	7:5	7:11	7:10	9:0	11:0	7:5	7:5	
Klassenwiederholung																					JA	JA			
Vulnerabilitätsfaktoren																									
chronische Erkrankungen																									
hohe Ablenkbarkeit, impulsives Verhalten																									
Schulleistungsschwäche																									
Risikofaktoren																									
niedriger sozioökonomischer Status																									
elterliche Trennung und Scheidung																									
niedriges Bildungsniveau der Eltern																									
Absenheit eines Elternteils / alleinerziehendes Elternteil																									
ungünstige Erziehungspraktiken der Eltern																									
häufige Umzüge, häufiger Schulwechsel																									
Migrationshintergrund																									
mehr als vier Geschwister																									
Ablehnung durch gleichaltrige / wenig Freunde																									
Traumatische Erlebnisse																									
belastende medizinische Eingriffe (schwere Erkrankung)																									
schwere Erkrankung eines bzw. beider Elternteile																									
Schutzfaktoren innerhalb der Familie																									
hohes Bildungsniveau der Eltern																									
familiäre Unterstützung / gutes Elternhaus																									

Legende: Faktor vorhanden

Abb. 54: Kind-Umfeld-Analyse: Übersicht über die persönlichen, soziodemographischen Daten der untersuchten SchülerInnen



- Kind F):** „Er ist eigentlich einer der Leistungsstärksten. [...] Er ist wahrscheinlich auch schnell im Denken, er ist mit den Aufgaben auf jeden Fall immer sehr schnell fertig und ist weit über den Durchschnitt in seinen Leistungen.“
- Kind G):** „Er ist ein intelligenter Schüler, aber oft sehr flüchtig, [...] liest nicht genau [...] Zusammenhänge kann er in der Regel gut erkennen.“
- Kind H):** „Er ist ein sehr intelligenter Schüler, der vieles durchschaut und erkennt. [...] Es ist ein Sprachproblem bei ihm ein bisschen gewesen, das ist aber deutlich besser geworden. [...] Von seinem Arbeitsverhalten ist er eher schludrig und ungenau.“
- Kind I):** „Sie ist eigentlich relativ fit von den Leistungen her. Wenn sie will, kann sie schon einiges dahinlegen. Also sie ist nicht im allerobersten Bereich, aber mittleres, gutes oberes Mittelfeld, sagen wir mal so. Sie kann, denke ich mal, Zusammenhänge erkennen. Transferleistungen bin ich mir nicht sicher.“
- Kind J):** „Sie kann selbstständig denken, hat aber manchmal Verständnisprobleme bei neuen Aufgabenstellungen und im mathematischen Bereich. [...] Transfer glaube ich nicht, bestimmte Sachen wird sie erkennen, also, wenn man sie darauf hinweist, aber beim Transfer? Könnte sie teilweise auch schaffen.“
- Kind K):** „Er ist immer unruhig und hyperaktiv. [...] Von den Leistungen ist er so im mittleren Bereich, kann Reproduzieren und Wiedergeben, Zusammenhänge erkennen fällt ihm eher schwer. Transfer sehe ich im Moment noch nicht.“
- Kind L):** "Sie kann sehr gut lesen, ist in Mathe aber schwach. [...] Insgesamt ist sie sehr, sehr langsam. [...] Sie hat ein Verständnis, kann Zusammenhänge erfassen. "
- Kind M):** „Er ist kognitiv recht fit [...]. Ich weiß aber nicht, ob er Problemlösefähigkeit zeigen kann. [...] Wenn man ihm das erklärt, dann erkennt er Zusammenhänge, aber ob er das alleine auch auf eine neue Situation übertragen kann, das weiß ich nicht.“
- Kind N):** „Er ist von den Leistungen her ein mittelguter bis guter Schüler, kann also recht gut denken und Zusammenhänge erkennen. [...] Transfer vollziehen? Meines Erachtens eher nicht.“
- Kind O):** „Ihre schulischen Leistungen sind so im guten Bereich. [...] Das einzige ist eben, dass sie so langsam ist [...]. Ich denke, sie kann auch Zusammenhänge erkennen, sie wird wahrscheinlich aber nicht Transferleistungen erbringen können, denke ich mal.“
- Kind P):** „Sie ist leistungsstark in Mathe, hat beim sinnentnehmenden Lesen aber Probleme. [...] Sie ist sehr flüchtig geworden in ihren schriftlichen Ausführungen. Sie schreibt dann ganz schnell irgendetwas hin und macht dadurch dann auch Fehler. [...] Wobei sie eigentlich relativ intelligent ist. Transfer weiß ich nicht, ob sie das schafft. Ich könnte mir vorstellen, dass das mal kommt.“
- Kind Q):** „Er denkt langsam, erfasst die Arbeitsanweisungen nicht immer richtig oder setzt sie falsch um. [...] Ich traue ihm weniger zu, dass er Zusammenhänge erkennt. Also einfache Zusammenhänge ja, aber Transferleistungen glaube ich auf keinen Fall.“
- Kind R):** „Er ist einer meiner schwächsten Schüler [...]. Ich weiß nicht, ob er ADHS hat [...]. Er kommt jetzt vom Tempo her auch überhaupt nicht mehr mit, er schafft die Aufgaben nur in Bruchstücken. [...] Er kann lesen, aber sehr, sehr langsam. Dadurch braucht er für alles länger – vom Arbeitstempo, nicht vom Verständnis.“
- Kind S):** „Sie kann gut lesen, hat aber mitunter Verständnisprobleme so im mathematischen Bereich. Da ist es schwer für sie, neue Dinge zu erfassen und Zusammenhänge zu erkennen. [...] Sie kann reproduzieren und wiedergeben, wenn sie es verstanden hat, aber ich glaube nicht, dass sie da groß Transferleistungen erbringen könnte. Da hat sie eher Probleme.“



- Kind T):** „Er ist sehr unruhig und unkonzentriert, ist sonst eigentlich ein durchschnittlicher Schüler, so von der Mitarbeit, aber er hat Schwächen im Lesen. [...] Von den Anforderungsbereichen ist er eher so im Reproduzieren und Wiedergeben, also Zusammenhänge erkennen sehe ich eher nicht so wirklich. Es könnte sein. Aber Transfer sehe ich nicht an ihm.“
- Kind U):** „Sie ist ein sehr leistungsschwaches Kind. [...]. Sie hat von Anfang an hier Probleme gehabt, dem Unterricht zu folgen. Wobei sie in letzter Zeit Fortschritte gemacht hat, sie kann also lesen – aber nur sehr langsam und oft liest sie auch nicht so genau. [...] Sie war in ihrer Kindheit lange Zeit im Krankenhaus, ist dadurch entwicklungsverzögert, besitzt aber eine normale Intelligenz. [...] In Mathe ist sie extrem schwach.“
- Kind V):** „Er ist lange krank gewesen, ist dadurch entwicklungsverzögert [...], er kann jetzt schon nicht mehr im zweiten Schuljahr den Unterricht folgen und ist schon 11 Jahre alt [...]. Er kann nur einfache Wörter und kurze Texte lesen, hat Probleme beim Verschriftlichen, ist in Mathe auch sehr schwach, [...] sonderpädagogischer Förderbedarf wird abgeklärt. [...] Er ist sehr motiviert, sehr lernwillig, [...] er fehlt aber oft im Unterricht – krankheitsbedingt.“
- Kind W):** "Sie ist eher eine schwache Schülerin. [...] Sie ist eher so im Reproduzieren, also Zusammenhänge herzustellen fällt ihr sehr schwer. [...] Sie schaltet dann ab und beteiligt sich nicht so an Gesprächen, wo es um das Herausfinden von Dingen geht."
- Kind X):** „Sie liest langsam. In Mathematik hat sie Verständnisprobleme. [...] Sie kann etwas richtig wiedergeben, [...] ist im Schriftlichen aber eher langsam und auch nicht so voll konzentriert.“



6.6.2. *Auswertung und Ergebnisse der Leistungsüberprüfung*

Von jedem der 24 SchülerInnen lagen insgesamt vier schriftlich bearbeitete Tests vor: Zwei Nachtests zur Erfassung der „kurzfristigen Effekte“ und zwei identische Follow-up-Tests zur Erfassung der „langfristigen Effekte“. In jedem Test sollten die SchülerInnen 12 Aufgaben bewältigen. Um verschiedene Leistungsniveaus bei den SchülerInnen anhand der Testergebnisse erfassen zu können, beinhaltete jeder Test Aufgaben aus allen drei kognitiven Anforderungsbereichen – und zwar im selben Verhältnis.

Die Testauswertung gestaltete sich bei den Multiple-Choice-Aufgaben als recht einfach und eindeutig: Entweder war eine Aufgabe korrekt oder inkorrekt gelöst.¹⁰⁶ Bei den offenen Testaufgaben mussten vorher noch Antwortkriterien festgelegt werden, anhand derer eine Aufgabenbeantwortung als „richtig“ bzw. „falsch“ gelöst beurteilt werden konnte. Für jede richtig gelöste Aufgabe wurde immer 1 Punkt vergeben. Falschantworten wurden mit 0 Punkten gewertet.

Da bei der Durchführung der Experimentiereinheiten manchmal einige SchülerInnen im Unterricht gefehlt haben – und die Kinder diese Aufgaben in den Tests dementsprechend auch nicht bearbeitet haben – wurde zudem noch die Kategorie „nicht experimentiert“ eingeführt.¹⁰⁷ Bei der Auswertung musste deshalb berücksichtigt werden, dass diese SchülerInnen aufgrund ihrer Fehlzeiten die volle Punktezahl in den Tests nicht mehr erreichen konnten.

Die Testergebnisse werden wie folgt dargestellt:

- Zunächst wird die Lösungshäufigkeit für jede einzelne Aufgabe im Nachtest und im Follow-up-Test angegeben, um sichtbar zu machen, wie gut die unterschiedlichen Aufgabenanforderungen von den SchülerInnen dieser Klasse bewältigt werden konnten. Dies gibt Hinweise darauf, ob die gestellten Aufgaben auch wirklich unterschiedlichen Anforderungsniveaus entsprachen.
- Anschließend wird für jedes einzelne Kind aufgezeigt, wie viele Aufgaben es im Nachtest bzw. im Follow-up-Test lösen konnte und welchem Anforderungsbereich diese Richtigantworten entsprechen.

¹⁰⁶ Bei den Multiple-Choice-Aufgaben, bei denen in den Einzelbefragungen noch einmal nachgefragt wurde, erfolgte die Auswertung wie folgt: Eine Antwort wurde dann als korrekt bewertet, wenn das Kind neben einem korrekten Urteil auch noch eine entsprechende Begründung abgeben konnte.

¹⁰⁷ Der Fall, dass Aufgaben nicht beantwortet wurden, obwohl die SchülerInnen bei der Durchführung der Experimentiereinheit anwesend waren, kam nicht vor. Unbearbeitete Aufgaben waren immer mit Fehlzeiten verbunden.



6.6.2.1. Lösungshäufigkeit der einzelnen Testaufgaben

Die beiden Testteile umfassten jeweils 12 Aufgaben, die sich auf vier Inhaltsbereiche der Experimentierreihe beziehen. Zu jedem Inhaltsbereich gab es für die SchülerInnen drei Aufgaben zu bewältigen, die unterschiedlichen kognitiven Anforderungsbereichen (AB) zugeordnet werden können. Die Balkendiagramme geben wieder, wie die 24 SchülerInnen die einzelnen Aufgaben im Nachtest (Abb. 55 und Abb. 57) und im Follow-up-Test (Abb. 56 und Abb. 58) bewältigt haben.

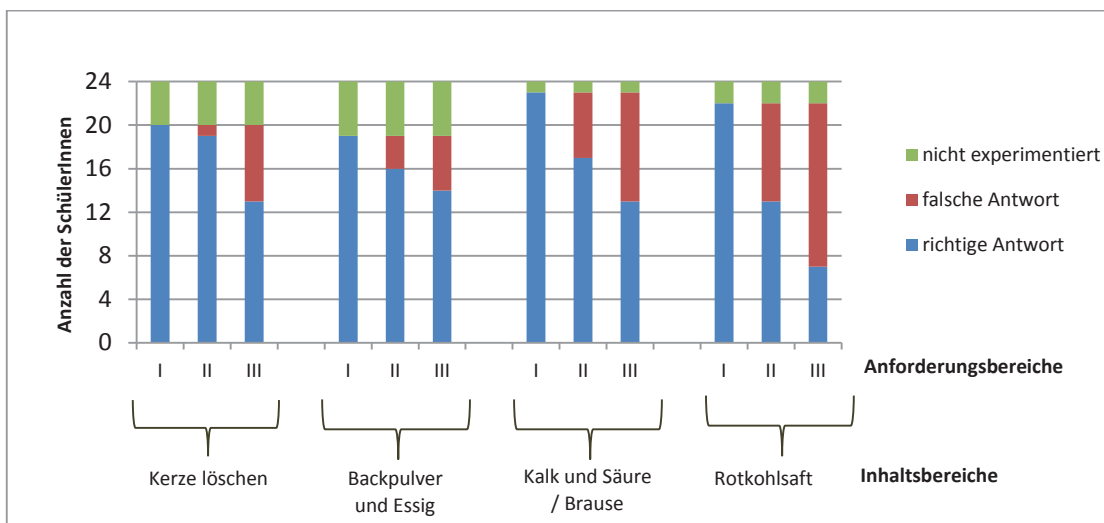


Abb. 55: Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Nachtests (1 – 5), (n = 24). Jeder Balken entspricht einer Testaufgabe.

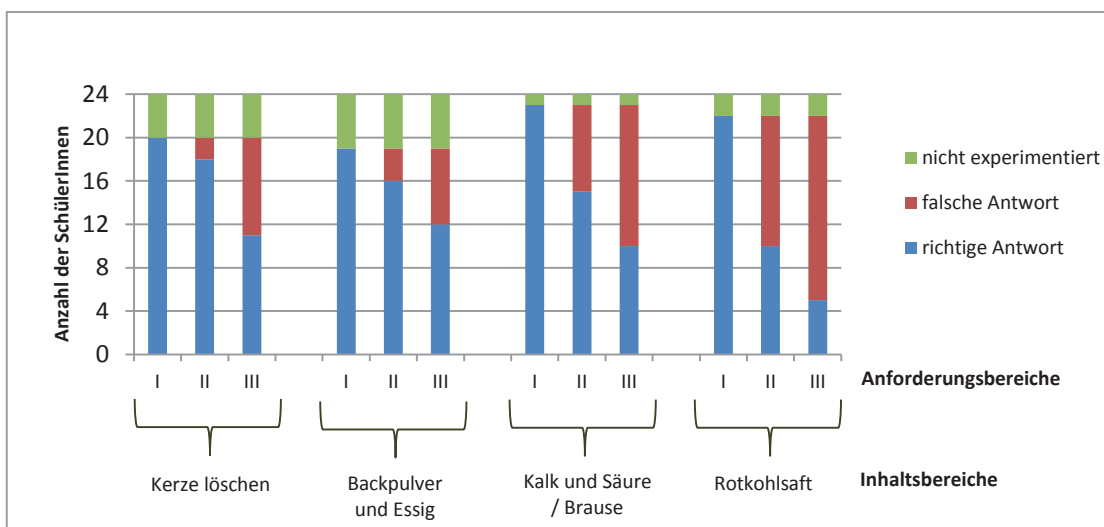


Abb. 56: Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Follow-up-Test (1 – 5), (n = 24). Jeder Balken entspricht einer Testaufgabe.

Für jeden Inhaltsbereich zeigte sich, dass die Lösungshäufigkeit der Aufgaben sinkt, je höher das Anforderungsniveau der Aufgaben ist: Die Aufgaben des AB's I konnten fast immer von allen Kindern, die experimentiert haben, gelöst werden. Mit Ausnahme des Inhaltsbereiches „Rotkohlsaft“ wurden die Aufgaben des AB's III noch von mindestens der Hälfte der SchülerInnen dieser Klasse im Nachtest richtig bearbeitet. Etwas niedriger fallen die Ergebnisse im Follow-up-Test aus – aber nur geringfügig: Im Follow-up-Test wurden die einzelnen Aufgaben des AB's II und III durchschnittlich von zwei Kindern der gesamten Klasse weniger häufig gelöst als im Nachtest.

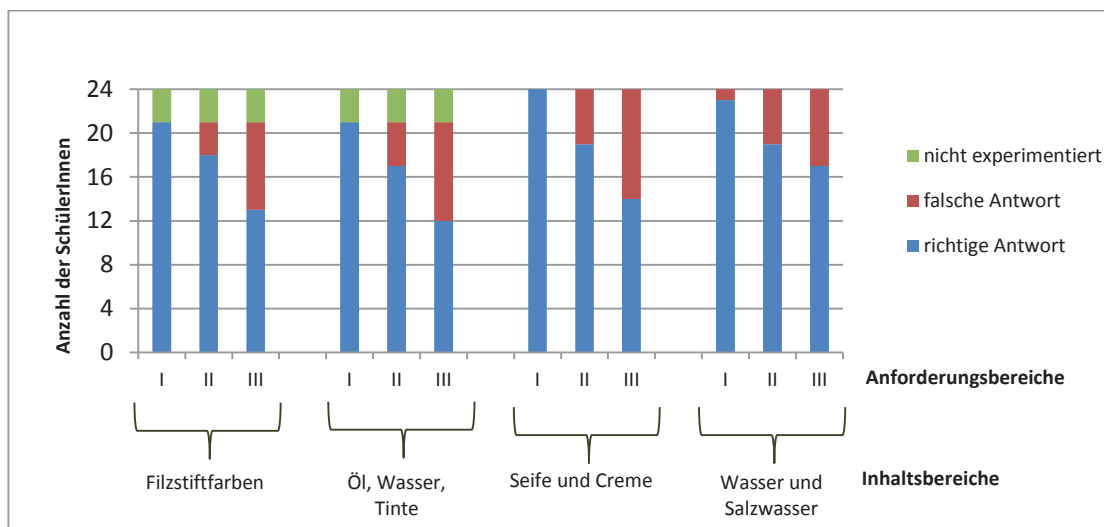


Abb. 57: Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Nachtest (6 – 10), (n = 24). Jeder Balken entspricht einer Testaufgabe.

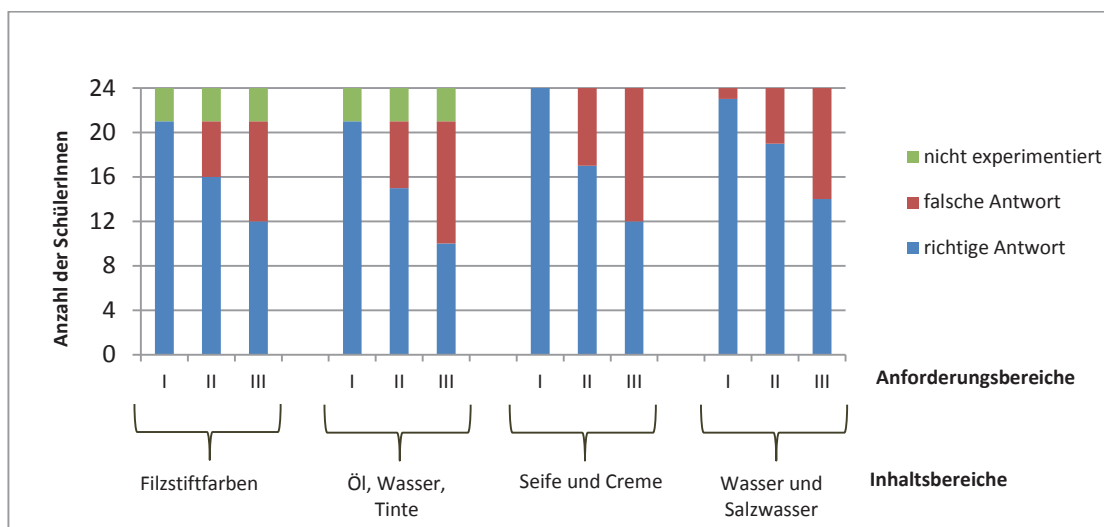


Abb. 58: Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Follow-up-Test (6 – 10), (n = 24). Jeder Balken entspricht einer Testaufgabe.



Auch zwischen den einzelnen Inhaltsbereichen lassen sich geringe Unterschiede in der Aufgabenbewältigung feststellen. Besonders fällt dabei auf, dass die Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Inhaltsbereich „Rotkohlsaft“ hinter den Ergebnissen der anderen Inhaltsbereiche zurück fallen.

Im Folgenden wird näher beschrieben, wie die einzelnen Aufgaben der verschiedenen Inhaltsbereiche von den SchülerInnen dieser Klasse gelöst wurden. Da die Ergebnisse für den Nachtest und Follow-up-Test (aufgrund der geringen Unterschiede) gemeinsam dargestellt werden, wird auf eine genaue Angabe der SchülerInnenanzahl, welche die Aufgaben lösen konnten, verzichtet. Hierfür sei nochmal auf die Balkendiagramme (Abb. 55 bis Abb. 58) verwiesen.

Bei der Beschreibung der Ergebnisse der offenen Testaufgaben werden immer einige SchülerInnenantworten exemplarisch genannt. Die von den Kindern selbst verschriftlichten Antworten werden dann wörtlich korrekt wiedergegeben, orthographische und grammatikalische Fehler wurden dabei aber bereinigt.

Die Testaufgaben sind im Anhang anhand eines ausgefüllten Testbogens einsehbar.

Inhaltsbereich: Kerze löschen

- **AB I:** Alle Kinder konnten richtig wiedergeben, dass eine Kerze unter einem großen Glas länger brennt als eine Kerze unter einem kleinen Glas und begründeten dies damit, dass der Kerze im großen Glas mehr Luft bzw. mehr Sauerstoff zum Brennen zur Verfügung steht, z. B.:

Kind A): „Weil in dem großen Glas ist mehr Sauerstoff als in dem kleinen Glas.“

Kind T): „Weil die Kerze mehr Luft hat als die andere Kerze.“

Kind W): „Weil in dem Glas mehr Sauerstoff ist.“

- **AB II:** Die SchülerInnen sollten *eine* Kerze *unter* einem Glas, *zwei* Kerzen *unter* einem Glas und *zwei* Kerzen *in* einem Glas miteinander vergleichen und dann beurteilen, welche der Kerzen am längsten brennt. Die meisten Kinder erkannten richtig, dass die beiden Kerzen, die *in* einem Glas stehen (und somit Luftzufuhr haben) am längsten brennen können.



- **AB III:** Etwas weniger SchülerInnen der Klasse kamen noch zum Schluss, dass zwei Kerzen *unter* einem Glas im Vergleich zu einer Kerze *unter* einem Glas bzw. zwei Kerzen *in* einem Glas (mit Öffnung) am schnellsten ausgehen. Fälschlicherweise wurde hier häufig auch vermutet, dass die eine Kerze unter dem Glas am schnellsten erlischt.

Inhaltsbereich: Essig und Backpulver

- **AB I:** Als danach gefragt wurde, was passiert, wenn Backpulver und Essig in einer mit einem Luftballon verschlossenen Flasche zusammen kommen, konnten alle Kinder die richtige Antwort aus der vorgegebenen Antwortauswahl ausfindig machen: „In der Flasche sprudelt es und der Luftballon bläst sich auf“.
- **AB II:** Weniger eindeutig fiel die Antwortauswahl bei der Frage aus, warum eine brennende Kerze in einer Glasschale ausgeht, wenn ein Becher mit Backpulver und Essig in Richtung Kerzenflamme gehalten wird, ohne die beiden Substanzen dabei auszugießen. Die Antwort „Weil das Gas CO₂ entsteht und die Kerze dann keine Luft mehr bekommt“ wurde häufig gewählt, einige Kinder entschieden sich aber auch für die Antwort „weil der Luftzug sie ausbläst“. Theoretisch wäre dies auch eine plausible Möglichkeit, um eine brennende Kerze zum Erlöschen zu bringen, war aber in diesem Fall nicht die korrekte Ursache.
- **AB III:** Als die Kinder einschätzen sollten, welche Kerze wohl länger brennt, wenn Essig und Backpulver in einer Schüssel zusammengegeben werden, antworteten viele SchülerInnen richtig, dass es die Kerze ist, die aus der Schüssel hervorragt und nicht die Kerze, die sich in der Schüssel befindet. Ei-



nige Kinder konnten dies korrekt damit begründen, dass das Gas CO_2 die obere Kerzenflamme nicht erreicht, z. B.:

Kind C): „Weil die Kerze auf einen Podest steht und das Gas CO_2 länger braucht um an die Kerze dran zu kommen.“

Kind F): „Weil das Gas CO_2 nach oben steigt und die untere Kerze als erstes ausbläst.“

Kind H): „Weil die oben bei der Luft ist und das CO_2 es nicht erreichen kann.“

Andere Kinder meinten hingegen, dass der Essig nicht ausreicht, um zur Kerzenflamme zu gelangen, z. B.:

Kind R): „Weil der Essig nicht höher geht.“

Kind W): „Weil die Kerze oben ist und da nur so wenig Essig drin ist.“

Kind X): „Weil sie weiter oben steht, weil sie dann nicht an die Flüssigkeit kommt.“

Auch dies wären sicherlich plausible Gründe – schließlich kann eine brennende Kerze auch durch Essig zum Erlöschen gebracht werden. Hier wurde dann aber nicht berücksichtigt, dass die Essigsäure mit dem Backpulver reagiert und sich dabei das Gas Kohlenstoffdioxid bildet, welches eine erstickende Wirkung hat.

Inhaltsbereich: Kalk und Säure / Brause

- **AB I:** Auf die Frage, ob Natron oder Puderzucker sprudelt, wenn eine saure Flüssigkeit (Essig) dazugegeben wird, konnten sich alle Kinder daran erinnern, dass es Natron ist.
- **AB II:** Weniger Kinder wussten noch, woraus die Bläschen bestehen, die in der Brause aufsteigen. Neben der korrekten Antwort „aus dem Gas CO_2 “ wurde manchmal auch die falsche Antwort „aus Sauerstoff“ ausgewählt.



- **AB III:** Die Problemlöseaufgabe stellte eine hohe Anforderung an die Kinder, weil sie dieses Experiment im Unterricht nicht durchgeführt hatten. Dies zeigt sich auch an der vergleichsweise geringen Lösungshäufigkeit: Einige SchülerInnen konnten aber richtig schlussfolgern, dass man Essig zu den verschiedenen Arten von Steinen dazu geben muss, um herauszufinden, welcher der Steine aus Kalk besteht. Sie begründeten ihre Antwort wie folgt:

Kind B): „Weil dann sprudelt es, wenn der Stein aus Kalk ist.“

Kind D): „Mit Essig wird der Kalk zu CO₂.“

Kind G): „Weil aus Essig und Kalk CO₂ entsteht.“

Kind L): „Weil Kalk sich vom Essig auflöst.“

Andere Kinder kreuzten hingegen die Antwortmöglichkeit „Gips dazugeben“ an, begründeten ihre Antwort aber nicht weiter oder meinten z. B.:

Kind S): „Dann wird es ja noch härter.“

Kind T): „Weil ich es einfach tun würde.“

Kind W): „Weil ich das viel besser finde.“

Inhaltsbereich: Rotkohlsaft

- **AB I:** Fast alle SchülerInnen dieser Klasse konnten richtig wiedergeben, dass sich „der Rotkohlsaft verfärbt“, wenn Natron dazugegeben wird.
- **AB II:** Schwieriger gestaltete sich für die Kinder die Frage, welche Farbe der Rotkohlsaft bekommt, wenn Zitronensaft dazugegeben wird. Es war angegeben, dass Säuren den Rotkohlsaft pink-rot färben, Seifen (Basen) hingegen blau-grün. Hier mussten die Kinder den Zusammenhang herstellen, dass der Zitronensaft eine Säure ist und sich dementsprechend „pink-rot“ färbt. Einigen Kindern gelang dies auch, z. B.:



Kind A): „Weil Zitronensaft ist eine Säure.“

Kind C): „Weil Rotkohlsaft und Säure wird pink-rot und Zitronensaft ist eine Säure.“

Kind F): „Weil Zitronensaft Säure hat.“

Kind J): „Weil die Säure es färbt.“

Eine häufige Fehleinschätzung war, dass sich die Farbe des Zitronensaftes (gelb) und die Farbe des Rotkohlsaftes (violett) vermischen und es deshalb zur Farbveränderung kommt, z. B.:

Kind L): „Weil Zitronensaft und Rotkohlsaft pink-rot ergeben, genauso wie gelb und violett.“

Kind P): „Weil es dann heller wird, dann wird es pink-rot.“

Kind T): „Weil gelb und lila ergibt violett“.

Einzelne Kinder kreuzten andere, falsche Antwortalternativen an, beispielsweise dass sich der Rotkohlsaft bei Zugabe von Zitronensaft „blau grün“ oder „violett“ färbt. Dies begründeten sie wie folgt:

Kind H): „Weil es so stimmt.“

Kind Q): „Weil der Rotkohlsaft violett ist.“

- **AB III:** Für die meisten SchülerInnen war die Neutralisationsaufgabe unlösbar: Die Kinder sollten überlegen, ob man eher Essig oder Waschmittel zu einem blau-grün gefärbten Rotkohlsaft dazu geben sollte, um möglichst wieder einen violetten (neutralen) Rotkohlsaft zu erhalten. Auch wenn vorgegeben war, dass „Rotkohlsaft + Seife“ die Farbe „blau-grün“ ergibt, war die Aufgabenstellung für die meisten Kinder zu schwierig. Auf die Frage, was denn das Gegenteil von „seifig“ (basisch) ist, wurden von den SchülerInnen die unterschiedlichsten Antworten gegeben, z. B.:

Kind B): „säurig“

Kind D): „unseifig“

Kind L): „schmutzig“

Kind U): „Essig“

Kind S): „schaumisch“

Kind X): „nicht seifig“



Inhaltsbereich: Filzstiftfarben

- **AB I:** Wurden den Kindern verschiedene Farbmuster (Chromatogramme) von Filzstiften gezeigt, so konnten alle Kinder richtig angeben, welche Filzstiftfarben Mischfarben sind.
- **AB II:** Die meisten SchülerInnen dieser Klasse konnte auch erklären, dass bei einem violetten Kreis die Farben rot und blau auf dem Filterpapier erscheinen werden, wenn es nass wird – wenn also das Chromatographie-Verfahren angewandt wird, z. B.:

Kind B): „Violett besteht aus rot und blau und wenn Wasser dazu kommt dann wird wieder rot und blau.“

Kind D): „Weil es sich trennt.“

Kind H): „Weil rot und blau lila ergibt.“

Einige Kinder meinten, dass der violette Kreis durch das Wasser breiter wird, dabei aber seine Farbe nicht verändert:

Kind N): „Weil violett violett ist und daher ist es ja auch violett.“

Kind T): „Weil Wasser leitet und der Kreis voller wird.“

- **AB III:** Als die SchülerInnen überlegen sollten, wie ein Filterpapier wohl aussehen wird, wenn ein schwarzer Kreis, der mit einem nicht wasserlöslichen Filzstift gezeichnet wurde, nass wird, konnte die Hälfte der Klasse den richtigen Schluss ziehen, dass der Kreis sich nicht verändern wird – und zwar ohne einen permanenten Filzstift in der Experimentiereinheit ausprobiert zu haben. Auf die Nachfrage, warum sie das glauben, wurden u. a. folgende Antworten abgegeben:

Kind A) „Weil der schwarze Stift ja nicht wasserlösbar ist und dann kann es das Wasser ja auch nicht lösen.“

Kind L: „Weil dieser Filzstift nicht wasserlöslich ist und deswegen kann die Farbe nicht so abgehen.“

Kind M): „Weil schwarz mischt sich nicht mit Wasser. [Interviewer: „Immer?]. „Nur da nicht, der Filzstift ist wasserdicht.“



Einige Kinder vermuteten, dass sich der schwarze Kreis durch das Wasser einfach ausdehnt, z. B.:

Kind H): „Der Edding wird grau ... er kann nur eine Farbe enthalten und der schwarze Filzstift mehrere [meint wahrscheinlich einen wasserlöslichen schwarzen Filzstift].“

Auch die Antwort, dass der Kreis bunt wird, wurde von manchen Kindern angekreuzt und auf Nachfrage z. B. wie folgt begründet:

Kind K): „Weil Schwarz eine Mischfarbe ist.“

Inhaltsbereich: Öl, Wasser, Tinte

- **AB I:** Bei der Frage, was passiert, wenn Wasser und Öl in einem Becher zusammengegeben werden, konnten alle Kinder richtig wiedergeben, dass „Öl und Wasser sich nicht mischen. Öl schwimmt oben.“
- **AB II:** Die Begründung, warum sich Öl und Wasser nicht mischen können, sowie die Begründung dafür, dass sich Himbeersaft und Tinte mit Wasser vermischen lassen, konnten viele SchülerInnen selbst geben – zum Teil mit Hilfe von Fachausdrücken, zum Teil mit animistischen Erklärungen und zum Teil mit Hilfe von bildhaften Darstellungen:

Kind B): „Weil die Moleküle anders sind.“ / „Weil die Moleküle gleich sind“.

Kind D): „Weil rund und länglich sich nicht vertragen.“

Kind F): „Weil Gleiches kann sich nur mit Gleichem vermischen.“

Kind L): „Weil Rundes kann sich nur mit Rundem mischen und Längliches nur mit Länglichem.“

Kind M): „Weil die sich nicht mögen“ / „Weil Himbeersaft so aussieht wie Wasser“.

Kind O): „Weil Wasser gepunktet ist und Himbeersaft und Tinte ja auch rund ist.“

Kind W): „Weil die Teilchen nicht gleich aufgebaut sind.“ / „Weil die Teilchen gleich aufgebaut sind.“

Kind X): „Weil Wasser □ □ □ □ ist und Öl — — — — ist.“



- **AB III:** Als die Kinder überlegen sollten, wie man herausfinden könnte, wie die Teilchen von Essig unter einer Riesenlupe aussehen, kreuzten noch mehr als die Hälfte der SchülerInnen dieser Klasse die richtige Antwort an: „Essig ins Wasser und Essig ins Öl geben“. Einige Kinder entschieden sich aber auch für die Antwort „Essig und Spülmittel zusammen geben“ oder für die Antwort „Essig und Backpulver zusammen geben“.

Inhaltsbereich: Seife und Creme

- **AB I:** Alle SchülerInnen konnten sich noch daran erinnern, wie die Teilchen von Wasser, Öl und Seife unter einer Riesenlupe aussehen würden.
- **AB II:** Danach gefragt, was passiert, wenn man einen Vermittler (Emulgator) zum Öl und Wasser dazu gibt, kam der Großteil der Klasse zur korrekten Antwort: „Alles mischt sich zu einer Creme“. Zudem konnten sie auch noch angeben, wie Tensid-Teilchen sich zwischen den Wasser- und Öl-Teilchen ausrichten. Einige SchülerInnen wählten hingegen die Antwortalternative „Der Vermittler mischt sich nur mit Wasser“ oder „Der Vermittler bleibt oben: Es bilden sich drei Schichten.“
- **AB III:** Eine neue, im Unterricht nicht thematisierte, dafür aber alltagsrelevante Problemlöseaufgabe war für die Hälfte der Kinder dieser Klasse noch lösbar: Sie sollten überlegen, wie man eine mit Öl verschmierte Schüssel wieder sauber bekommt – alleine mit Wasser wurde die schmutzige Schüssel nicht sauber. Häufig wurde von den Kindern genannt, dass noch die Hinzugabe von „Spülmittel“ oder „Seife“ erforderlich ist. Sie begründeten dies z. B. wie folgt:

Kind B): „Weil die Seife wie Vermittler ist.“



Kind D): „Weil es an einer Seite rund und an der anderen länglich ist.“

Kind G): „Weil Seife sich mit Wasser und Öl vermischen kann.“

Kind L): „Weil die Seife von allem etwas hat.“

Auch auf Alltagserfahrungen griffen einige Kinder bei der Lösung dieses Problems zurück. Sie konnten aber nicht anhand der Struktur der Seife erklären, warum diese den ölverschmierten Teller sauber machen kann, sondern meinten z. B.:

Kind N): „Weil mit Seife waschen wir uns auch die Hände.“

Kind T): „Wasser rein tun und ein Tuch nehmen. Mit dem Wasser ausspülen und mit dem Tuch trocken machen.“

Inhaltsbereich: Wasser und Salzwasser

- **AB I:** Fast alle Kinder konnten richtig wiedergeben, dass dieselbe Menge „Salzwasser schwerer ist als Wasser“.
- **AB II:** Der Großteil der Klasse entschied sich auch für die richtige Erklärung, als sie gefragt wurden, warum eine Kartoffel im Salzwasser schwimmt, im Wasser aber nach unten sinkt: „Weil die Kartoffel schwerer ist als Wasser und leichter ist als Salzwasser“ – bei gleichem Volumen.
- **AB III:** Vielen Kindern hatten auch eine Idee, wie man ein Hühnerei, welches in einem leicht konzentrierten Salzwasser schwebt, wieder zum Sinken bzw. Schwimmen bringen könnte: Die Zugabe von „mehr Wasser“ (sinken) bzw. „Salz“ (schwimmen) wurden häufig genannt. Einige der Kinder vertauschten aber diese Begriffe. Einzelne Kinder schrieben hingegen, dass sie „Öl“ oder „Essig“ dazugeben würden.



Zusammenfassender Vergleich der Testergebnisse (Abb. 59 und Abb. 60):

Bei einer Gesamtbetrachtung der Aufgabenbewältigung mit Fokus auf die einzelnen Anforderungsbereiche zeigt sich sowohl im Nachtest als auch im Follow-up-Test, dass mit zunehmender Aufgabenanforderung die Lösungshäufigkeit abnimmt.

Vergleicht man die Ergebnisse vom Nachtest und vom Follow-up-Test, dann können bei den Reproduktionsaufgaben (AB I) insgesamt keine Veränderungen festgestellt werden. Bei den anderen beiden Anforderungsbereichen ist im Follow-up-Test ein Rückgang in der Aufgabenbewältigung zu verzeichnen, der im Anforderungsbereich II durchschnittlich bei 5 bis 6 % und im Anforderungsbereich III bei 8 bis 9 % liegt.

Zwischen Test (1 – 5) und Test (6 – 10) sind insgesamt kaum Unterschiede erkennbar. Eine vollständige Vergleichbarkeit dieser beiden Testteile ist aufgrund von unterschiedlichen Fehlzeiten und Zusammensetzungen der SchülerInnen nicht möglich.

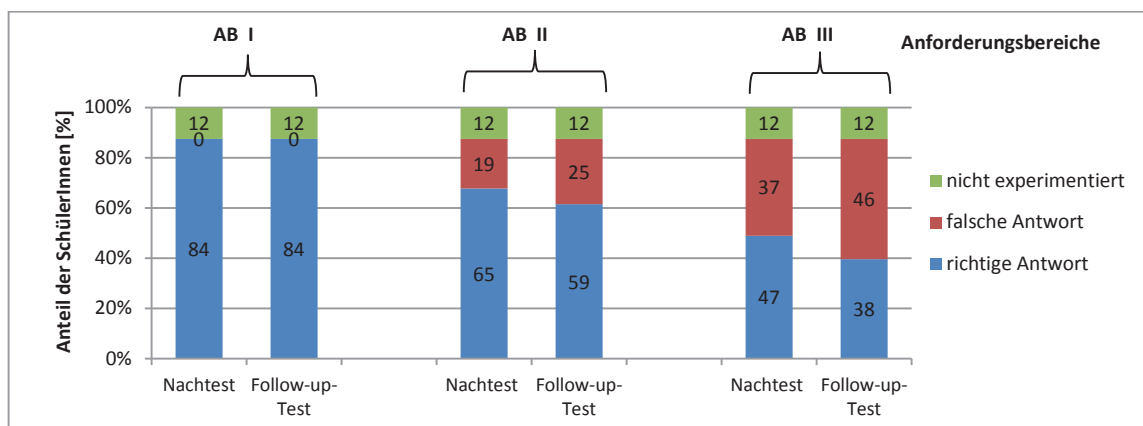


Abb. 59: Vergleich der Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Nachtest (1 – 5) und Follow-up-Test (1 – 5), gegliedert nach Anforderungsbereichen, (n = 24).

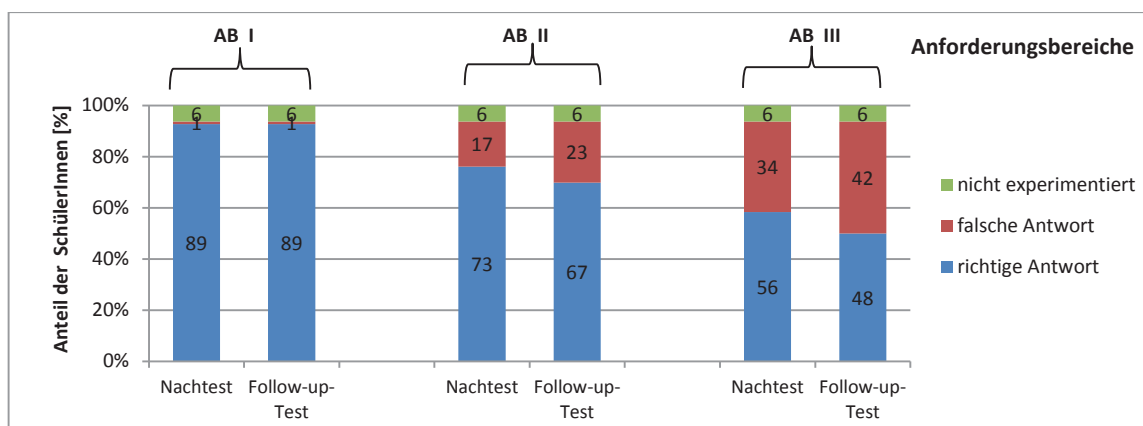


Abb. 60: Vergleich der Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Nachtest (6 – 10) und Follow-up-Test (6 – 10), gegliedert nach Anforderungsbereichen, (n = 24).

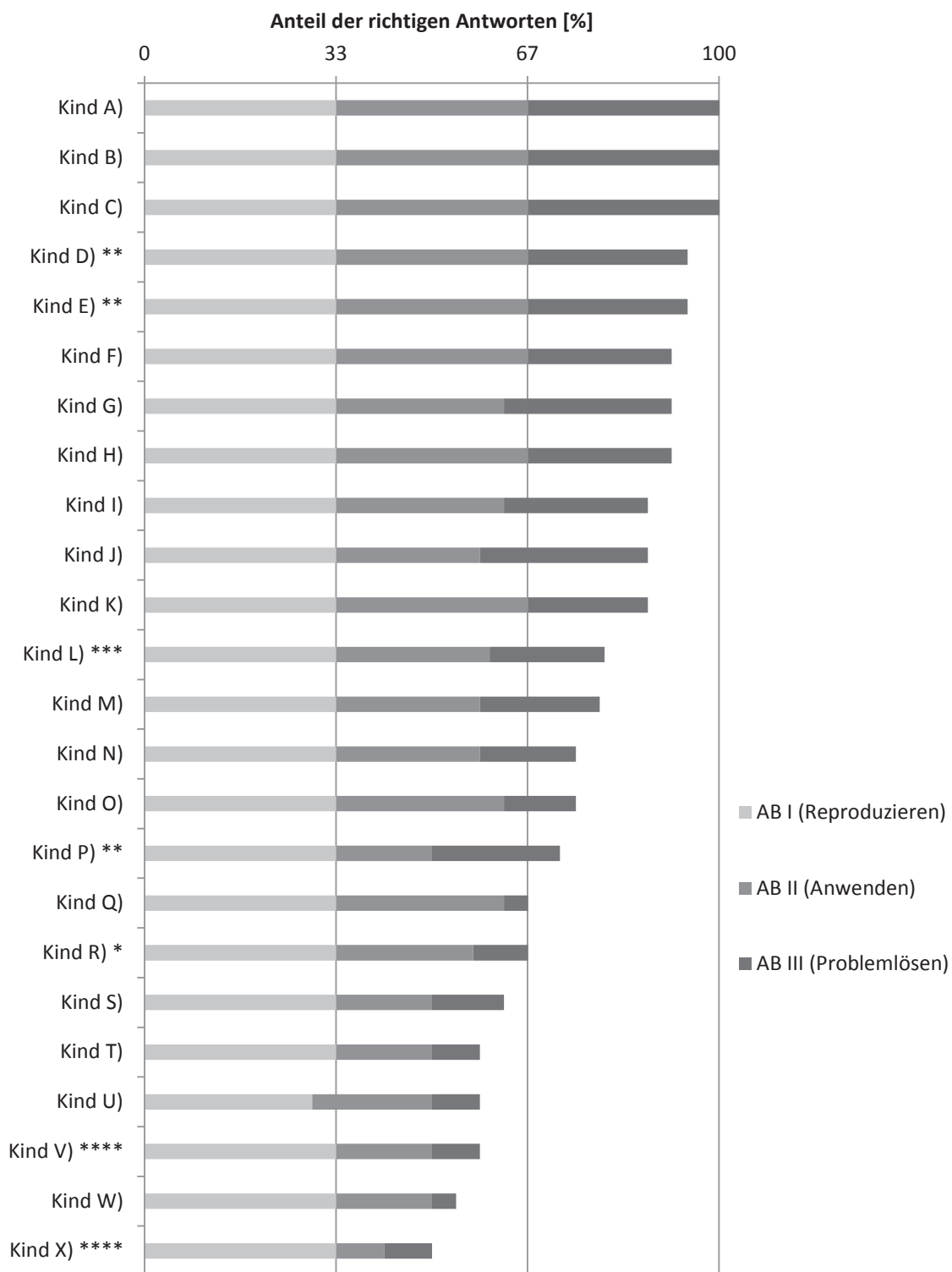


6.6.2.2. Testergebnisse der einzelnen SchülerInnen

In Abb. 61 werden die Ergebnisse der einzelnen SchülerInnen im Nachtest dargestellt: Die Länge der Balken gibt an, wie viel Prozent der Aufgaben ein Kind in Nachtest lösen konnte. Je länger der Balken ist, desto mehr Aufgaben konnte ein Kind lösen.

Um die Testergebnisse der einzelnen SchülerInnen miteinander vergleichen zu können, wurde für jedes Kind die relative Häufigkeit an richtigen Antworten wiedergegeben. Wäre die absolute Häufigkeit korrekt gelöster Aufgaben angegeben worden, dann hätten jene SchülerInnen einen Nachteil gehabt, die einmal oder mehrmals im Unterricht gefehlt haben: Da sie nicht alle 24 Testaufgaben bearbeitet haben, hätten sie die Maximalpunktzahl von 24 nie erreichen können. In Abb. 61 und Abb. 62 beziehen sich die 100 % daher nicht auf die 24 Aufgaben, sondern auf die maximal erreichbare Anzahl an Aufgaben, die ein Kind theoretisch hätte lösen können, weil es bei diesen Experimentiereinheiten im Unterricht anwesend war. Bei einem Fehltag (in der Abbildung mit einem * hinter dem Namen des Kindes kenntlich gemacht) hätte ein Kind zum Beispiel noch 21 Testaufgaben richtig bearbeiten können – zu jeder Experimentiereinheit wurden schließlich drei Aufgaben gestellt.

Da die drei Aufgaben einer Einheit jeweils unterschiedlichen Anforderungsbereichen zugeordnet werden können, entspricht ein Drittel der Testaufgaben dem Anforderungsbereich I (Reproduzieren), ein Drittel dem Anforderungsbereich II (Anwenden) und ein Drittel dem Anforderungsbereich III (Problemlösen). Um sichtbar zu machen, aus welchem Anforderungsbereich die Aufgaben stammen, welche die einzelnen SchülerInnen richtig lösen konnten, wurden die Balken in Abb. 61 dreifarbig gestaltet: Jede Farbe entspricht einem Anforderungsbereich. So zeigt sich, dass mit Ausnahme von Kind U) alle SchülerInnen die Aufgaben des Anforderungsbereiches I richtig lösen konnten. Drei SchülerInnen, Kind A), B) und C), konnten sogar die Testaufgaben aller drei Anforderungsbereiche korrekt lösen. Tendenziell kann gesagt werden, dass die SchülerInnen umso mehr Aufgaben aus dem höchsten Anforderungsbereich (III) lösen konnten, je höher ihre Gesamtestleistung war: Der Anteil der richtigen Antworten aus dem Anforderungsbereich II ist meist höher ausgeprägt als jener aus dem Anforderungsbereich III. Vor allem bei den Kindern im unteren Leistungsniveau wird deutlich, dass die Lösungshäufigkeit der Aufgaben aus dem AB III – erwartungsgemäß – relativ gering ausfällt. Jedes Kind schafft es mit seiner Testleistung aber über den Anforderungsbereich I hinaus, d. h. sie waren zum Teil auch in der Lage, ihr erworbenes Wissen in bestimmten Inhaltsbereichen anzuwenden und Transferleistungen zu erbringen.



Legende: Jeder * steht für einen Fehltag.

Abb. 61: Gesamtergebnisse der Aufgabenbewältigung der einzelnen SchülerInnen im Nachtest, farblich gegliedert nach den kognitiven Anforderungsbereichen der Aufgaben



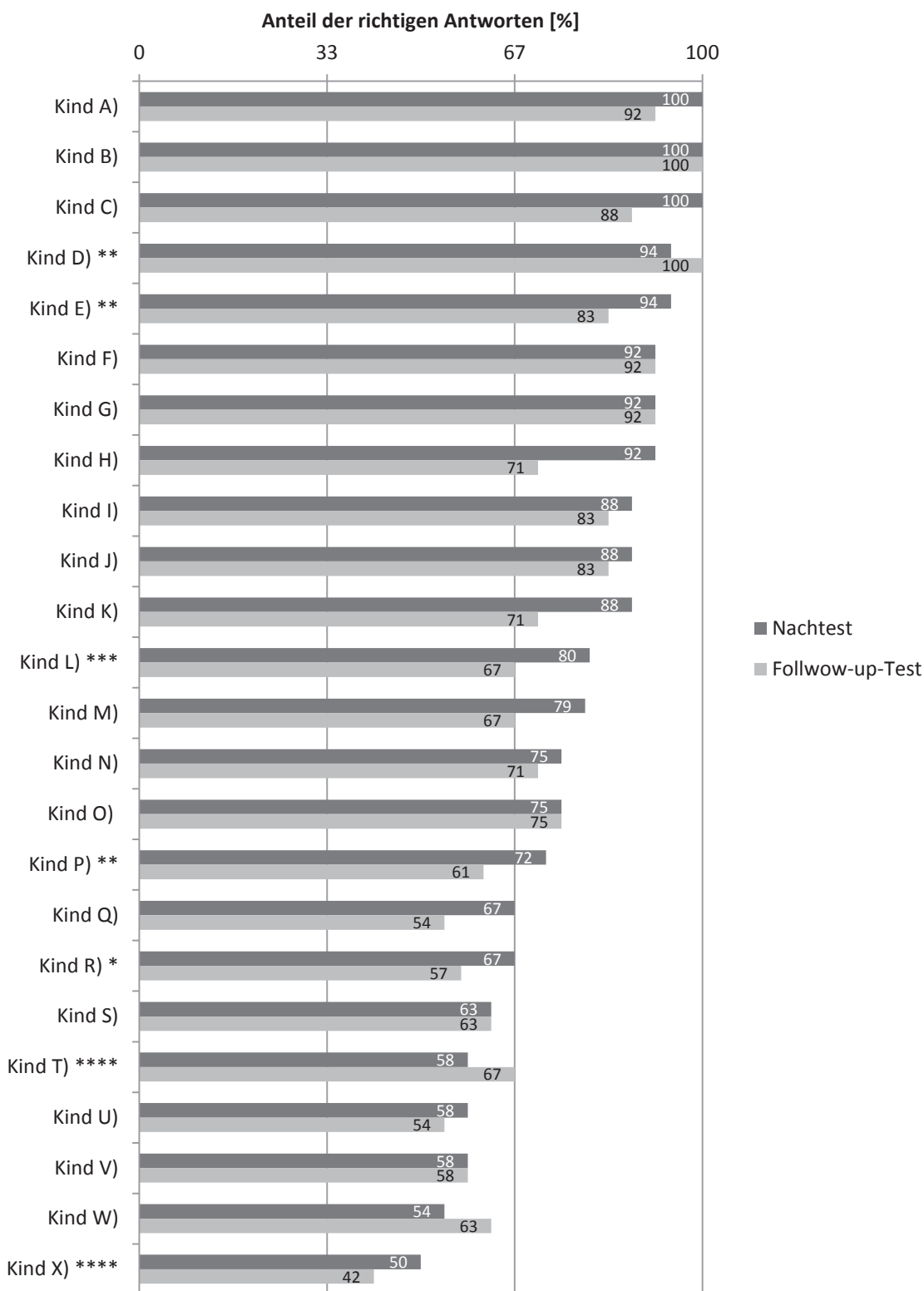
Im Nachtest konnten 16 der 24 SchülerInnen mehr als $\frac{2}{3}$ der Aufgaben korrekt lösen. Diese Kinder haben die naturwissenschaftlichen Inhalte und Prinzipien fast aller Experimentiereinheiten verstanden.

Mit 50 % korrekt gelöster Aufgaben im Nachtest fällt die Testleistung von Kind X) am geringsten aus. Berücksichtigt werden muss dabei aber auch, dass dieses Kind z. B. an vier Unterrichtstagen gefehlt hat und somit insgesamt deutlich weniger Experimentiererfahrungen sammeln konnte als seine MitschülerInnen. Aufgrund der geringen Anzahl an Testaufgaben, die das Kind bearbeitet hat (12 von 24), fällt der prozentuelle Unterschied in den Testleistung zwischen Nachtest und Follow-up-Test sehr groß aus (8 Prozentpunkte), obwohl die Differenz eigentlich nur einer Aufgabe entspricht.

Der Vergleich der Testergebnisse der einzelnen SchülerInnen im Nachtest und Follow-up-Test zeigt (siehe Abb. 62), dass die individuellen Testergebnisse zwar allgemein recht ähnlich ausfallen, dass es durchaus aber auch Unterschiede zwischen den SchülerInnen gibt: Erreichen einige SchülerInnen nahezu identische Testwerte, fällt besonders bei Kind H) auf, dass das Testergebnis im Follow-up-Test mit 21 Prozentpunkten deutlich schwächer ausfällt. Diese Differenz entspricht einer geringeren Lösungshäufigkeit von 5 der insgesamt 24 bearbeiteten Aufgaben. Die Tatsache, dass drei SchülerInnen im Follow-up-Test sogar bessere Ergebnisse erzielen konnten als im Nachtest, lässt vermuten, dass auch die Tagesverfassung und die Konzentrationsleistung der Kinder einen Einfluss auf die Testleistung genommen haben.

Aus Abb. 62 geht nicht hervor, dass die SchülerInnen mit den geringsten Testleistungen eine höhere Abnahme in der Aufgabenbewältigung aufweisen als solche mit höheren Testleistungen – im Gegenteil: In der niedrigsten Leistungsgruppe fallen bei den einzelnen Kinder die beiden Testergebnisse sehr ähnlich aus, teilweise sind die Ergebnisse im Follow-up-Test sogar besser als im Nachtest.

Ein Rückgang von 4 Prozentpunkten in der Follow-up-Testleistung bedeutet bei all den Kindern, die bei den Experimentiertagen immer im Unterricht anwesend waren, dass ein Kind drei bis vier Monate später, also zum Follow-up-Messzeitpunkt, nur eine Aufgabe von den insgesamt 24 bearbeiteten Testaufgaben weniger häufig lösen konnte als im Nachtest. 11 der insgesamt 24 SchülerInnen haben entweder keine oder nur eine Aufgaben im Follow-up-Test weniger häufig gelöst als im Nachtest. Bei 8 SchülerInnen dieser Klasse lag die Differenz der Aufgabenbewältigung bei zwei bis drei Aufgaben.



Legende: Jeder * steht für einen Fehltag.

Abb. 62: Vergleich der Gesamtergebnisse der Aufgabenbewältigung der einzelnen SchülerInnen im Nachttest und Follow-up-Test; die Werte sind gerundet.



6.6.3. Auswertung und Ergebnisse der Selbsteinschätzung

Anhand einer Rating-Skala (Stufenleiter) sollten die SchülerInnen ihre Fähigkeiten im Bereich Sachunterricht (Vorerhebung) bzw. im Bereich des naturwissenschaftlichen Experimentierens (Nacherhebung) einschätzen. Von jedem Kind lagen somit zwei Selbsteinschätzungen schriftlich vor.

Um die Ergebnisse des Fähigkeitsselbstkonzeptes im Bereich Sachunterricht bzw. im Bereich des Experimentierens für alle SchülerInnen der Klasse übersichtlich darstellen zu können, wurden die Markierungspunkte der beiden Fähigkeitsbereiche von allen Kindern auf je einer Stufenleiter eingetragen.¹⁰⁸

Der Vergleich der Markierungspunkte auf den beiden Stufenleitern zeigt (siehe Abb. 63), dass sich alle SchülerInnen im Bereich des „Experimentierens“ besser oder zumindest gleich gut einschätzen wie im Bereich „Sachunterricht“. Insgesamt ist das Fähigkeitsselbstkonzept der SchülerInnen im Bereich des Experimentierens recht hoch ausgeprägt, während sich beim sachunterrichtsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen SchülerInnen manifestieren.



Abb. 63: Ergebnisse der Fähigkeits-Selbsteinschätzung der SchülerInnen

¹⁰⁸ Da die höchste Stufe von sehr vielen SchülerInnen angekreuzt wurde, erscheinen diese 6 bzw. 14 Markierungspunkte aus Platzgründen zum Teil auch in den Zwischenräumen oberhalb und unterhalb dieser Stufe.



6.6.4. Auswertung und Ergebnisse der teilnehmenden Unterrichtsbeobachtung

Für die Auswertung der teilnehmenden Unterrichtsbeobachtung lagen pro Experimentiertag mindestens zwei Erlebnisprotokolle vor. Die subjektiven Eindrücke der Beobachter deckten sich häufig, sodass bei der Darstellung der Ergebnisse diese auch gemeinsam wiedergegeben werden können. Da der Ablauf der Experimentiereinheiten (Einstieg, Experimentierphase, Abschlussrunde) immer derselbe war, dient dieser als Strukturierungshilfe für die zusammenfassende Wiedergabe der in den Protokollen festgehaltenen Beobachtungen.

Zunächst kann gesagt werden, dass die Kinder ein großes Interesse am Experimentieren entwickelten: Bereits beim morgendlichen Eintreffen im Klassenzimmer wurde deutlich, dass die Kinder gespannt darauf waren, welche Experimente sie wohl heute erwarten werden. Die Kinder wurden regelrecht von den Materialkisten „angezogen“, griffen von sich aus nach den Experimentierbüchern und warfen schon mal einen ersten Blick hinein.

Der Unterrichtseinstieg im Sitzkreis stellte sich als sehr sinnvoll heraus: Er bot die Gelegenheit, die Kinder gemeinsam auf das Experimentieren einzustimmen und sie mit zentralen Abläufen bzw. Funktionsweisen von neuen Experimentiermaterialien vertraut zu machen. Anfangs mussten noch viele organisatorische Abläufe geklärt werden – bald schon wurde aber deutlich, dass die Kinder diese Abläufe „automatisiert“ hatten. Die Einstiegsphase wurde auch dazu genutzt, um Inhalte der letzten Experimentiereinheit zu wiederholen. Da war es durchaus überraschend, wie gut sich die Kinder an die Experimente der Vorstunde erinnern konnten. Besonders aufgefallen ist der Lehrperson, dass sich ein leistungsschwacher Schüler viel gemerkt und auch die Zusammenhänge begriffen hat. Es meldeten sich meist viele Kinder zu Wort, einige Kinder hielten sich aber auch zurück. Das Aufgreifen der Inhalte des letzten Experimentiertages war für jene Kinder, die sich vielleicht nicht mehr so gut daran erinnern konnten, sicher hilf- und lehrreich. Im Vergleich zur Abschlussrunde zeigten sich die Kinder in der Einstiegsphase insgesamt auch noch „wacher“ und konzentrierter.

In den Experimentierphasen arbeiteten die Kinder immer mit sehr großer Ausdauer und Begeisterung. Die Selbstständigkeit der Lernteams war aber nicht immer gleichermaßen gegeben. Gerade während der ersten Experimentiertage benötigten einige Kinder noch häufig Hilfestellungen. Dies wurde besonders beim Ausfüllen der Arbeitsblätter deutlich. Zum Teil war es für Kinder noch recht mühsam, einen eigenen Satz zu formulieren. Auch das Ausfüllen eines Lückentexts hat sich nicht als so geeignet erwiesen – Ankreuzaufgaben waren für die Kinder hingegen gut lösbar. Die Art der Aufgabenstellung hatte also einen großen Einfluss auf die Aufgabenbewältigung und auf die Motivation der Kinder.



Daraus wurde recht schnell die Konsequenz gezogen: Die Aufgaben auf den Arbeitsblättern bestanden ab dem dritten Experimentiertag fast nur mehr aus Ankreuzaufgaben. Diese Neuerung wurde von den Kindern positiv aufgenommen und zeigte sich auch an einer höheren Selbstständigkeit beim Bearbeiten der Aufgaben. Die Abhängigkeit von der Lehrperson konnte so zunehmend abgebaut werden. Das Experimentierbuch stellte dabei eine gute Möglichkeit zur Selbstkontrolle dar. Die Kinder waren aber sehr bedacht, sich an die Regeln zu halten und erst dann im Buch nachzuschauen, wenn es wirklich erforderlich war. Die meisten Gruppen kamen in der Regel selbst zu einem Ergebnis.

Insgesamt hat sich das Zusammenstellen von leistungsheterogenen Lernteams als gut erwiesen. Alleine hätten sich leistungsschwächere SchülerInnen bei komplexeren Aufgaben wahrscheinlich nicht zurechtfinden können. Hier war die Anleitung und Begleitung durch ein leistungsstärkeres Kind sehr hilfreich. Von großem Vorteil waren zudem die bildhaften Darstellungen der Versuchsanleitung – diese ermöglichten allen Kindern zumindest einen Zugang zum Versuchsablauf. Dadurch konnten sich dann auch leistungsschwächere SchülerInnen mehr einbringen und eine „führende“ Rolle übernehmen. Und das taten sie auch. Die Experimentieranleitungen waren für die Kinder gut verständlich. In ihrem individuellen Lerntempo arbeiteten sich die Kinder Schritt für Schritt im Experimentierbuch voran. Nachfragen gab es manchmal bei der Wahl der richtigen Experimentiermaterialien: Da mehrere Experimente an einem Tag durchgeführt wurden, fiel es manchmal schwer, diese voneinander zu unterscheiden. Hier war dann ein Hinweis oder Eingreifen durch die Erwachsenen notwendig, damit das Experiment auch gelingt. Die Experimente gelangen nahezu immer. Und die Freude über das Gelingen des Experimentes war unübersehbar.

Insgesamt waren die SchülerInnen beim Durchführen der Experimente sehr motiviert und verzichteten auch schon mal freiwillig auf die „Flitzepause“ zwischen den Unterrichtsstunden. Da die Experimentierphase aber recht lange dauerte, machte sich das Fehlen dieser Pause dann öfters in der Konzentrationsleistung während der Abschlussrunde bemerkbar: Die Kinder wirkten zum Teil schon etwas müde und nicht mehr so aufnahmefähig. Trotzdem kamen die Resultate – sowohl die Beobachtungen als auch die Erklärungen – noch weitgehend von den Kindern.



6.7. Diskussion der Ergebnisse

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, herauszufinden, welchen „Effekt“ das Durchführen differenzierter Experimentiereinheiten bei den einzelnen SchülerInnen einer leistungsheterogenen Klasse bewirkt. Dies sollte Hinweise darauf geben, ob diese differenzierten Experimentiereinheiten ein geeignetes Instrument für eine binnendifferenzierende Förderung im Klassenverband darstellen: Können von einem solchen Angebot also alle Kinder profitieren? Dies soll im Folgenden durch ein Zusammentragen der einzelnen Ergebnisse noch einmal diskutiert werden.

Die Ergebnisse der Leistungsüberprüfung haben gezeigt, dass die Lösungshäufigkeit von der Aufgabenanforderung abhängt. Je höher der Anforderungsbereich, desto geringer die Lösungshäufigkeit. Dies kann insgesamt als positiv bewertet werden, bedeutet dies doch, dass die Aufgaben kompetenzorientiert gestellt waren und somit durchaus geeignet waren, um unterschiedliche Lerneffekte erfassen zu können. Alle Kinder konnten sich gut an die beobachteten naturwissenschaftlichen Phänomene erinnern und somit Reproduktionsaufgaben gut bewältigen. Aufgaben des anspruchsvollsten Anforderungsbereiches (Problemlösen) zeigten die geringste Lösungshäufigkeit. Ein besonderer Handlungsbedarf muss daraus aber nicht abgeleitet werden. Es kann nicht erwartet werden, dass alle SchülerInnen einer zweiten Grundschulklasse dieses Kompetenzniveau bereits erreichen – Problemlösefähigkeit wird als Kompetenz in diesem Alter auch noch nicht gefordert, vielmehr geht es im Sachunterricht zunächst darum, dass die Kinder ein grundlegendes naturwissenschaftliches Verständnis aufbauen (Anforderungsbereich II).

Ein Vergleich der Testergebnisse mit der von der Lehrperson eingeschätzten kognitiven Leistungsfähigkeit der SchülerInnen macht deutlich, dass die Testleistung von der Lernausgangslage der SchülerInnen abhängt. Kinder, welche von der Lehrperson als leistungsstark eingeschätzt wurden, erzielten bessere Testergebnisse als solche Kinder, deren Leistung von der Lehrperson im mittleren oder unteren Bereich eingestuft worden waren. Das Bedeutsamste an den Einzelergebnissen der getesteten SchülerInnen ist, dass alle Kinder, auch leistungsschwache SchülerInnen, über die „kritische Grenze“ hinausgekommen sind, d. h. sie haben nicht nur Faktenwissen aufgebaut, sondern auch ein naturwissenschaftliches Verständnis (in allen oder zumindest einigen Inhaltsbereichen) erworben.

Die Tatsache, dass die Unterschiede zwischen den Aufgaben des Anforderungsbereiches II und III nicht in jeder Experimentiereinheit gleichermaßen deutlich ausgeprägt waren, kann mehrere Gründe haben: Es könnte an der Aufgabenstellung selbst liegen, an der Komplexität des Inhaltes der Experimentiereinheit oder auch z. B. daran, ob die Experi-



mentiereinheit einen thematischen Bezug zu einer anderen Experimentiereinheit aufweist. So wurden bei thematisch isolierten Experimentiereinheiten, wie z. B. der Einheit „Rotkohlsaft“ geringere Lösungshäufigkeiten festgestellt als bei den vorhergehenden, thematisch ähnlichen Experimentiereinheiten. Die geringere Lösungshäufigkeit bei den Aufgaben dieses Inhaltsbereiches könnte aber auch auf einen vergleichsweise komplizierteren naturwissenschaftliche Hintergrund zurückzuführen sein: Hinweise dafür würden Ergebnisse von Risch (2006, S. 194) liefern, der in seiner Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Experimentieren im Anfangsunterricht feststellte, dass sich die Kinder an die Deutung des Experiments „Rotkohlsaft“ im Vergleich zu anderen Experimenten nicht so gut erinnern konnten.

Insgesamt können die Testergebnisse als sehr positiv beurteilt werden. Es zeigte sich nicht nur ein positiver, kurzfristiger, individueller Lerneffekt, sondern auch eine längerfristige Wirkung: Das, was die Kinder mit allen Sinnen erfahren und verstanden haben, vergessen sie auch nicht so schnell. So wäre es durchaus vorstellbar, dass sich auch dann positive Lerneffekte abzeichnen, wenn die Experimente nicht so geballt, sondern über einen längeren Zeitraum verteilt im Unterricht durchgeführt werden. Die Experimentierphasen waren mit drei Experimenten pro Unterrichtsstunde doch manchmal etwas lang – was sich im Abschlusskreis dann an einer geringeren Aufmerksamkeitsleistung bemerkbar machte. Vielleicht könnten die SchülerInnen dann sogar noch bessere, individuelle Lernergebnisse erzielen, wenn die Kinder mehr Zeit haben, an einem Experiment zu verweilen. Die selbstständige Erarbeitung der naturwissenschaftlichen Experimente und deren Deutung sollte aber auf jeden Fall beibehalten werden – die Experimentierbücher haben sich bewährt und ein individuelles Arbeiten und Lernen im Unterricht ermöglicht. Das Potential einer binnendifferenzierenden Förderung ist also durchaus gegeben.

Vor allem kann als positiv hervorgehoben werden, dass die SchülerInnen durch das naturwissenschaftliche Experimentieren nicht nur Kompetenz aufbauen, sondern auch ein Gefühl von Kompetenz erleben konnten: Das Fähigkeitsselbstkonzept im Bereich des naturwissenschaftlichen Experimentierens war am Ende der Intervention bei allen SchülerInnen hoch ausgeprägt.



7. Zusammenfassung und Ausblick

Aufgrund der unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Kinder ist die Grundschule mit heterogenen Lerngruppen konfrontiert, welche ein vielfältiges, differenziertes Lernangebot im Unterricht erforderlich machen, um allen SchülerInnen gerecht zu werden. Die individuelle Förderung aller Kinder – besonders aber der leistungsschwachen SchülerInnen – steht im neuen Schulgesetz in NRW im Mittelpunkt. Der Leitspruch lautet: 'Alle Kinder mitnehmen!' (vgl. Kapitel 1).

Zentrales Ziel eines jeden Bildungssystems ist es, allen Kindern – unabhängig von ihrer sozialen und nationalen Herkunft – zumindest die Basiskompetenzen eines jeden Schulfaches zu vermitteln, damit sie im Erwachsenenalter am gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Leben teilhaben können. Gerecht ist ein Bildungssystem also dann, wenn Bildungsarmut abgebaut und Chancengleichheit gewährleistet ist (vgl. Kapitel 2.1). Die TIMSS-Ergebnisse von 2011 zeigten jedoch, dass am Ende der Grundschulzeit über 20 % der deutschen SchülerInnen im Bereich der Naturwissenschaften noch über kein ausreichendes naturwissenschaftliches Verständnis verfügen: Sie können maximal einfaches Faktenwissen wiedergeben, dies aber weder anwenden noch zum Lösen von Problemen nutzen (vgl. Kapitel 2.2). Vor allem Kinder mit Migrationshintergrund sowie Kinder aus sozial schwachen Herkunftsfamilien zählen zu den leistungsschwachen SchülerInnen. Der Zusammenhang zwischen Bildungsarmut und sozial schwacher Herkunft ist in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern besonders stark ausgeprägt (vgl. Kapitel 2.3). Sogenannte Risikokinder erfahren im familiären und/oder außerschulischen Bildungsbereich häufig eine Benachteiligung, welche die Grundschule, als erste verpflichtende Bildungsinstitution für alle, bislang nicht zu kompensieren vermag (vgl. Kapitel 2.4).

Auch wenn der naturwissenschaftliche Kompetenzerwerb eng verknüpft ist mit der Lebenswelt, in der ein Kind heranwächst, zeigt die Resilienzforschung, dass selbst bei einer multiplen Risikobelastung die Entwicklung eines Kindes nicht unbedingt negativ verlaufen muss. Schutzfaktoren wie ein positives Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen können Risikofaktoren abpuffern und somit die Entwicklung einer „gesunden“ Persönlichkeit begünstigen (vgl. Kapitel 3.1). Gerade für GrundschülerInnen, die sich nach Erik Erikson in einer Lebensphase befinden, die vom Konflikt „Werk-



sinn/Leistungsfähigkeit versus Minderwertigkeitsgefühl“ geprägt ist, sind Erfolgserlebnisse besonders wichtig, um Selbstvertrauen aufbauen zu können (vgl. Kapitel 3.2). Am Ende der Grundschulzeit zeigt sich bereits, dass die Höhe des (sachunterrichtsbezogenen) Fähigkeitsselbstkonzeptes mit dem naturwissenschaftlichen Kompetenzniveau der Kinder korreliert (vgl. Kapitel 3.2.1). Kinder, die aufgrund häufiger Misserfolge ein schwaches Fähigkeitsselbstkonzept aufweisen, verfügen meist nur über eine geringe Selbstwirksamkeitserwartung, die sich schließlich negativ auf die Motivation, Anstrengung und Ausdauer beim Lernen auswirken (vgl. Kapitel 3.2.2). Für Kinder im Grundschulalter ist es daher wichtig, immer wieder die Erfahrung zu machen, dass sie durch ihr eigenes Handeln etwas bewirken, kontrollieren und verändern können – dies ist beim naturwissenschaftlichen Experimentieren gut möglich: Durch die Zuverlässigkeit der Naturgesetzmäßigkeit können die Kinder die Wirksamkeit ihres Tuns unmittelbar erfahren und Kompetenz erleben. Ein positives Fähigkeitsselbstkonzept kann damit gefördert werden (vgl. Kapitel 3.3).

Der handlungsorientierte Zugang (das Lernen mit allen Sinnen), der beim naturwissenschaftlichen Experimentieren möglich ist, schafft günstige Voraussetzungen für ein Begreifen naturwissenschaftlicher Phänomene (vgl. Kapitel 4.1). Ziel des Sachunterrichtes ist es, dass die SchülerInnen ein naturwissenschaftliches Verständnis entwickeln und nicht nur träges Wissen aufbauen (vgl. Kapitel 4.2). Dies erfordert einen kompetenzorientierten Unterricht, der auch Lernaufgaben beinhaltet, die ein Anwenden von Wissen erforderlich machen. Denn Kompetenz kann nur dann aufgebaut werden, wenn die SchülerInnen auch mit solchen Situationen und Anforderungen konfrontiert werden (vgl. Kapitel 4.3).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein differenziertes Experimentierangebot zu Themen der unbelebten Natur zu entwickeln, um besonders auch leistungsschwache SchülerInnen im Rahmen des Sachunterrichtes beim Erwerb eines naturwissenschaftlichen Verständnisses und eines positiven Fähigkeitsselbstkonzeptes zu unterstützen. Die 10 entwickelten Experimentiereinheiten beinhalten jeweils drei Experimente zu einem naturwissenschaftlichen Phänomenkreis und stellen unterschiedliche kognitive Anforderungen (Reproduzieren, Anwenden, Problemlösen) an die Kinder.

Um herauszufinden, ob durch das Durchführen dieser Experimentierangebote die naturwissenschaftliche Kompetenz von Kindern der zweiten Grundschulklasse diagnostiziert und binnendifferenziert gefördert werden kann, wurden zwei empirische Untersuchungen mit Methoden der qualitativen Sozialforschung umgesetzt.



Die Ergebnisse von acht Einzelfallstudien mit Kindern einer heterogenen Lerngruppe zeigten, dass die Experimentiereinheiten differenziert genug gestaltet sind, um unterschiedliche naturwissenschaftliche Kompetenzniveaus bei den Kindern zu erfassen. Die Ergebnisse der Interventionsstudie im Klassenverband machten zudem deutlich, dass die Experimentierangebote ein geeignetes Instrument zur Binnendifferenzierung darstellen und somit eine individuelle Förderung aller Kinder ermöglichen. Nach der Intervention konnte bei allen Kindern der untersuchten Klasse – so auch bei leistungsschwachen SchülerInnen – nicht nur ein langfristiger Lerneffekt, sondern auch ein positives Fähigkeitsselbstkonzept im Bereich des naturwissenschaftlichen Experimentierens festgestellt werden.

Die beiden qualitativ ausgerichteten empirischen Studien liefern somit vielversprechende Befunde, erlauben aufgrund der geringen Fallzahl jedoch noch keine repräsentativen Aussagen. Hier gilt es in weiterführenden (auch quantitativen) Untersuchungen noch weitere Daten zu erheben, um diese Erkenntnisse absichern zu können. Interessant wären auch Längsschnittstudien, die den Einfluss einer solchen naturwissenschaftlichen Förderung auf die weitere naturwissenschaftliche Kompetenzentwicklung der SchülerInnen aufzeigen. Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass die Inklusion im deutschen Bildungssystem allmählich voranschreitet, sollten solche Untersuchungen auch in Klassen mit gemeinsamem Unterricht von Kindern mit und ohne Förderbedarf umgesetzt werden.

Im Sinne der Chancengerechtigkeit gilt es allen Kindern einen Zugang zu einer naturwissenschaftlichen Grundbildung zu ermöglichen. Das naturwissenschaftliche Experiment stellt hier ein Potential dar, das in Zukunft stärker im Unterricht berücksichtigt und eingesetzt werden sollte. Bereits Charpak (2006, S. 45f.) stellte fest, dass es „nichts Vergleichbares zu den Naturwissenschaften“ gibt, um Kinder „zu verführen, damit sie das Beste von sich selbst zeigen, egal aus welchem familiären Milieu sie kommen, welche Gewohnheiten sie haben, was ihre Vergangenheit ist“.





Literaturverzeichnis

- Aldermann, B. (2006). Unterrichtsmethoden: Experiment – Information. URL: www.home.arcor.de/biologie-fachseminar/methodenmedien/experiment/Experiment%20Information.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Allmendinger, J., Giesecke, J. & Oberschachtsiek, D. (2011). Unzureichende Bildung: Folgekosten für die öffentlichen Haushalte. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Altrichter, H. & Posch, P. (2007). Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht (4. Aufl.). Regensburg: Klinkhardt.
- Amelang, M. & Zielinski, W. (1994). Psychologische Diagnostik und Intervention. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Andresen, S., Hurrelmann, K. & Fegter, S. (2010). Wie geht es unseren Kindern? Wohlbefinden und Lebensbedingungen der Kinder in Deutschland. In: World Vision Deutschland e.V. (Hrsg.), Kinder in Deutschland 2010: 2. World Vision Kinderstudie (S. 35 - 60). Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuchverlag.
- Antonovsky, A. (1997). Salutogenese – zur Entmystifizierung der Gesundheit. Tübingen: dgvt-Verlag.
- Astleitner, H. (2010). Methodische Rahmenbedingungen zur Entdeckung der Wirksamkeit von pädagogischen Interventionen. In: T. Hascher & B. Schmitz (Hrsg.), Pädagogische Interventionsforschung: Theoretische Grundlagen und empirisches Handlungswissen (S. 48 - 62). Weinheim, München: Juventa.
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (Hrsg.). (2012). Bildung in Deutschland 2012: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur kulturellen Bildung im Lebenslauf. Bielefeld: W. Bertelsmann.
- Bandura, A. (1997). Self-Efficacy: The Exercise of Control (Neuauf.). New York: Freeman.
- Bergmüller, S. (2010). Leistungsschwache Schüler/innen: Kompetenzen und Charakteristika. In: B. Suchań, C. Wallner-Paschon & C. Schreiner (Hrsg.), TIMSS 2007. Mathematik & Naturwissenschaft in der Grundschule. Österreichischer Expertenbericht. Graz: Leykam. URL: <https://www.bifie.at/buch/1191> [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Berk, L. E. (2011). Entwicklungspsychologie (5. aktualisierte Aufl.). München: Pearson Studium.



- Berry, J. M. & West, R. L. (1993). Cognitive self-efficacy in relation to personal mastery and goal setting across the life span. *International Journal of Behavioral Development*, 16 (2), 351 - 379.
- BIFIE (Bildungsinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens) (2012). PIRLS & TIMSS 2011 – Erste Ergebnisse. Wien. URL: https://www.bifie.at/system/files/dl/PT11_AK_Wien_20121205.pdf [letzter Zugriff: 20.03.2014].
- Blossfeld, H., Bos, W., Lenzen, D., Müller-Böling, D., Oelkers, J., Prenzel, M. et al. (2007). *Bildungsgerechtigkeit: Jahrgutachten 2007*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bonsen, M., Frey, K. A. & Bos, W. (2008). Soziale Herkunft. In: W. Bos, M. Bonsen, J. Baumert & M. Prenzel (Hrsg.), *TIMSS 2007: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 141 - 156). Münster: Waxmann.
- Bonsen, M., Kummer, N. & Bos, W. (2008). Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund. In: W. Bos, M. Bonsen, J. Baumert & M. Prenzel (Hrsg.), *TIMSS 2007: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 157 - 175). Münster: Waxmann.
- Bonsen, M., Lintorf, K., Bos, W. & Frey, K. A. (2008). TIMSS 2007 Grundschule – Eine Einführung in die Studie. In: W. Bos, M. Bonsen, J. Baumert & M. Prenzel (Hrsg.), *TIMSS 2007: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 19 - 48). Münster: Waxmann.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. überarb. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Brenner, P.J. (2010). *Bildungsgerechtigkeit*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Breuker, J. & Rost, D. H. (2011). Zur Erfassung des Selbstkonzeptes im Vor- und Grundschulalter. In: F. Hellmich (Hrsg.), *Selbstkonzepte im Grundschulalter: Modelle, empirische Ergebnisse, pädagogische Konsequenzen* (S. 231 - 246). Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Brüll, M. (2010). *Akademisches Selbstkonzept und Bezugsgruppenwechsel: Einfluss spezieller Förderklassen bei hochbegabten Schülern*. Göttingen: Hogrefe.
- Bucka-Lassen, E. (2005). *Das schwere Gespräch: Einschneidende Diagnosen menschlich vermitteln*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Buholzer, A. (2006). *Förderdiagnostisches Sehen, Denken und Handeln: Grundlagen, Erfassungsmodell und Hilfsmittel* (2., überarb. Aufl.). Donauwörth: Auer.
- Charpak, G. (2006). *Wissenschaft zum Anfassen: Naturwissenschaften in Kindergarten und Grundschule*. Weinheim u. a.: Beltz.



- Demuth, R. & Rieck, K. (2005). SINUS-Transfer Grundschule. Naturwissenschaften. Modul G 3: Schülervorstellungen aufgreifen – grundlegende Ideen entwickeln. URL: http://sinus-transfer.uni-bareuth.de/fileadmin/MaterialienIPN/Modul_G_3_NaWi_NEU_2006_02_03.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Deutsche UNESCO-Kommission e.V. (Hrsg.). (2014). Inklusion: Leitlinien für die Bildungspolitik (3. erweiterte Aufl.). Bonn: UNESCO. URL: https://www.unesco.de/fileadmin/medien/Dokumente/Bildung/2014_Leitlinien_inklusive_Bildung.pdf [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Dinkelaker, J. & Herrle, M. (2009). Erziehungswissenschaftliche Videographie. Eine Einführung. Wiesbaden: VS-Verlag.
- EACEA/Eurydice (Hrsg.). (2009). Frühkindliche Betreuung, Bildung und Erziehung in Europa: ein Mittel zur Verringerung sozialer und kultureller Ungleichheiten. Brüssel: Exekutivagentur Bildung, Audiovisuelles und Kultur.
- Eggert, D., Reichenbach, C. & Bode, S. (2010). Das Selbstkonzept Inventar (SKI) für Kinder im Vorschul- und Grundschulalter. Theorie und Möglichkeiten der Diagnostik (2. Aufl.). Dortmund: borgmann.
- Ehmke, T. (2008). Welche Bedeutung haben lernförderliche Prozesse und naturwissenschaftsbezogene Einstellungen im Elternhaus für die Erklärung sozialer Disparitäten in der naturwissenschaftlichen Kompetenz? In: M. Prenzel & J. Baumert (Hrsg.), Vertiefende Analysen zu PISA 2006. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Sonderheft 10/2008. (S. 129 - 148). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Einsiedler, W. (2009). Befunde der Unterrichtsforschung und der psychologischen Forschung als Grundlagen der Didaktik des Sachunterrichts. URL: www.wolfgang-einsiedler.de/pdf/Sachunterricht_2009.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Erikson, E. H. (1973). Identität und Lebenszyklus (1. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Erikson, E. H. (1974). Kindheit und Gesellschaft (5. Aufl.). Stuttgart: Ernst Klett.
- Erikson, E. H. (1988). Der vollständige Lebenszyklus. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Ferdinand, P. (2007). Selbstgesteuertes Lernen in den Naturwissenschaften: Eine Interventionsstudie zu den kognitiven und motivationalen Effekten eines Blended Learnings Ansatzes. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Field, S., Kuczera, M. & Pont, B. (2007). No more failures: Ten steps to equity in education. Paris: OECD.
- Fingerle, M. (2008). Der "riskante" Begriff der Resilienz – Überlegungen zur Resilienzförderung im Sinne der Organisation von Passungsverhältnissen. In: G. Opp & M. Fingerle (Hrsg.), Was Kinder stärkt: Erziehung zwischen Risiko und Resilienz (3. Aufl.) (S. 299 - 310). München: Ernst Reinhardt.



- Flick, U. (2004). *Triangulation: Eine Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Flick, U. (2009). *Sozialforschung: Methoden und Anwendungen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Friedrichs, J. (1990). *Methoden empirischer Sozialforschung* (14. Aufl.). Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Fröhlich-Gildhoff, K. & Rönnau-Bose, M. (2011). *Resilienz* (2., durchgesehene Aufl.). München: Ernst Reinhardt.
- Fthenakis, W. E., Winterhalter-Salvatore, D., Daut, M., Schmitt, A. & Wendell, A. (2007). *Natur-Wissen schaffen. Band 1: Dokumentation des Forscherkönige-Wettbewerbs*. Troisdorf: Bildungsverlag Eins.
- Fuchs, K. (2005). Wer besucht eine Kindertageseinrichtung, wer nicht? In: Deutsches Jugendinstitut (Hrsg.), *Zahlenspiegel 2005. Kindertagesbetreuung im Spiegel der Statistik* (S. 93 - 109). Dortmund. URL: <http://www.bmfsfj.de/doku/Publikationen/zahlenspiegel2005,sprache=de,rwb=true.pdf>. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Fuhs, B. (2007). *Qualitative Methoden in der Erziehungswissenschaft*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Gais, B. & Möller, K. (2006). Verstehen förderndes Lehrerhandeln im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – eine Videostudie. In: D. Chech, H. Fischer, W. Giese-Holl, M. Knörzer & M. Schrenk (Hrsg.), *Bildungswert des Sachunterrichts* (S. 211 - 226). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Giesinger, J. (2007). Was heißt Bildungsgerechtigkeit? *Zeitschrift für Pädagogik*, 53 (3), 362 - 381.
- Gläser, J. & Laudel, G. (2010). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. Wiesbaden: VS Verlag.
- Göppel, R. (2008). Bildung als Chance. In: G. Opp & M. Fingerle (Hrsg.), *Was Kinder stärkt: Erziehung zwischen Risiko und Resilienz* (3. Aufl.) (S. 245 - 264). München: Ernst Reinhardt.
- Grygier, P. & Hartinger, A. (2009a). Grundschulkind als Forscher – Auf dem Weg zum naturwissenschaftlichen Experimentieren. *Grundschulmagazin*, 77 (4), 43 - 48.
- Grygier, P. & Hartinger, A. (2009b). Grundschulkind als Forscher – Auf dem Weg zum naturwissenschaftlichen Experimentieren. Teil 2: Versuche durchführen. *Grundschulmagazin*, 77 (5), 51 - 54.



- Grygier, P. & Hartinger, A. (2009c). Grundschulkind als Forscher – Auf dem Weg zum naturwissenschaftlichen Experimentieren. Teil 3: Laborieren. *Grundschulmagazin*, 77 (6), 47-50.
- Grygier, P. & Hartinger, A. (2012). *Gute Aufgaben Sachunterricht. Naturwissenschaftliche Phänomene begreifen* (2. Aufl.). Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor.
- Guder, K.-H. (2011). *Mathematische Kompetenzen erheben, fördern und herausfordern*. URL: http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Guder_2011_V3.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Hager, W. & Hasselhorn, M. (2000). Psychologische Interventionsmaßnahmen: Was sollen sie bewirken können? In: W. Hager, J. Patry & H. Brezing (Hrsg.), *Evaluation psychologischer Interventionsmaßnahmen* (S. 41 - 85). Bern: Hans Huber.
- Hartig, J. & Klieme, E. (2006). Kompetenz und Kompetenzdiagnostik. In: K. Schweizer (Hrsg.), *Leistung und Leistungsdiagnostik* (S. 127 - 173). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Hattie, J. (2013). *Lernen sichtbar machen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Heckmann, J. (2008). *The Case for Investing in Disadvantaged Young Children*. URL: [http://heckmanequation.org/download.php?file=Heckman\\$\\$\\$Investing\\$\\$\\$in\\$\\$\\$Young\\$\\$\\$Children.pdf](http://heckmanequation.org/download.php?file=Heckman$$$Investing$$$in$$$Young$$$Children.pdf). [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Heidenreich, K. (1995). Die Verwendung standardisierter Tests. In: E. Roth (Hrsg.), *Sozialwissenschaftliche Methoden* (4., durchgesehene Aufl.) (S. 389 - 406). München: Oldenbourg.
- Hellmich, F. & Günther, F. (2011). Entwicklung von Selbstkonzepten bei Kindern im Grundschulalter – ein Überblick. In: F. Hellmich (Hrsg.), *Selbstkonzepte im Grundschulalter: Modelle, empirische Ergebnisse, pädagogische Konsequenzen* (S. 19 - 46). Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Hertel, S. (2010). Transfereffekte von Interventionen. In: T. Hascher & B. Schmitz (Hrsg.), *Pädagogische Interventionsforschung: Theoretische Grundlagen und empirisches Handlungswissen* (S. 260 - 268). Weinheim, München: Juventa.
- Hinz, R. (2011). Grundschulkind stärken – positive Selbstzuschreibungen als Schutzfaktor. In F. Hellmich (Hrsg.), *Selbstkonzepte im Grundschulalter: Modelle, empirische Ergebnisse, pädagogische Konsequenzen* (S. 266 - 278). Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Holz, G., Richter, A., Wüstendorfer, W. & Giering, D. (2005). *Zukunftschancen für Kinder!? Wirkung von Armut bis zum Ende der Grundschulzeit. Zusammenfassung des Endberichts der 3. Phase der AWO-ISS-Studie*. URL: www.familienhandbuch.de/cms/Kindheitsforschung_Zukunftschancen.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Holz, G. (2006). *Zukunftschancen für Kinder!? Wirkung von Armut bis zum Ende der Grundschulzeit. Endbericht der 3. AWO-ISS-Studie im Auftrag der Arbeiterwohlfahrt Bundesverband e.V.* Frankfurt am Main: ISS-Eigenverlag.



- Hopf, C. (2000). Qualitative Interviews – ein Überblick. In: U. Flick, E. Von Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 349 - 360). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Hurrelmann, K. (2010). Armut bei Kindern und Jugendlichen – Ansätze einer umfassenden Sozial- und Familienpolitik. URL: http://mags.nrw.de/08_PDF/003/EJ_2010_-_Vortrag_Hurrelmann.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Jackson, C. (1999). *Testen und getestet werden. Was man über moderne Psychodiagnostik wissen sollte*. Bern: Huber.
- Jänsch, A. & Schneekloth, U. (2013). Die Freizeit: vielfältig und bunt, aber nicht für alle Kinder. In: World Vision Deutschland e.V. (Hrsg.), *Kinder in Deutschland 2013: 3. World Vision Kinderstudie* (S. 135 - 167). Weinheim und Basel: Beltz.
- Kaufmann, S. & Wessolowski, S. (2006). *Rechenstörungen. Diagnose und Förderbausteine*. Seelze: Kallmeyer & Klett.
- Kleickmann, T. (2012). Kognitiv aktivieren und inhaltlich strukturieren im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. URL: www.sinus-an-grundschulen.de/...aus.../Handreichung_Kleickmann.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Kleickmann, T., Brehl, T., Saß, S., Prenzel, M. & Köller, O. (2012). Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In: W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Hrsg.), *TIMSS 2011: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 123 - 170). Münster: Waxmann.
- Klinger, W. (1991). Die Bedeutung allgemeindidaktischer Unterrichtsprinzipien für den Physikunterricht. In: W. B. Schneider (Hrsg.), *Wege in der Physikdidaktik: Anregungen für Unterricht und Lehre, Band 2* (S. 293 - 313). Erlangen: Verlag Palm & Enke.
- KMK (Kultusministerkonferenz der Länder in der Bundesrepublik Deutschland) (2010). Förderstrategie für leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 04.03.2010. URL: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2010/2010_03_04-Foerderstrategie-Leistungsschwaechere.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Koerber, S. (2000). *Der Einfluss externer Repräsentationsformen auf proportionales Denken im Grundschulalter*. Berlin: Technische Universität Berlin [Doktorarbeit]. URL: https://opus4.kobv.de/opus4-tuberlin/files/89/koerber_susanne.pdf
- Köhler, T. (2008). *Statistische Einzelfallanalyse: Eine Einführung mit Rechenbeispielen*. Weinheim, Basel: Beltz.



- Kratzmann, J. & Schneider, T. (2008). Soziale Ungleichheiten beim Schulstart. Empirische Untersuchungen zur Bedeutung der sozialen Herkunft und des Kindergartenbesuchs auf den Zeitpunkt der Einschulung. URL: http://www.diw.de/documents/publikationen/73/82423/diw_sp0100.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Kretschmann, R. (2006). Die Zone der aktuellen Leistung ermitteln: Prozess- und curriculumorientierte Diagnostik und Förderung. *Friedrich Jahresheft*, XXIV, 50 – 53.
- Lamnek, S. (2005). *Qualitative Sozialforschung* (4. vollst. überarb. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Langermann, K. (2006). Akzeptanz naturwissenschaftlicher Phänomene bei geistig behinderten Vorschulkindern: Untersuchung zur affektiven und kognitiven Rezeption naturwissenschaftlicher Experimente. Göttingen: Cuvillier.
- Largo, R.H. & Beglinger, M. (2010). *Schülerjahre. Wie Kinder besser lernen*. München: Piper Verlag.
- Lauterbach, R., Hartinger, A., Feige, B. & Cech, D. (2007). Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen – Ein Einführung in den Jahresband. In: R. Lauterbach, A. Hartinger, B. Feige & D. Cech (Hrsg.), *Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen* (S. 7 - 12). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Legewie, H. (2005). *Qualitative Forschung und der Ansatz der Grounded Theorie*. URL: www.ztg.tu-berlin.de/download/legewie/Dokumente/Vorlesung_11.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Lengsfeld, A. (2010). Lernen nur für Prüfungen? Qualität von Aufgaben mit naturwissenschaftlichen Inhalten in Klassenarbeiten. *Grundschulmagazin*, 2, 19 - 23.
- Leutner, D. (2010). Perspektiven pädagogischer Interventionsforschung. In: T. Hascher & B. Schmitz (Hrsg.), *Pädagogische Interventionsforschung: Theoretische Grundlagen und empirisches Handlungswissen* (S. 63 - 72). Weinheim, München: Juventa.
- Leven, I. & Schneekloth, U. (2010). Die Freizeit: Sozial getrennte Kinderwelten. In: *World Vision Deutschland e.V. (Hrsg.), Kinder in Deutschland 2010: 2. World Vision Kinderstudie* (S. 95 - 140). Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuchverlag.
- Lienert, G. A. & Raatz, U. (1998). *Testaufbau und Testanalyse* (6. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Lienhard-Tuggener, P., Joller-Graf, K. & Mettauer Szaday, B. (2011). *Rezeptbuch schulische Integration: Auf dem Weg zu einer inklusiven Schule*. Bern: Haupt.
- Lohaus, A., Vierhaus, M. & Maass, A. (2010). *Entwicklungspsychologie des Kindes- und Jugendalters*. Berlin Heidelberg: Springer.



- Lösel, F. & Bender, D. (2008). Von generellen Schutzfaktoren zu spezifischen protektiven Prozessen: Konzeptuelle Grundlagen und Ergebnisse der Resilienzforschung. In: G. Opp & M. Fingerle (Hrsg.), Was Kinder stärkt: Erziehung zwischen Risiko und Resilienz (3. Aufl.) (S. 57 - 78). München: Ernst Reinhardt.
- Lück, G. (2000). Naturwissenschaften im frühen Kindesalter. Untersuchungen zur Primärbegegnung von Kindern im Vorschulalter mit Phänomenen der unbelebten Natur. Münster u.a.: LIT Verlag.
- Lück, G. (2008). Leichte Experimente für Eltern und Kinder. Freiburg u.a.: Herder.
- Lück, G. (2009a). Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen (1. Aufl. der vollst. überarb. und erw. Neuausgabe; 7. Gesamtaufl.). Freiburg u.a.: Herder.
- Lück, G. (2009b). Experimentierfreunde 1/2: Experimentieren, beobachten, begreifen (2. Aufl.). Oberursel: Finken Verlag.
- Lück, G. (2010a). Forschen mit Fred: Naturwissenschaften im Kindergarten (4. Aufl.). Oberursel: Finken Verlag.
- Lück, G. (2010b). Neue leichte Experimente für Eltern und Kinder (5. Aufl.). Freiburg im Breisgau: Herder.
- Mayring, P. (2002). Einführung in die qualitative Sozialforschung. Weinheim und Basel: Beltz.
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim und Basel: Beltz.
- Miller, P.H. (2013). Theorien der Entwicklungspsychologie. Heidelberg: Spektrum.
- MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen) (2006). Jedes Kind mitnehmen! Das neue Schulgesetz in Nordrhein-Westfalen. URL: http://www.biponet-nrw.de/docs/downloads/NRW_macht_Schule.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen) (2008a). Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen. URL: <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-grundschule/>. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen) (2008b). Handreichung: Kompetenzorientierung – eine veränderte Sichtweise auf das Lehren und Lernen in der Grundschule. URL: <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-grundschule/>. [letzter Zugriff: 14.03.2014].



- Mittag, W. & Bieg, S. (2010). Die Bedeutung und Funktion pädagogischer Interventionsforschung und deren grundlegenden Qualitätskriterien. In: T. Hascher & B. Schmitz (Hrsg.), Pädagogische Interventionsforschung: Theoretische Grundlagen und empirisches Handlungswissen (S. 31 - 47). Weinheim, München: Juventa.
- Mohr, M. (2004). Sonderpädagogische Aspekte des Erstrechnens: Zur Diagnose von Rechenstörungen (2). URL: <http://www.mohr.lehrer.belwue.de> › phlb › skripte › auerst. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Möller, J. (2007). Selbstvertrauen: Wie es entsteht und wie man es fördern kann. Schulmagazin 5 bis 10, 75 (11), 5 - 8.
- Möller, K. & Tenberge, C. (1997). Handlungsintensives Lernen und Aufbau von Selbstvertrauen im Sachunterricht. In: B. Marquardt-Mau, W. Köhnlein & R. Lauterbach (Hrsg.), Forschung zum Sachunterricht (S. 134 - 153). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Möller, K. (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In: H. Merkens (Hrsg.), Lehrerbildung: IGLU und die Folgen (S. 65 - 84). Opladen: Lesken + Budrich.
- Möller, K. (2005). Kommentar zum Beitrag von Claudia Tenberge: Zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. In: A. Hartinger & J. Kahlert (Hrsg.), Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Sachunterricht: Perspektiven fachdidaktischer Forschung (S. 235 - 239). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Möller, K. (2007). Naturwissenschaftlicher Sachunterricht: Kinder beim Erlernen von Naturwissenschaften helfen. Grundschulmagazin, 1, 8 - 10.
- Opp, G. & Fingerle, M. (2008). Erziehung zwischen Risiko und Protektion. In: G. Opp & M. Fingerle (Hrsg.), Was Kinder stärkt: Erziehung zwischen Risiko und Resilienz (3. Aufl.) (S. 7 - 19). München: Ernst Reinhardt.
- Paradies, L., Wester, F. & Greving, J. (2010). Individualisieren im Unterricht: Erfolgreich Kompetenzen vermitteln. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Petermann, F. (1989). Einzelfallanalyse (2., völlig überarb. Aufl.). München: Oldenbourg.
- Podlesch, W. (2003). Integrationspädagogische Lernprinzipien zum Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. In: H. Eberwein & S. Knauer (Hrsg.), Behinderungen und Lernprobleme überwinden (S. 39 - 53). Stuttgart: Kohlhammer.
- Prenzel, M., Geiser, H., Langeheine, R. & Lobemeier, K. (2003). Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In: W. Bos, E. Lankes, M. Prenzel, K. Schwippert, G. Walther & R. Valtin (Hrsg.), Erste Ergebnisse aus IGLU: Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich (S. 143 - 187). Münster: Waxmann.



- Przyborski, A. & Wohlrab-Sahr, M. (2014). *Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch* (4. Aufl.). München: Oldenbourg.
- Rammsayer, T. & Weber, H. (2010). *Differentielle Psychologie: Persönlichkeitstheorien*. Göttingen: Hogrefe.
- Risch, B. (2006). *Entwicklung eines an den Elementarbereich anschlussfähigen Sachunterrichts mit Themen der unbelebten Natur*. Göttingen: Cuvillier.
- Rohwer, G. & Pötter, U. (2002). *Methoden sozialwissenschaftlicher Datenkonstruktion*. Weinheim, München: Juventa.
- Rothgangel, S. (2010). *Kurzlehrbuch Medizinische Psychologie und Soziologie* (2. Aufl.). Stuttgart: Thieme.
- Schekatz-Schopmeier, S. (2010). *Storytelling: Eine narrative Methode zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht der Grundschule*. Göttingen: Cuvillier.
- Scherer, P. & Moser Opitz, E. (2010). *Fördern im Mathematikunterricht der Primarstufe*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Schlotter, M. & Wößmann, L. (2010). *Frühkindliche Bildung und spätere kognitive und nicht-kognitive Fähigkeiten: Deutsche und internationale Evidenz*. URL: http://www.cesifo-roup.de/portal/pls/portal/ifo_applications.switches.DocLinkIfoDL?getDoc=IfoWorkingPaper-91.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Schmidt, M. (2008). *Handlungsorientierte Zugänge zum Funktionsbegriff und Möglichkeiten zur Förderung des funktionalen Denkens*. Flensburg: Grins.
- Schöne, C., Dickhäuser, O., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelser, J. (2003). *Das Fähigkeitsselbstkonzept und seine Erfassung*. In: J. Stiensmeier-Pelser & F. Rheinberg (Hrsg.), *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept* (S. 3 - 14). Göttingen: Hogrefe.
- Schöne, C. & Stiensmeier-Pelser, J. (2011). *Fähigkeitsselbstkonzept in der Grundschule: Struktur, Erfassung und Determinanten*. In: F. Hellmich (Hrsg.), *Selbstkonzepte im Grundschulalter: Modelle, empirische Ergebnisse, pädagogische Konsequenzen* (S. 47 - 64). Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Schreiner, C. (2012). *Bildung der Eltern und Schülerleistungen in Österreich*. In: B. Suchań, C. Wallner-Paschon, S. Bergmüller & C. Schreiner (Hrsg.), *PIRLS & TIMSS 2011: Schülerleistungen in Lesen, Mathematik und Naturwissenschaft in der Grundschule. Erste Ergebnisse* (S. 48 - 49). Graz: Leykam.
- Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (2002). *Das Konzept der Selbstwirksamkeit*. In: M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.), *Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen* (S. 28 - 53). Weinheim: Beltz.
- Selter, C. & Spiegel, H. (2007). *Wie Kinder rechnen*. Leipzig: Klett.



- Slupina, M. & Klingholz, R. (2013). Bildung von klein auf sichert Zukunft. Warum frühkindliche Förderung entscheidend ist. URL: <http://www.berlin-institut.org/publikationen/discussion-paper/bildung-von-klein-auf-sichert-zukunft.html>. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Solga, H. & Dombrowski, R. (2009). Soziale Ungleichheiten in schulischer und außerschulischer Bildung: Stand der Forschung und Forschungsbedarf. Düsseldorf: Hans-Böckler Stiftung.
- Soostmeyer, M. (2002). Genetischer Sachunterricht: Unterrichtsbeispiele und Unterrichtsanalysen zum naturwissenschaftlichen Denken bei Kindern in konstruktivistischer Sicht. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Sörensen, B. (2007). Didaktische Überlegungen. In: C. Hausherr, G. Lück & B. Sörensen (Hrsg.), Tüfteln, forschen, staunen: Naturwissenschaftliches Experimentieren von 4 bis 8 (S. 20 - 23). Goldach: LCH.
- Spitta, P. (2011). "Wie kann man ohne Arbeitsblätter differenzieren?" Zum Stellenwert von Inklusion in der Lehrer/innenausbildung. In: H. Giest, A. Kaiser & C. Schomaker (Hrsg.), Sachunterricht – auf dem Weg zur Inklusion (S. 123 - 132). Kempten: Julius Klinkhardt.
- Stadt Bielefeld (2012). Kommunalen Lernreport der Stadt Bielefeld 2012. URL: <http://www.bielefeld.de/ftp/dokumente/Lernreport2012.pdf> [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Statistische Ämter des Bundes und des Landes. (2013). Kindertagesbetreuung regional 2013 URL: http://www.statistikportal.de/Statistik-portal/kita_regional.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- StEG-Konsortium. (2010). Ganztagschule: Entwicklung und Wirkungen. Ergebnisse der Studie zur Entwicklung von Ganztagschulen 2005 - 2010 URL: http://www.bmbf.de/pubRD/steg_2010.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- StEG-Konsortium. (2013). Ganztagschule 2012/2013. Deskriptive Befunde einer bundesweiten Befragung. URL: http://www.bmbf.de/pubRD/NEU_Bundesbericht_Schulleiterbefragung_2012_13.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Steiner, C. (2011). Teilnahme am Ganztagsbetrieb: Zeitliche Entwicklung und mögliche Selektionseffekte. In: N. Fischer, H.G. Holtappels, E. Klieme, T. Tauschenbach, L. Stecher & I. Züchner (Hrsg.), Ganztagschule: Entwicklung, Qualität, Wirkungen: Längsschnittliche Befunde der Studie zur Entwicklung von Ganztagschulen (StEG) (S. 57 - 75).
- Stiensmeier-Pelser, J. & Schöne, C. (2008). Fähigkeitsselbstkonzept. In: W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), Handbuch der Pädagogischen Psychologie (S. 62 - 73). Göttingen: Hogrefe.
- Strauch, A., Jütten, S. & Mania, E. (2009). Kompetenzerfassung in der Weiterbildung: Instrumente und Methoden situativ anwenden. Bielefeld: Bertelsmann.



- Stubbe, T.C., Tarelli, I. & Wendt, H. (2012). Soziale Disparitäten der Schülerleistungen in Mathematik und Naturwissenschaften. In: W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Hrsg.), TIMSS 2011: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich (S. 231 - 246). Münster: Waxmann.
- Suchań, B. & Wintersteller, A. (2012). Naturwissenschaften: Verteilung der Schüler/innen auf Kompetenzstufen. In: B. Suchań, C. Wallner-Paschon, S. Bergmüller & C. Schreiner (Hrsg.), PIRLS & TIMSS 2011: Schülerleistungen in Lesen, Mathematik und Naturwissenschaft in der Grundschule. Erste Ergebnisse (S. 38 - 39). Graz: Leykam.
- Tarelli, I., Schwippert, K. & Stubbe, T.C. (2012). Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund. In: W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Hrsg.), TIMSS 2011: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich (S. 247 - 268). Münster: Waxmann.
- Tenberge, C. (2002). Persönlichkeitsentwicklung und Sachunterricht. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität [Doktorarbeit].
- Tenberge, C. (2005). Zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. In: A. Hartinger & J. Kahlert (Hrsg.), Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Sachunterricht: Perspektiven fachdidaktischer Forschung (S. 219 - 234). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Traxler, Hans (1975). Karikatur. URL: http://www.gsm-bremen.de/tl_files/gsm/images/01_unsereSchule_bilder/schulprofil/Differenzierung.jpg [letzter Zugriff: 14.03.2014]
- Trittel, M. (2010). Einzelfallanalysen und Studien mit kleinen Fallzahlen. In: T. Hascher & B. Schmitz (Hrsg.), Pädagogische Interventionsforschung: Theoretische Grundlagen und empirisches Handlungswissen (S. 280 - 286). Weinheim, München: Juventa.
- Tröster, H. (2009). Früherkennung im Kindes- und Jugendalter. Strategien bei Entwicklungs-, Lern- und Verhaltensstörungen. Göttingen u.a.: Hogrefe.
- Von der Groeben, A. (2011). Individuelle Förderung - was heißt das? URL: <http://www.bielefeld.de/ftp/dokumente/Vortrag090211.pdf>. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Welter-Enderlin, R. (2006). Einleitung: Resilienz aus der Sicht von Beratung und Therapie. In: R. Welter-Enderlin & B. Hildenbrand (Hrsg.), Resilienz – Gedeihen trotz widriger Umstände (3. Aufl.) (S. 7 - 19). Heidelberg: Carl Auer.
- Wendt, H., Bos, W., Selter, C. & Köller, O. (2012). Wichtige Ergebnisse im Überblick. In: W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Hrsg.), TIMSS 2011: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich (S. 13-26). Münster: Waxmann.



- Wendt, H., Tarelli, I., Bos, W., Frey, K.A. & Vennemann, M. (2012). Ziele, Anlage und Durchführung der Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS 2011). In: W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Hrsg.), TIMSS 2011: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich (S. 27 - 68). Münster: Waxmann.
- Wendt, H. (2013). Sonderauswertung zu TIMSS 2011. [23.09.2013, unveröffentlichtes Material]. Dortmund: Institut für Schulentwicklungsforschung.
- Werner, E. E. (2006). Wenn Menschen trotz widriger Umstände gedeihen – und was man daraus lernen kann. In: R. Welter-Enderlin & B. Hildenbrand (Hrsg.), Resilienz – Gedeihen trotz widriger Umstände (3. Aufl.) (S. 28 - 42). Heidelberg: Carl-Auer.
- Werner, E. E. (2008). Entwicklung zwischen Risiko und Resilienz. In: G. Opp & M. Fingerle (Hrsg.), Was Kinder stärkt: Erziehung zwischen Risiko und Resilienz (3. Aufl.) (S. 20 - 31). München: Ernst Reinhardt.
- Wiater, W. (2001). Unterrichtsprinzipien. Donauwörth: Auer.
- Wittmann, E. (1982). Mathematisches Denken bei Vor- und Grundschulkindern. Eine Einführung in psychologisch-didaktische Experimente. Braunschweig: Vieweg.
- Wodzinski, R. (2006). SINUS-Transfer Grundschule. Naturwissenschaften. Modul G 4: Lernschwierigkeiten erkennen – verständnisvolles Lernen fördern. URL: http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/fileadmin/MaterialienIPN/G4_ueberarb_Internet.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Wodzinski, R. (2007). SINUS-Transfer Grundschule. Naturwissenschaften. Modul G 8: Eigenständig lernen – Gemeinsam lernen. URL: http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/fileadmin/MaterialienIPN/G8_gesetzt.pdf. [letzter Zugriff: 14.03.2014].
- Woolfolk, A. (2008). Pädagogische Psychologie (10. Aufl.). München: Pearson Studium.
- Wößmann, L. (2008a). Die Bildungsfinanzierung in Deutschland im Licht der Lebenszyklusperspektive: Gerechtigkeit im Widerstreit mit Effizienz? Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, (11), 214 - 233.
- Wößmann, L. (2008b). Efficiency and equity of European education and training policies. Int Tax Public Finance, (15), 199-230.
- Wustmann, C. (2009). Resilienz – Widerstandsfähigkeit von Kindern in Tageseinrichtungen fördern. Beiträge zur Bildungsqualität, hrsg. von W. E. Fthenakis (2. Aufl.). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Zimmer, R. Handbuch der Psychomotorik: Theorie und Praxis der psychometrischen Förderung von Kindern (5. Aufl. der vollst. überarb. Neuausgabe). Freiburg im Breisgau: Herder.





Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gleichheit oder Fairness? Eine Karikatur von Traxler (1975).....	0
Abb. 2: Stufen der naturwissenschaftlichen Kompetenz im Grundschulalter nach TIMSS	8
Abb. 3: TIMSS-Aufgabenstellungen, die SchülerInnen der Kompetenzstufe II lösen können	9
Abb. 4: Leistungsschwache SchülerInnen im Bereich Naturwissenschaften	10
Abb. 5: Verteilung der SchülerInnen auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzstufen (I – V) in TIMSS 2007 bzw. TIMSS 2011.....	11
Abb. 6: Anteil der leistungsschwachen SchülerInnen (Kompetenzstufe I und II) im Bereich Naturwissenschaften in Abhängigkeit vom Migrationshintergrund (Indikator: familiärer Sprachgebrauch) in TIMSS 2011.....	13
Abb. 7: Deutschland: Verteilung der SchülerInnen mit und ohne Migrationshintergrund (Indikator: familiärer Sprachgebrauch) auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzstufen (I – V) in TIMSS 2011	14
Abb. 8: Anteil der leistungsschwachen SchülerInnen (Kompetenzstufe I und II) im Bereich Naturwissenschaften in Abhängigkeit von der sozialen Herkunft (Indikator: familiärer Buchbesitz) in TIMSS 2011	15
Abb. 9: Verteilung der SchülerInnen in Deutschland auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzstufen (I – V) nach elterlicher EGP-Klasse (TIMSS 2007).....	16
Abb. 10: Verteilung der SchülerInnen in Deutschland auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzstufen (I – V) nach Indikatoren der Armutsgefährdung (TIMSS 2011).....	17
Abb. 11: Häufigkeit von Bildungsaktivitäten in der Familie von unter 6-jährigen Kindern nach Bildungsstand der Eltern, Deutschland 2009	18
Abb. 12: Erträge von Bildungsinvestitionen im Lebensverlauf für „benachteiligte Kinder“ und „bessergestellte Kinder“	19
Abb. 13: Teilnahmequoten am Ganzttag nach folgenden zwei sozialen Herkunftsmerkmalen: Bildungsabschluss und sozioökonomischer Status	21



Abb. 14: Die „Freizeittypen“ von Grundschulkindern (Alter: 6 - 11 Jahre) in Deutschland in Abhängigkeit von der sozialen Herkunft	22
Abb. 15: Prozentuale Verteilung der bildungsbezogenen Elternhaus-Typen nach EGP-Klassen	23
Abb. 16: Risikolagen der Kinder unter 18 Jahren in Deutschland im Jahr 2010, aufgeschlüsselt nach Ländern (in %).....	26
Abb. 17: Die Balance zwischen Risikofaktoren und Resilienzfaktoren entscheidet über den Entwicklungsverlauf von Risikokindern.....	30
Abb. 18: Entwicklungsphasen der Identität nach Erik Erikson	31
Abb. 19: Hierarchischer Aufbau des Selbstkonzeptes nach Shavelson et al.	33
Abb. 20: Prozentuale Verteilung des „niedrigen“, „mittleren“ und „hohen“ sachunterrichtsbezogenem Selbstkonzeptes der SchülerInnen in Abhängigkeit von der erreichten Kompetenzstufe im Bereich Naturwissenschaften.....	34
Abb. 21: Vergleich bzw. Unterschied zwischen dem Fähigkeitsselbstkonzept und der Selbstwirksamkeitserwartung in schulischen Leistungssituationen.....	35
Abb. 22: Quellen und Auswirkungen von Selbstwirksamkeitserwartungen	36
Abb. 23: Kognitive Aktivitäten der einzelnen Anforderungsbereiche	47
Abb. 24: Anforderungsbereiche naturwissenschaftlicher Testaufgaben (n = 1717): Die Aufgaben entstammen Klassenarbeiten, die im Schuljahr 2006/2007 von Grundschullehrpersonen in Baden-Württemberg im Unterricht gestellt wurden.....	48
Abb. 25: Bielefelder Grundschulbezirke: Bildungsrelevante soziale Belastung nach wohnort-nahen Schuleinzugsbereichen (2010).....	51
Abb. 26: Übersicht über die Inhalte der 10 Experimentiereinheiten	53
Abb. 27: Übersicht über die Aufgabenanforderungen der drei Experimente einer Einheit.....	57
Abb. 28: Übersicht über das Untersuchungsdesign (8 Einzelfallstudien).....	58
Abb. 29: Triangulation im Rahmen der Einzelfallanalysen.....	60
Abb. 30: Raumskizze mit eingezeichneter Kameraperspektive.....	67
Abb. 31: Türhänger	68
Abb. 32: Sachraum: Vorbereitete Umgebung für die Durchführung der Experimentiereinheit...	68



Abb. 33: Zeitliche Übersicht über den Ablauf der zehn Experimentiereinheiten.....	70
Abb. 34: Kind- Umfeld-Analyse: Übersicht über die persönlichen, soziodemographischen Daten der untersuchten Kinder (die Namen wurden anonymisiert)	75
Abb. 35: Aufgaben einer Einheit	77
Abb. 36: Aufgaben mit anderen Anforderungsbereichen	79
Abb. 37: Aufgaben des Anforderungsbereiches „Anwenden“	79
Abb. 38: Alle Aufgaben der Einheit	80
Abb. 39: Interindividueller und intraindividueller Vergleich der Aufgabenbewältigung.....	80
Abb. 40: Aufgabenbewältigung der einzelnen Anforderungen einer jeden Experimentiereinheit	81
Abb. 41: Vergleich der Lösungshäufigkeit der beiden Aufgaben des Anforderungsbereiches II (Anwenden) innerhalb einer jeden Experimentiereinheit	83
Abb. 42: Beispiel eines Treppennusters.....	84
Abb. 43: Ergebnisse der Einzelfallanalysen für die Experimentiereinheiten 1 bis 5.....	85
Abb. 44: Ergebnisse der Einzelfallanalysen für die Experimentiereinheiten 6 bis 10.....	86
Abb. 45: Beispiel eines Treppennusters mit Zusatzkästchen.....	87
Abb. 46: Übersicht über das Untersuchungsdesign (Interventionsstudie im Klassenverband) ..	104
Abb. 47: Methodentriangulation im Rahmen der Untersuchung II	105
Abb. 48: Stufenleiter	108
Abb. 49: Fotos des Klassenraumes, in dem die Untersuchung stattfand	114
Abb. 50: Vorbereitete Kisten mit den Experimentiermaterialien	114
Abb. 51: Zeitliche Übersicht über den Ablauf der Interventionsstudie in der Klasse	116
Abb. 52: Fotos vom Experimentieren mit Hilfe der Experimentierbücher.....	118
Abb. 53: Fotos vom Experimentieren und dem Bearbeiten der Arbeitsblätter.....	119
Abb. 54: Kind-Umfeld-Analyse: Übersicht über die persönlichen, soziodemographischen Daten der untersuchten SchülerInnen	122
Abb. 55: Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Nachtests (1 – 5), (n = 24)	126
Abb. 56: Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Follow-up-Test (1 – 5), (n = 24).....	126










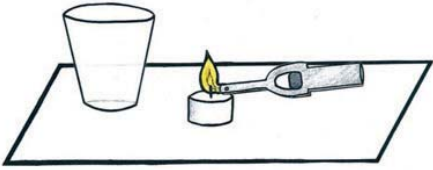
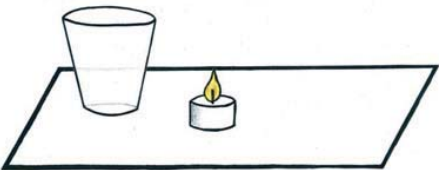
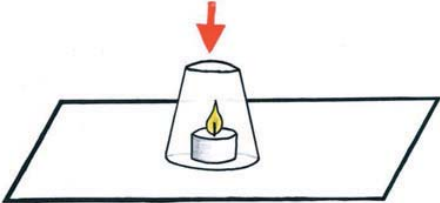

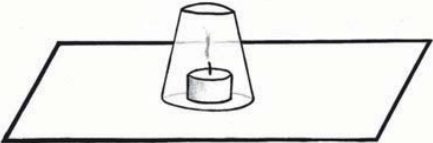


Abb. 57: Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Nachtest (6 – 10), (n = 24).....	127
Abb. 58: Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Follow-up-Test (6 – 10), (n = 24).....	127
Abb. 59: Vergleich der Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Nachtest (1 – 5) und Follow-up-Test (1 – 5), gegliedert nach Anforderungsbereichen, (n = 24).....	137
Abb. 60: Vergleich der Ergebnisse der Aufgabenbewältigung im Nachtest (6 – 10) und Follow-up-Test (6 – 10), gegliedert nach Anforderungsbereichen, (n = 24).....	137
Abb. 61: Gesamtergebnisse der Aufgabenbewältigung der einzelnen SchülerInnen im Nachtest, farblich gegliedert nach den kognitiven Anforderungsbereichen der Aufgaben	139
Abb. 62: Vergleich der Gesamtergebnisse der Aufgabenbewältigung der einzelnen SchülerInnen im Nachtest und Follow-up-Test; die Werte sind gerundet	141
Abb. 63: Ergebnisse der Fähigkeits-Selbsteinschätzung der SchülerInnen	142




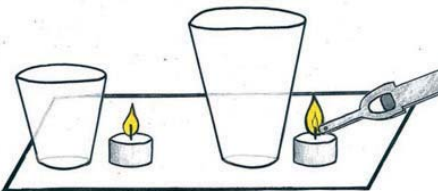
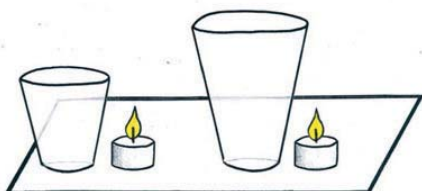
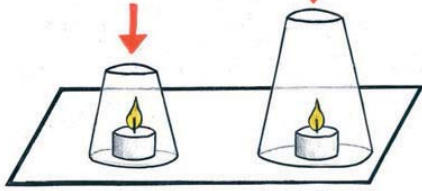

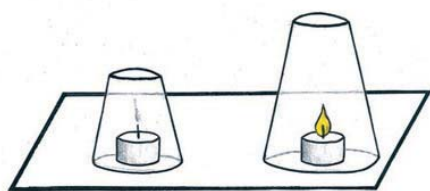
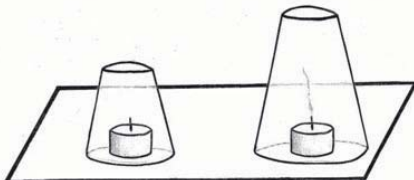



Anhang








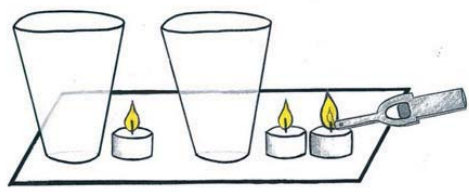


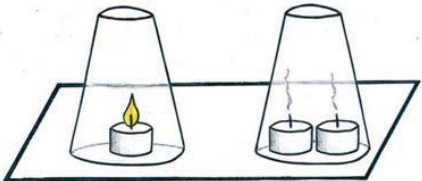
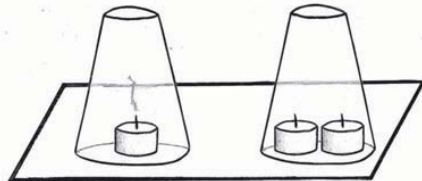


I) Experimentierbücher: Beispiel.....	170
II) Leistungstests: Beispiel.....	174






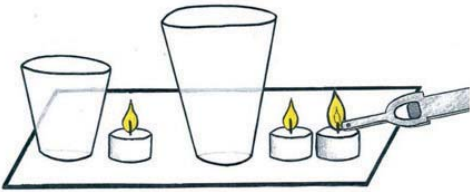


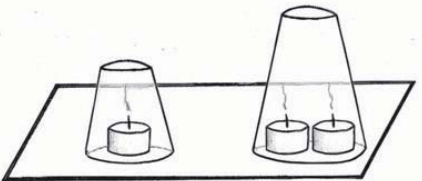


<p>Die Kerze: Experiment 1</p> 	 <p>Was wird wohl passieren, wenn ich ein Glas über eine brennende Kerze stülpe?</p>
<p>Das brauche ich:</p>  <ul style="list-style-type: none">  Blech-Unterlage  Kerze  Feuerzeug  kleines Glas 	
	
 <p>Was passiert?</p>	
 <p>Warum ist das wohl so?</p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Eine Kerze benötigt zum Brennen Luft (genauer: den Sauerstoff der Luft). Wenn die Kerze die Luft im Glas verbraucht hat, erlischt sie.</p> </div>

<p>Die Kerze: Experiment 2</p> 	 <p>Was wird wohl passieren, wenn ich zwei unterschiedlich große Gläser über je eine brennende Kerze stülpe?</p>
<p>Das brauche ich:</p>  <ul style="list-style-type: none">Blech-Unterlage2 KerzenFeuerzeugkleines Glasgroßes Glas	
	<p>gleichzeitig ↓</p> 
 <p>Was passiert?</p>	
	 <p>Warum ist das wohl so?</p>



 <div data-bbox="363 369 710 537" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Im großen Glas ist mehr Luft (Sauerstoff) enthalten als im kleinen Glas. Daher kann die Kerze unter dem großen Glas länger brennen.</p> </div>	 <div data-bbox="1013 257 1268 548" style="border: 1px solid gray; border-radius: 50%; padding: 10px;"> <p>Und wenn ich zwei gleich große Gläser verwende und unter einem Glas eine brennende Kerze und unter dem anderen zwei Kerzen stelle? Was wird dann wohl passieren?</p> </div>
 <div data-bbox="379 627 667 918" style="border: 1px solid gray; border-radius: 15px; padding: 10px;"> <p>Das brauche ich:</p> <ul style="list-style-type: none">  Blech-Unterlage  3 Kerzen  Feuerzeug  2 große Gläser </div>	
	 <div data-bbox="981 974 1204 1086" style="border: 1px solid gray; border-radius: 50%; padding: 5px;"> <p>Was passiert?</p> </div>
	
 <div data-bbox="470 1680 710 1803" style="border: 1px solid gray; border-radius: 50%; padding: 5px;"> <p>Warum ist das wohl so?</p> </div>	 <div data-bbox="805 1780 1173 1971" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Zwei Kerzen verbrauchen mehr Luft (Sauerstoff) als eine Kerze. Daher kann eine Kerze unter einem Glas länger brennen als zwei Kerzen.</p> </div>



<p>Die Kerze: Experiment 3</p> 	<p>Das große Glas ist doppelt so groß wie das kleine Glas.</p> <p>Was könnte ich tun, damit die Kerzen unter diesen beiden Gläsern trotzdem ungefähr gleich lange brennen?</p>
<p>Vielleicht ist das möglich, wenn ich unterschiedlich viele Kerzen unter die beiden Gläser hinein gebe! Aber wie viele Kerzen müssen es dann jeweils sein?</p> 	<p>Das brauche ich:</p> 
	<p>gleichzeitig ↓</p> 
<p>Was passiert?</p> 	
<p>Warum ist das wohl so?</p> 	<p>Zwei Kerzen können im großen Glas gleich lange brennen wie eine Kerze unter dem kleinen Glas.</p> <p>Denn das große Glas enthält doppelt so viel Luft (Sauerstoff) wie das kleine Glas.</p> 



Name: _____

Datum: 4.6.13

Experimente, Experimente:
Das weiß ich noch, das kann ich schon



Was passiert?

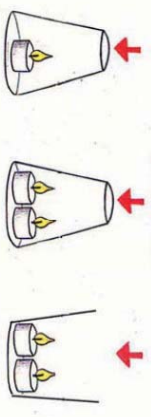


- diese Kerze brennt länger
- alle Kerzen brennen gleich lange
- diese Kerze brennt länger

Warum?

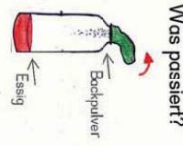
Weil das Glas größer ist und deswegen ist mer sauerstoff drin

Überlege:



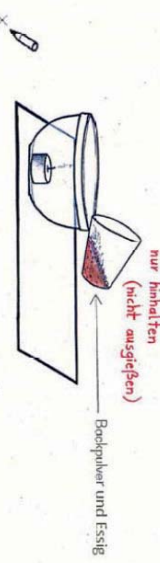
- Wo gehen die Kerzen am schnellsten aus?
 - 1
 - 2
 - 3
- Wo brennen die Kerzen am längsten?
 - 1
 - 2
 - 3

Was passiert?



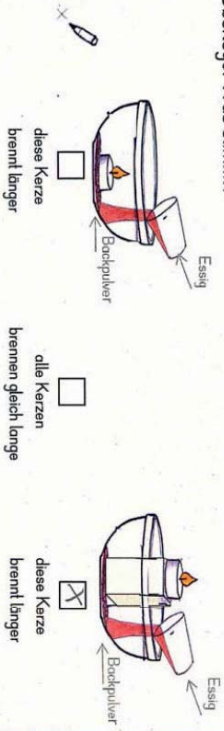
- Der Luftballon wird in die Flasche hinein gesogen.
- In der Flasche sprudelt es und der Luftballon fällt herunter.
- In der Flasche sprudelt es und der Luftballon bläst sich auf.

Warum geht hier die Kerze aus?



- Weil die Kerze durch die Säure nass wird.
- Weil das Gas CO₂ entsteht und die Kerze dann keine Luft mehr bekommt.
- Weil der Luftzug die Kerze ausbläst.

Überlege: Was stimmt?



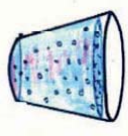
Warum?

Weil die Kerze auf einem Podest steht und das Gas CO₂

länger brennen an der Kerze

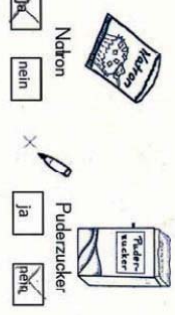


Woraus bestehen die Bläschen, die in der Brause aufsteigen?




aus Luft
 aus dem Gas CO₂
 aus Sauerstoff

Was sprudelt mit einer sauren Flüssigkeit?



Natron ja nein
Puderzucker ja nein

Einer der Steine besteht aus Kalk.
Was könntest du tun, um herauszufinden, welcher der Steine aus Kalk besteht?




Gips dazu geben
 Essig dazu geben
 Wasser dazu geben

Begründe, warum du das tun würdest!

weil kalk und essig sprudelt.


Was passiert?



Der Rotkohlsaft beginnt zu sprudeln.
 Der Rotkohlsaft verfärbt sich.
 Der Rotkohlsaft verändert sich nicht.

Zur Erinnerung:
Rotkohlsaft + Saure = pink-rot
Rotkohlsaft + Seife = blau-grün

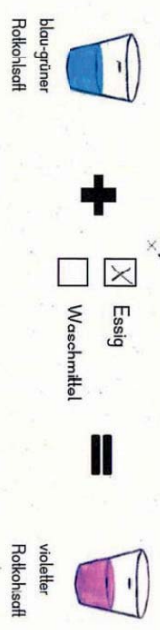
Welche Farbe bekommt der Rotkohlsaft?



gelb
 violett
 blau-grün
 pink-rot

Warum?
weil Rotkohlsaft und Säure
Wird pink-rot, und Zitronen-
säfte ist säure

Überlege:



blau-grüner Rotkohlsaft + Essig = violetter Rotkohlsaft
blau-grüner Rotkohlsaft + Waschmittel = pink-rot

Das Gegenteil von seifig ist säurig.



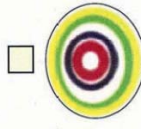
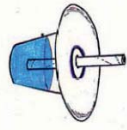
Name: _____

Datum: 6.6.13



Experimente, Experimente:
Das weiß ich noch, das kann ich schon

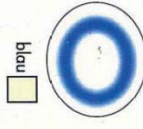
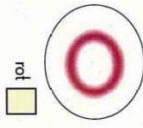
Violett wird aus rot und blau gemischt. Wie wird das Filterpapier aussehen, wenn der violette Kreis nass wird?



Warum?

Weil violett eine mischfarbe ist, und aus rot und blau gemischt wird.

Das sind die Formmuster von Filzstiften. Kreuzt alle Mischfarben an!



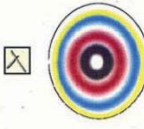
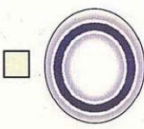
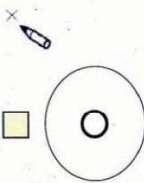
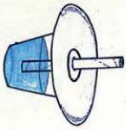
schwarz

rot

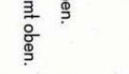
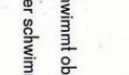
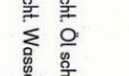
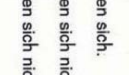
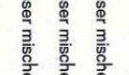
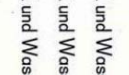
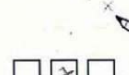
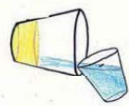
blau

gelb

Überlege: Dieser schwarze Filzstift ist nicht wasserlöslich! Wie wird das Filterpapier wohl aussehen, wenn der schwarze Kreis nass wird?



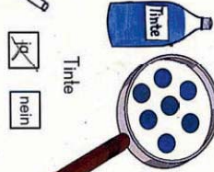
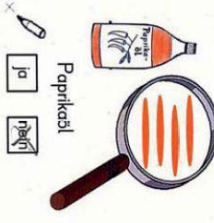
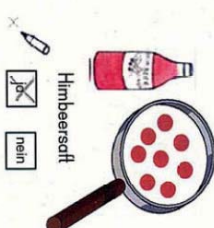
Was passiert, wenn Wasser und Öl in einem Becher zusammen gegeben wird?



Warum?

Weil Wasser und Öl feertagen sich nicht, Öl ist leichter als Wasser und schwimmt dadurch oben.

Mischt sich die Flüssigkeit mit Wasser?



Himbeersaft ja nein

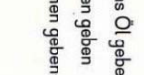
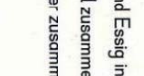
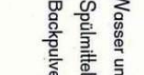
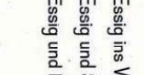
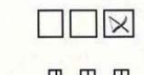
Paprikaöl ja nein

Tinte ja nein

Warum?

Weil Himbeersaft und Tinte runde Teilchen hat und Paprikaöl längliche Teilchen hat

Überlege: Wie könnte man herausfinden, wie die Teilchen von Essig ausschauen?



- Essig ins Wasser und Essig ins Öl geben
- Essig und Spülmittel zusammen geben
- Essig und Backpulver zusammen geben



Was passiert, wenn man einen Vermittler (Emulgator) zum Öl und Wasser gibt?

Der Vermittler bleibt oben: Es bilden sich drei Schichten.
 Alles mischt sich zu einer Creme.
 Der Vermittler mischt sich nur mit Wasser.

Überlege: Was stimmt?

Wie sehen die Teilchen aus?

Überlege: Eine Schüssel ist mit Öl verschmiert. Spült man sie mit Wasser aus, geht der Ölfilm nicht weg. Was muss man tun, damit die Schüssel sauber wird?

fermittler und Wasser reingeben
 Warum?
 weil fermittler eine runde seite hat und eine leynliche seite hat

Was passiert?

Wasser ist schwerer als Salzwasser.
 Salzwasser ist schwerer als Wasser.
 Wasser und Salzwasser sind gleich schwer.

Im Wasser liegt eine Kartoffel am Boden, im Salzwasser schwimmt die Kartoffel.

Warum ist das so?

Weil die Kartoffel schwerer ist als Wasser und leichter ist als Salzwasser
 Weil die Kartoffel leichter ist als Wasser und schwerer ist als Salzwasser

Wenn das Wasser ein bisschen gesalzen ist, dann schwebt darin ein Hühnerei.

Was müsste man noch dazu geben, damit das Hühnerei oben schwimmt?

Wasser

Was müsste man noch dazu geben, damit das Hühnerei noch unten sinkt?

Salzwasser





