



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Spieglein, Spieglein in der Hand“

Eine empirische Untersuchung über Verständnis und Lernschwierigkeiten zum
Bild beim ebenen Spiegel im Rahmen eines Peer-Learning-Projektes
in der Volksschule

verfasst von

Judith Freytag

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 190412456

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Lehramtsstudium UF Physik UF Geographie und Wirtschaftskunde

Betreuerin:

Priv.-Doz. Mag. Dr. Hildegard Urban-Woldron

Zusammenfassung

Das Projekt, bei dem zwei Aspekte des Spiegelbildes (*Was vertauscht der Spiegel?* und *Wo entsteht das Spiegelbild?*) erarbeitet wurden, fand in einer öffentlichen Wiener Volksschule statt. Nachdem die Studentin Expert/innen in jeder Klasse ausgebildet hatte, gaben diese ihr neu erworbenes Wissen an ihre Klassenkolleg/innen weiter. In einer Klasse unterrichteten sie lehrerzentriert, wie sie es vom Regelunterricht gewohnt sind. Hier war die Zeit deutlich knapper für dieselben Aufgaben und die Ergebnisse der Arbeitsaufgaben sind deutlich schwächer als in den anderen vierten Klassen, in denen jede/r Experte/Expertin mit einer Kleingruppe gearbeitet hat. Die vierten Klassen haben jeweils am darauffolgenden Tag in einer ersten oder zweiten Klasse mit den jüngeren Schüler/innen gearbeitet und dieselben Fragestellungen bearbeitet. Es wurde unter anderem untersucht, ob die Schüler/innen der vierten Klassen die Phänomene beschreiben und die Erklärungen dazu akzeptieren können. Der Ort des Spiegelbildes bleibt unverstanden, während die Kinder ihre Vorstellungen, dass der Spiegel rechts und links vertauscht, größtenteils richtig stellen können. Besonders auffallend sind sprachliche Probleme, die durch die vielen verschiedenen Sprachen, die zuhause gesprochen werden, vorhanden sind. Die Befunde der Studie legen nahe, dass die sprachlichen Defizite ein großes Hindernis beim Lernen und Akzeptieren von physikalischen Erläuterungen darstellen.

Abstract

This thesis deals with a Physics project which was carried out in an elementary state school in Vienna, Austria. In the course of the project students worked on the following two questions: "What type of inversion occurs in a plane mirror" and "Where is the mirror image formed?". In the initial phase of the project the author taught contents to a group of students ('expert group') who then went on to pass on their knowledge to their classmates. In two classes the pupil experts taught a small group each; in the third class the lessons remained teacher-centred: In these lessons significantly fewer exercises could be fulfilled and the results stayed behind those of the other two classes. In the third phase on the following day, students of the 4th form worked on the same questions with students from 1st or 2nd forms. The aim here was to investigate the 4th-form students' abilities to describe the phenomena and to accept explanations. The question of where reflections originate remained unanswered, but the students managed to set the conception right that the inversion is back to front and not left to right. The biggest obstacles for understanding and accepting physical explanations were language problems which were due to non-German mother tongues of a high number of the participants.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die maßgeblich zum erfolgreichen Entstehen dieser Arbeit beigetragen haben.

Vielen lieben Dank an meine Eltern und meine Schwester, die mich bei allen meinen Entscheidungen unterstützt haben und die immer gerne auf meinen Sohn aufgepasst haben, wenn ich Zeit zum Lernen und Schreiben brauchte. Auch für das Korrektur lesen dieser Arbeit haben sie viel Zeit investiert. Danke – ohne euch hätte ich nicht in diesem Tempo so selbstständig das Studium absolvieren können.

Danke auch an meinen Ehemann für seine Unterstützung während des gesamten Studiums und für die gerechte Aufteilung der Kinderbetreuung, sodass ich ohne Verzögerungen fertig studieren konnte. Auch meinem Sohn und meinem noch ungeborenen Sohn möchte ich einen großen Dank aussprechen – sie haben mir die nötige Motivation gegeben, vorbildlich mein Studium abzuschließen.

Ebenfalls danken möchte ich den Lehrerinnen, die an dem Projekt teilgenommen haben und somit den Grundstein für diese Arbeit gelegt haben. Danke auch den vielen Schülerinnen und Schülern, die fleißig mitgearbeitet und mir wunderschöne Feedbacks gegeben haben, die mich für meine Zukunft sehr motivieren.

Ein besonderer Dank gilt der Direktorin der Schule, die von Beginn an hinter mir und meiner Projektidee stand, mir beim Organisieren eine sehr große Stütze war und mich vor Ort liebevoll aufgenommen hat.

Danken möchte ich auch meiner Betreuerin, Frau Priv.-Doz. Mag. Dr. Hildegard Urban-Woldron, die mich als Diplomandin aufnahm, mich im Entstehungsprozess professionell unterstützt hat und immer ein offenes Ohr für all meine Fragen und Sorgen hatte.

Vielen lieben Dank!

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Theoretischer Hintergrund	2
2.1	Sachunterricht in Österreich	2
2.1.1	Allgemeines	2
2.1.2	Lehrplan für den Sachunterricht	3
2.1.3	Integrationsklassen in österreichischen Volksschulen	6
2.1.4	Naturwissenschaftliches Lernen im Sachunterricht	6
2.2	Schülervorstellungen	8
2.2.1	Was sind Schülervorstellungen?	9
2.2.2	Schülervorstellungen zum Spiegelbild	10
2.3	Physikalische Grundlagen zum Thema Spiegel	12
2.3.1	Was vertauscht der Spiegel?	13
2.3.2	Wo entsteht das Spiegelbild?	14
2.3.3	Art des Spiegelbildes	15
3	Forschungsfragen	16
4	Forschungsdesign	18
4.1	Allgemeines	18
4.2	Durchführung des Projektes	18
4.2.1	Kennenlernen von Studentin und Schüler/innen	19
4.2.2	Expertengespräch	19
4.2.3	Die Expert/innen lernen mit ihren Klassenkolleg/innen	20
4.2.4	Gemeinsames jahrgangsübergreifendes Lernen	21
4.3	Für die Intervention verwendete Materialien	21
4.4	Beschreibung der Erhebungsinstrumente	23
4.4.1	Videoanalyse	23
4.4.2	Fragebögen zu den Einschätzungen der Schüler/innen zum Sachunterricht	24
4.4.3	Fragestellungen beim Prä- und Posttest	24
4.4.4	Arbeitsblätter	26
4.4.5	Methoden zur Auswertung und Analyse der Daten	29
5	Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	30
5.1	Videos zu den Interventionen und Aktivitäten	30
5.1.1	Die Ausbildung der Expert/innen	30
5.1.2	Tutoring in der 4A	30
5.1.3	Tutoring in der 4B	31
5.1.4	Tutoring in der 4C	31

5.1.5	Die Zusammenkunft der vierten Klassen mit den jüngeren Schüler/innen	31
5.2	Fragebögen zu den Einschätzungen der Schüler/innen zum Sachunterricht...	32
5.3	Antworten in den Prä- und Posttests	39
5.3.1	Frage 1: Was ist ein Spiegel?	39
5.3.2	Frage 2: Ein Spiegel vertauscht.....	42
5.3.3	Frage 3: Wo siehst du das Spiegelbild?	43
5.3.4	Frage 4: Einzeichnen, wo das Spiegelbild ist	45
5.3.5	Frage 5: Die Wörter „Senf“ und „Hallo“ in Spiegelschrift.....	46
5.3.6	Frage 6: Malkasten	47
5.4	Arbeitsaufgaben der vierten Klassen	48
5.5	Arbeitsaufgaben der ersten Klasse und der zweiten Klassen.....	51
5.6	Feedback der Schülerinnen und Schüler der vierten Klassen	54
6	Interpretation der Ergebnisse und Beantwortung der Forschungsfragen	57
6.1	Hypothese 1: Schülervorstellungen.....	57
6.2	Hypothese 2: Unterschiede zwischen den Klassen und Lernmethoden	59
6.3	Hypothese 3: Unterschied Wissensvermittlung	60
6.4	Hypothese 4: Expertinnen und Experten.....	61
6.5	Hypothese 5: Unterschied zwischen Mädchen und Buben?.....	63
6.6	Hypothese 6: Was kann man den Viertklässler/innen thematisch schon zumuten?	63
6.7	Hypothese 7: Was kommt bei den jüngeren Jahrgängen an?	64
6.8	Hypothese 8: Einschätzung zum Sachunterricht und Lernfortschritte.....	66
7	Zusammenfassung und Anwendbarkeit der Ergebnisse für den Unterricht.....	69
7.1	Zusammenfassung und Ausblick	69
7.2	Bedeutung der Ergebnisse für den Schulalltag	72
8	Verzeichnisse	73
8.1	Literaturverzeichnis.....	73
8.2	Tabellenverzeichnis	74
8.3	Abbildungsverzeichnis	75
9	Anhang.....	I

1 Einleitung

„Du willst AHS-Lehrerin werden – warum schreibst du dann eine Diplomarbeit über Physikunterricht in der Volksschule? Geht das überhaupt?“ Solche verwunderte Reaktionen bekam ich zu hören, wenn ich mit Kolleginnen und Kollegen über das Thema meiner Abschlussarbeit sprach. Diese Arbeit soll der Frage nachgehen, mit welchem Wissen Schülerinnen und Schüler nach vier Jahren Sachunterricht an der Volksschule in die höhere Schule übertreten und auf welche Kenntnisse und Fertigkeiten die Physik-Lehrkraft eingehen und aufbauen kann. Um diese Frage zu beantworten wurde ein Physikprojekt an einer Wiener Volksschule durchgeführt und die Reaktion der Volksschulkinder auf zwei Aspekte des Spiegelbildes ausgewertet: „Was vertauscht der Spiegel?“ und „Wo entsteht das Spiegelbild?“ Auf die Bildentstehung wurde nicht eingegangen, was für das vollständige Verständnis allerdings nötig gewesen wäre.

Im Zentrum der Untersuchung stehen folgende Fragen:

- *Welche Erklärungen können die Schülerinnen und Schüler verstehen und annehmen?*
- *Sind Schülerinnen und Schüler für das selbstständige Entdecken und Erforschen der Phänomene noch zu jung oder können sie bereits viele Aspekte verstehen, die laut Lehrplan erst in der Unterstufe behandelt werden?*
- *Können vorhandene Fehlvorstellungen durch Experimentieren richtig gestellt werden?*
- *Gibt es bei naturwissenschaftlichen Aufgaben bereits in der Volksschule, so wie später an der AHS, einen Unterschied zwischen den Geschlechtern bei Leistung und Interesse?*
- *Auf welche Art (Sprache, Inhalte, Vorzeigen,...) können Schülerinnen und Schüler ihr Wissen an Gleichaltrige und Jüngere weitergeben?*

Die Untersuchung erfolgte, indem in drei vierten Klassen Expertinnen und Experten ausgebildet wurden, die in einer zweiten Phase ihren Klassenkolleginnen und -kollegen das Gelernte weitervermitteln sollten. In einer dritten Phase, die am Folgetag stattfand, haben alle vierten Klassen ihr Wissen an die Schülerinnen und Schüler einer ersten oder zweiten Klasse weitergegeben. Der Wissenstransfer wurde beobachtet und das Verständnis der 6- und 7-Jährigen analysiert.

Für die Versuche wurden Materialien aus der Lebenswelt der Kinder eingesetzt. Bei der Datenaufnahme wurden Störungen und Beeinflussungen des Lernprozesses möglichst vermieden, indem zur Beobachtung Videogeräte verwendet wurden. Das Wissen wurde zumeist in Form von Zeichnungen mit möglichst wenig Text abgefragt. Einzig der Fragebogen zum Sachunterricht sowie Prä- und Posttest waren wenig kindgerecht, mussten aber zur Beantwortung der Forschungsfragen in dieser Form formuliert werden.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Sachunterricht in Österreich

2.1.1 Allgemeines

Sachunterricht ist ein Pflichtgegenstand in den öffentlichen Volksschulen Österreichs. In allen vier Schulstufen sind jeweils drei Wochenstunden für das Fach Sachunterricht vorgesehen (durch den roten Pfeil in Abbildung 1 hervorgehoben). Nur für Deutsch, Lesen, Schreiben sowie Mathematik stehen insgesamt mehr Stunden zur Verfügung. (bmbf, 2005)

b) Stundentafel der 1. – 4. Schulstufe

Pflichtgegenstände	Schulstufen und Wochenstunden ¹⁾				
	1.	2.	3.	4.	Gesamt
Religion	2	2	2	2	
 Sachunterricht	3	3	3	3	
Deutsch, Lesen, Schreiben	7	7	7	7	
Mathematik	4	4	4	4	
Musikerziehung	1	1	1	1	
Bildnerische Erziehung	1	1	1	1	
Technisches Werken	1	1	2	2	
Textiles Werken					
Bewegung und Sport	3	3	2	2	
Verbindliche Übungen					
Lebende Fremdsprache	x ²⁾	x ²⁾	1	1	
Verkehrserziehung	x ³⁾	x ³⁾	x ³⁾	x ³⁾	
Gesamtwochenstundenzahl ¹⁾	20-23	20-23	22-25	22-25	90

Abbildung 1: Stundentafel der 1.-4. Schulstufe¹

Die Klassenlehrerinnen und –lehrer planen und halten den Sachunterricht.

In Wien kann man an der Pädagogischen Hochschule² das Bachelorstudium für das Volksschullehramt absolvieren. Der dort aktuelle Studienplan zeigt, wie intensiv die Lehrerinnen und Lehrer in ihrer Ausbildung mit dem Fach in Kontakt gekommen sind. In sieben unterschiedlichen Modulen³ sind sechs Seminare und eine Übung für den Sachunterricht zu absolvieren. Diese sind sieben Präsenzstudienanteile und insgesamt 10 ECTS-Punkte⁴ wert. (Pädagogische Hochschule Wien, 2009)

Eine Umrechnung der ECTS-Punkte ergibt einen Arbeitsaufwand der Studentinnen und Studenten für das Fach Sachunterricht von ungefähr 250 Stunden. Das gesamte Studium, das eine Mindeststudienzeit von sechs Semestern vorsieht, umfasst 180 ECTS-Punkte. Das Fach Sachunterricht nimmt somit 1/18 der Studienzeit ein und ist

¹ aus: bmbf, 2005: Pfeil hinzugefügt

² Pädagogische Hochschule Wien: Grenzackerstraße 18, 1100-Wien

³ Modul 4, 6, 10, 13, 17, 21 und 29

⁴ ECTS-Punkte beschreiben den Arbeitsaufwand eines Faches und dienen der Vergleichbarkeit.

1 ECTS-Punkt entspricht einer Arbeitszeit von 25 Stunden.

damit, gemessen an der Semesterstundenzahl im Lehrplan der Volksschulen, unterrepräsentiert.

2.1.2 Lehrplan für den Sachunterricht

Für den Sachunterricht in der Volksschule gibt es einen eigenen Lehrplan. Dieser steht über die Homepage des Bundesministeriums für Bildung und Frauen⁵ auch der Öffentlichkeit zur Verfügung.

Der Lehrplan besteht aus zwei Teilen: der Bildungs- und Lehraufgabe, die den Lehrstoff beinhaltet, und den didaktischen Grundsätzen. In ersterem wird darauf eingegangen, dass die Schülerinnen und Schüler in dem Fach unterstützt werden sollen *„ihre unmittelbare und mittelbare Lebenswelt zu erschließen“*. In einem *„kindgemäßen und gleichzeitig sachgerechten Unterricht“* sollen die Kinder zu einem *„differenzierten Betrachten und Verstehen ihrer Lebenswelt geführt und zu einem bewussten, eigenständigem und verantwortlichen Handeln befähigt werden“*.⁶

Die Bildungs- und Lehraufgabe sowie die didaktischen Grundsätze werden anhand der Erfahrungs- und Lernbereiche erklärt. Diese umfassen die Themen *Gemeinschaft, Natur, Raum, Zeit, Wirtschaft und Technik*, die zusammen den Sachunterricht aufspannen. Die Erfahrungsbereiche ähneln den Beiträgen zu den Bildungsbereichen⁷ des Lehrplans für den Physikunterricht in der Unterstufe. Die Themen im Sachunterricht sind im Vergleich klarerweise breiter gefächert, da neben Physik auch andere Fachgebiete abgedeckt werden.

Der Lehrstoff unterscheidet zwischen Grundstufe I, die erste und zweite Schulstufe, und Grundstufe II, die die dritte sowie vierte Schulstufe erfasst. Themen, die auch im Physikunterricht der höheren Schulen behandelt werden, sind ausschließlich bei den beiden Erfahrungsbereichen *Natur* und *Technik* zu finden. Die Themen der anderen Bereiche werden in den höheren Schulen hauptsächlich von den Fächern Biologie, Geographie und Wirtschaftskunde sowie in Geschichte und Politischer Bildung wieder aufgenommen. In den ersten beiden Jahren sind physikalische Themen noch eher im Hintergrund des Lehrplans für Sachunterricht. Im Erfahrungs- und Lernbereich *Natur* ist ein *„erstes Experimentieren“* vorgesehen und auch im Bereich der *Technik* ist erfasst, dass *„Objekte durch Betrachten, Messen und erstes Experimentieren erkundet“* werden sollen.

⁵ Homepage des Bundesministeriums für Bildung und Frauen (bmbf): <https://www.bmbf.gv.at>, Lehrplan der Volksschule unter: https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_vs.html - [10.7.2014]

⁶ Alle Informationen sind aus dem aktuellen Lehrplan übernommen, die kursiv geschriebenen Sätze und Phrasen sind direkte Zitate aus dem Lehrplan: https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_vs_gesamt_14055.pdf - [10.7.2014]

⁷ Die Beiträge zu den Bildungsbereichen des Physiklehrplans der AHS-Unterstufe: Mensch und Gesellschaft, Sprache und Kommunikation, Gesundheit und Bewegung sowie Kreativität und Gestaltung

Das Projekt, das in dieser Diplomarbeit vorgestellt und analysiert wird, ist diesen Forderungen des Lehrplans bis auf die Aufgabe des Messens gerecht geworden. Die Grundstufe I, die ebenfalls im Projekt eingebunden und durch eine erste und zwei zweite Klassen repräsentiert wurde, hatte Zeit zum Betrachten und auch zum Experimentieren. Für die erste Klasse war dies der erste Kontakt mit Versuchen zu physikalischen Themen.

Auch im Lehrplan der Grundstufe II sind die physikalischen Themengebiete in den Bereichen *Natur* und *Technik* zu finden. Die Durchführung des Projektes konnte mit dem Erfahrungs- und Lernbereich *Gemeinschaft* seine Berechtigung finden. Darin ist verankert, dass die Schülerinnen und Schüler „*gemeinsame Aktivitäten als sinnvolle und fruchtbare Form des Zusammenlebens und Zusammenlernens erfahren*“ sollen. Nachdem die Kinder bei dem Projekt im Mittelpunkt und in ständigem Kontakt und Austausch mit ihren Mitschülerinnen und Mitschülern standen, ist dieser Punkt des Lehrplans mit dem Projekt erfüllt.

Unter dem Erfahrungs- und Lernbereich *Natur* sind die Lehrinhalte ähnlich wie die des Technikbereichs der Grundstufe I. Schülerinnen und Schüler sollen die „*bisher erlernten Arbeitstechniken wie Untersuchen, Beobachten, Betrachten erweitern, festigen und bewusst annehmen*“. „*Einfache Experimente sollen (gemeinsam) geplant, durchgeführt und ausgewertet werden*“. Bis auf die gemeinsame Planung konnte das Projekt diese Anforderungen erfüllen.

Im Bereich der *Technik* ist unter anderem erfasst, dass „*durch probierendes und konstruierendes Tun neben elementaren Handlungserfahrungen und grundlegenden Einsichten auch Arbeitsweisen des Experimentierens erworben werden*“ sollen. Um letztere wirklich gut zu verstehen, benötigt man mehr Zeit und die Schülerinnen und Schüler mehr Erfahrung, doch das Projekt hat einen Teilbeitrag dazu geleistet. Im weiteren Kapitel der *Technik* sind einige Themen aufgelistet, die in der Unterstufe der AHS ebenfalls im Lehrplan vorkommen, jedoch nicht im Zusammenhang mit diesem Projekt stehen. Unter anderem sollen im Sachunterricht „*der elektrische Strom*“, „*Kräfte und Wirkungen*“, „*Wärme*“ (vor allem die Wärmeausbreitung in verschiedenen Stoffen), „*Magnetismus*“, Versuche zu „*Schwimmen und Sinken*“, sowie zum „*Rutschen und Gleiten*“ und „*verschiedene Stoffe und ihre Veränderungen*“ (z.B. Aggregatzustände und Phasenübergänge⁸) besprochen werden. Diese Themenbereiche kommen alle auch im Lehrplan der höheren Schule vor, weshalb sie Anknüpfungspunkte für Physiklehrerinnen und -lehrer darstellen.

⁸ Die Bezeichnung *Aggregatzustand* und *Phasenübergang* sind im Lehrplan umschrieben worden.

Das große Gebiet der Optik, von dem ein Teilbereich Thema des Projektes darstellt, ist nicht im Sachunterrichtslehrplan der Volksschule vorgesehen.

Die didaktischen Grundsätze runden den Lehrplan ab. Es ist vermerkt, dass die Erfahrungs- und Lernbereiche, obwohl sie im Lehrplan eine zentrale Rolle einnehmen, *„nicht das primär strukturierende Prinzip der täglichen Unterrichtsarbeit“* sein sollen. Viel wichtiger ist, dass *„Lernprozesse in konkreten Erlebnis-, Handlungs- und Sachzusammenhängen ermöglicht werden“*. Das Beobachten der Lernprozesse hat bei dem Projekt eine große Rolle gespielt. Die didaktischen Grundsätze des Erfahrungs- und Lernbereichs *Technik* sind aussagekräftig und bieten eine gute Grundlage für eine Rechtfertigung, das Projekt durchführen zu können:

„In der unmittelbaren Begegnung mit der Wirklichkeit soll dem Kind handlungsorientiertes und entdeckendes Lernen ermöglicht werden. Dabei spielt das freie und angeleitete Experimentieren eine zentrale Rolle. Hier bietet sich den Kindern die Gelegenheit, von ihren Alltagsvorstellungen zu sachlich fundierten Kenntnissen zu gelangen.“

- Sachtexte und Sachzeichnungen sollen das experimentierende Arbeiten begleiten
- Schülerversuche integrieren sämtliche Arbeitsweisen und fördern Lernbereitschaft, Verantwortungsbewusstsein und Kooperationsfähigkeit“

Dieser Auszug aus dem Lehrplan zeigt die Basis des physikalischen Unterrichts in der Volksschule und stellt auch eine Verbindung zu den weiterbildenden Schulen dar, wo den genannten Punkten ebenfalls ein hoher Stellenwert zugesprochen wird. Auch wenn nicht alle physikalischen Themen, die in den höherbildenden Schulen unterrichtet werden, in der Volksschule im Lehrplan vorkommen, so hätten die physikinteressierten Volksschullehrerinnen und –lehrer durch zuletzt genannten Auszug aus dem Lehrplan eine Begründungsgrundlage für die Bearbeitung anderer physikalischer Themen, wie beispielsweise im vorliegenden Fall, den Spiegel.

Auch die Lernumgebung und Lernsituationen sind im Lehrplan verankert. Die *„Zusammenhänge im Lernen und Denken der Schülerinnen und Schüler sollen durch situationsorientierte Unterrichtsanlässe, durch handlungsorientierte Lernformen (z.B. entdeckendes Lernen, projektorientiertes Lernen) sowie durch sinnvolles Vernetzen von bereichsübergreifenden Aspekten angestrebt werden“*.

2.1.3 Integrationsklassen in österreichischen Volksschulen

An dem Projekt, das in dieser Arbeit ausführlich behandelt wird, haben zwei Integrationsklassen mitgewirkt. Auf der Homepage des Bundesministeriums für Bildung und Frauen (bmbf) ist gleich im ersten Absatz über Volksschulen eine Aussage über Integration zu finden:

„Die Volksschule hat die Aufgabe, eine für alle Schüler/innen gemeinsame Primarbildung unter Berücksichtigung einer sozialen Integration behinderter Kinder zu vermitteln.“ (bmbf, 2014⁹)

In der Volksschule ist der Integration ein hoher Stellenwert zugeschrieben. In einer Integrationsklasse sind weniger Schülerinnen und Schüler als in Regelklassen, in denen in Wien aktuell die Höchstkinderzahl von 25 gesetzlich festgelegt ist. In der zweiten Klasse waren es 19 Schülerinnen und Schüler und in der vierten Klasse waren es 17 Schülerinnen und Schüler, die an dem Projekt teilgenommen haben. Behinderte und nicht behinderte Kinder werden in diesen Klassen gemeinsam im Zwei-Lehrer-System unterrichtet. Eine Lehrperson ist der Fachlehrer/ die Fachlehrerin, die zweite Lehrperson hat eine sonderpädagogische Ausbildung. (Stadtschulrat für Wien, 2014¹⁰) In diesen Klassen können alle Schülerinnen und Schüler *„im sozialen und kognitiven Bereich im gemeinsamen Unterricht in der Integrationsklasse voneinander profitieren“* (Stadtschulrat für Wien, 2012). Die beiden Integrationsklassen der Projektvolksschule sind im Schulhaus untergebracht und weisen, bis auf die Anzahl der Lehrpersonen und die geringere Schülerinnen- und Schüleranzahl, keine äußeren Unterschiede zu den anderen Klassen auf.

2.1.4 Naturwissenschaftliches Lernen im Sachunterricht

Sachunterricht erfordert eine reflektierte Vorbereitung der Lehrkraft, um einen kompetenten und nachhaltigen Unterricht bieten zu können.

Die Europäische Union hat die Förderung frühen naturwissenschaftlichen Lernens zu einem Hauptziel erklärt, da viele Länder in internationalen Leistungsstudien in naturwissenschaftlichen Fächern unzufriedenstellend abschneiden. Bereits in der Volksschule und in der Vorschule, eventuell schon im Kindergarten, muss der naturwissenschaftlich-technische Lernbereich ernst genommen und intensiviert werden. Diese Entwicklung des frühen naturwissenschaftlichen Lernens ist aktuell in fast allen Industriestaaten und auch einigen Entwicklungsländern von Bedeutung. (Möller, 2006)

Den Schülerinnen und Schülern soll *„Physik, Chemie oder Technik nicht nur ‚beigebracht‘ oder ‚vermittelt‘ werden, sie sollen hingegen vielmehr mit Phänomenen vertraut werden und im handelnden Umgang ein ‚Gefühl für die Dinge‘ entwickeln“* (Lück

⁹ <https://www.bmbf.gv.at/schulen/bw/abs/vs.html> - [20.8.2014]

¹⁰ <https://www.wien.gv.at/bildung/stadtschulrat/schulsystem/pflichtschulen/sonder-integration.html#integrativ> - [20.8.2014]

und Köster, 2006: S.44). Möller hat in diesem Zusammenhang aufgelistet, was neben dem Wissenserwerb vorrangig von Bedeutung ist.

„Es geht darum, dass Kinder ...

- *Interesse und Freude am Nachdenken über Phänomene aus Natur und Technik empfinden*
- *Selbstvertrauen entwickeln, etwas herausfinden und verstehen zu können*
- *Bereitschaft und Freude entwickeln, sich auf forschendes Denken einzulassen und Herausforderungen im Denken anzunehmen („science is hard fun“)*
- *die Fähigkeit entwickeln, über naturwissenschaftlich-technische Fragen zu kommunizieren*
- *beginnen, ein Verständnis von Wissenschaft und wissenschaftliches Arbeiten aufzubauen und entsprechende Verfahren (wie das Experimentieren) zu erlernen*
- *ein konzeptuelles Basiswissen erwerben, das sie zum Vorhersagen und Erklären von Phänomenen nutzen können.“ (Möller, 2006: S.111)*

Neben dem Basiswissen sollen die Schülerinnen und Schüler vor dem Eintritt in die höheren Schulen unter anderem wichtige naturwissenschaftliche Verfahren erlernt und auch Selbstvertrauen im Hinblick auf naturwissenschaftliches und technisches Lernen entwickelt haben (Möller, 2006). Das Ziel ist, die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler auf physikalische Phänomene zu lenken. Sie sollen Gelegenheit erhalten, diese selbst zu entdecken und eigene Fragen zu entwickeln. Denn *„gerade das Neue, Aufregende und Spannende erregt ihre Aufmerksamkeit“* und versetzt sie *„in Staunen, sodass sie Phänomene immer wieder erleben wollen“*. (Lück und Köster, 2006: S.7)

Möller stellt sich die Frage wie naturwissenschaftliche Lernumgebungen gestaltet werden sollen, um diesen hohen Anforderungen gerecht werden zu können. Sie wünscht sich dafür konstruktivistisch orientierte, konstruktiv-genetische Lernumgebungen. Einfacher formuliert bedeutet es, dass an jenem Ort:

- *„die Lernenden aktiv am Lernprozess beteiligt sind“*
- *„die Lehrkraft die vorhandenen Vorstellungen aktiviert, aufgreift und die Schülerinnen und Schüler damit konfrontiert“*
- *„die Lernenden ermutigt werden, eigene Ideen zu formulieren (Lernwegen soll Raum gegeben werden)“*
- *„anwendungsbezogene, für Kinder interessante Fragestellungen aufgegriffen“ und „Arbeitsweisen und Lernprozesse reflektiert“ werden (nach Möller, 2006: S.113)*

In Kapitel 2.1.2 wurde der österreichische Lehrplan für den Sachunterricht in Volksschulen vorgestellt. Anhand der vorgeschlagenen Themen ist zu erkennen, dass der belebten Natur (z.B. dem Menschen und dem Tierreich) eine größere Bedeutung geschenkt wird als der unbelebten (Lück und Köster, 2006).

Lück und Köster nennen einige Vorteile, die für eine stärkere Behandlung der Themen der unbelebten Natur, so auch physikalische Fragestellungen, im Sachunterricht sprechen:

- *Phänomene sind jahreszeitlich unabhängig jederzeit verfügbar*
- *bei umsichtiger Auswahl experimentell zugänglich und jederzeit reproduzierbar*
- *bei geeigneter Auswahl wenig kostenintensiv*
- *einer kindgerechten, rational-naturwissenschaftlichen Deutung leichter zugänglich als beispielsweise Wachstum und Veränderung der belebten Natur*
- *können in sinnstiftenden Kontexten aufeinander aufbauen und dadurch zu systematischen Wissenserwerb führen (Lück und Köster, 2006: S.8)*

Die Schülerinnen und Schüler sollen in einem modernen Sachunterricht im Mittelpunkt stehen. Die Rolle der Lehrkraft besteht darin, Anregungen für das Experimentieren zu geben (Lück und Köster, 2006). Möller geht noch näher auf die Aufgaben der Lehrerinnen und Lehrer ein. Sie suchen die passenden Versuche aus, gliedern diese in den Unterrichtsverlauf ein und lenken die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler auf wichtige Aspekte des Themas (Möller, 2006).

Alltagsgegenstände sind für die meisten Schülerinnen und Schüler so selbstverständlich, dass sie oft gar nicht genauer untersucht werden, da sie keine Faszination mehr ausüben. Die wichtige Aufgabe der Lehrkraft ist es, die Kinder in Alltagsgegenständen Phänomene entdecken zu lassen, die sie zum Staunen bringen, so dass in ihnen der Wunsch geweckt wird, diese Gegenstände näher betrachten und untersuchen zu können. (Lück und Köster, 2006)

Die Anforderungen an das physikalische Wissen der Schülerinnen und Schüler sind in der Volksschule selbstverständlich geringer als in den höher bildenden Schulen. Es ist allerdings von großer Bedeutung für ihr naturwissenschaftliches Interesse und ihre schulische Laufbahn, dass sie in der Volksschule bereits „auf dem Wege zur Physik“ sind (Lück und Köster, 2006).

2.2 Schülervorstellungen

Wenn man physikdidaktisch arbeitet, kommt man am Begriff „Schülervorstellungen“¹¹ nicht vorbei. Beim Planen und Ausarbeiten dieses Projektes wurde darauf eingegangen und die Arbeitsaufgaben hinsichtlich der Schülervorstellungen, die in der Literatur zu dem Thema zu finden sind, aufgearbeitet.

¹¹ Dieser Begriff kommt in der Literatur nicht geschlechterneutral vor.

2.2.1 Was sind Schülervorstellungen?

Wodzinski (2011) zeigt die vielen verschiedenen Begriffe auf, die ähnliches meinen: *Schülervorstellungen, Alltagsvorstellungen, Fehlvorstellungen, Präkonzepte, Schülervorverständnis, children's science, alternative frameworks, ...*

Hinter den verschiedenen Begriffen stecken *„unterschiedliche Akzentsetzungen, aber in der Hauptsache meinen sie alle dasselbe“* (Jung, 2011: S.15). Im Folgenden wird der Begriff „Schülervorstellungen“ verwendet und beschrieben, da er in der Physikdidaktik am gebräuchlichsten ist.

Wenn Schülerinnen und Schüler in die Volksschule kommen, haben sie bereits fast 7 Jahre lang verschiedenste Erfahrungen gesammelt und Erklärungen für Phänomene und Situationen von anderen gehört und sich auch selbst zurecht gelegt. Auch die Alltagssprache ist oft dafür verantwortlich, dass falsche Vorstellungen verbreitet werden, z.B. „Batterien werden leer“, „Strom wird verbraucht“ (Heran-Dörr, 2011). Diese tief verankerten Vorstellungen zu den Phänomenen, Begriffen und Prinzipien stimmen meist mit den zu lernenden physikalischen Vorstellungen nicht überein, oft stehen sie sogar im völligen Gegensatz zu ihnen. Diese Problematik scheint die Ursache für viele Lernschwierigkeiten zu sein, da die Schülerinnen und Schüler *„das Neue nur durch die Brille des ihnen bereits Bekannten und Vertrauten ‚sehen‘ können“*. (Duit, 2011a: S.3) Duit weist darauf hin, dass im Physikunterricht prinzipiell tiefgreifende Lernschwierigkeiten vorhanden sind, bei denen Schülervorstellungen eine wichtige Ursache sind. Deshalb wird beim Physiklernen oft auch von einem „Konzeptwechsel“ gesprochen.

Auch wenn sich die meisten Lehrkräfte mit Schülervorstellungen auseinander gesetzt haben, so *„überstehen Alltagsvorstellungen in der Regel den Bemühungen der Physiklehrerinnen und –lehrer relativ unverändert“* (Duit, 2011b: S.11).

„Sie [Die Schülervorstellungen] sind teilweise recht stabil gegen Physikunterricht, weshalb sie bei der Unterrichtsplanung besonders berücksichtigt werden müssen“ (Wiesner et al., 2011: S.34).

Was kann man nun machen, um die Schülervorstellungen im Unterricht einzubauen? Duit beschreibt drei Möglichkeiten, bei denen er sich auf Walter Jung beruft. Die Lehrkraft kann *„an die Vorstellungen anknüpfen, um einen kontinuierlichen, bruchlosen Übergang von den Alltagsvorstellungen zu den physikalischen zu suchen, sie kann die Schülerinnen und Schüler durch Konfrontation in kognitive Konflikte bringen, um sie von der physikalischen Sichtweise zu überzeugen oder sie können auch eine Umdeutung anstreben, bei dem es auch um den Versuch eines kontinuierlichen Übergangs von den*

Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu den physikalischen geht.“ (Duit, 2011b: S.12). Lehrerinnen und Lehrer dürfen gerade in Bezug auf Schülervorstellungen nicht den Fehler machen und glauben, dass die Schülerinnen und Schüler alles verstanden und alle Schülervorstellungen korrigiert haben, nachdem sie einmal von ihren Lehrkräften die korrekte Erklärung gehört haben (Jung, 2011). Schülervorstellungen haben auch einen großen „Einfluss auf die Interpretation von experimentellen Befunden: auch wenn diese – aus der Sicht der Wissenschaften betrachtet – nicht mit der Schülervorstellung übereinstimmen, überzeugt viele Schülerinnen und Schüler die empirische Evidenz nicht ohne weiteres“ (Duit, 2011c: S.20). Sie beobachten und argumentieren kontextabhängig, weshalb sie sich durch Experimente nur begrenzt überzeugen lassen (Wodzinski, 2011: S.26).

„Schülervorstellungen können in den Unterricht mitgebracht werden oder erst im Unterricht entstehen“ (Heran-Dörr, 2011: S.7). Die Lehrperson muss also nicht nur auf die vorhandenen Vorstellungen eingehen, sie muss ihren Unterricht auch so gestalten, dass keine neuen auftreten. Es kommt vor, dass der Physikunterricht bei den Kindern zu Vorstellungen führt, die „mit den zu lernenden physikalischen Vorstellungen, die die Lehrkraft vermitteln möchte, nicht im Einklang sind“ (Duit, 2011a: S.3), beispielsweise treten sie „spontan beim Versuch auf, eine Erklärung für ein physikalisches System abzugeben“ (Wiesner et al., 2011: S.34). Es ist nützlich, wenn sich die Physiklehrerinnen und -lehrer ausreichend mit Schülervorstellungen auseinander gesetzt haben, da es „die Kommunikationen zwischen den Lehrenden und Lernenden verbessert: es erleichtert dem Lehrer das Verständnis der Schüleräußerungen.“ (Wiesner, 2011a: S.80)

Duit weist darauf hin, dass diese Vorstellungen nicht nur in der Volksschule oder den höher bildenden Schulen einen großen Einfluss auf den Unterricht haben, sondern auch noch beim Unterricht an der Universität relevant sind.

2.2.2 Schülervorstellungen zum Spiegelbild

Schülervorstellungen wurden zu den physikalischen Themenbereichen wie Mechanik, Elektrizitätslehre, Wärmelehre, Quantenphysik und auch Optik erforscht und publiziert. In dieser Diplomarbeit werden ausschließlich die Schülervorstellungen zum Themenkomplex „Spiegelbild“ präsentiert.

Auch wenn der Spiegel ein Alltagsgegenstand ist und die Schülerinnen und Schüler sehr früh damit in Kontakt kommen, haben sie einige falsche Vorstellungen davon, wie ein Spiegel funktioniert und wie die Objekte, die davor sind, darin erscheinen.

- Die Verunsicherung der Schülerinnen und Schüler beim Thema zeigt sich an der Frage, „*ob ein Spiegelbild als Bild angesehen wird.*“ (Blumör, 1993: S.89)

Die Schülerinnen und Schüler definieren ein Bild als etwas „*Gemaltes und Fixiertes*“, also als etwas „*mit Tendenz zum Konkreten*“. „*Spiegelbild und Fernsehbild gehören zu den zweifelhaften Bildern*“. Eine Begründung für eine Akzeptanz ist, dass „*das Spiegelbild etwas darstellt und man etwas erkennen kann*“. Eine Ablehnung wird unter anderem dadurch begründet, dass „*das Spiegelbild beweglich und nicht transportabel ist*“. (Blumör, 1993: S.89)

- „*Beim Spiegelbild sind – bezogen auf den vor ihm befindlichen Gegenstand - linke und rechte Seite vertauscht, aber nicht oben und unten und nicht vorne und hinten.*“ (Wiesner et al., 2011: S.40)

Um diesen Irrtum aufzuklären genügen „*in der Regel die Diskussion der Frage, ob der Spiegel nicht auch oben und unten vertauschen müsse, wenn er links und rechts vertauscht*“ sowie die „*Beobachtung des Spiegelbildes eines Gegenstandes (z.B. Würfel), um zu klären, dass der Spiegel nur vorne und hinten vertauscht*“ (Wiesner, 2011a: S.82). Wiesner meint allerdings auch, dass dies bei teilsymmetrischen Objekten, wie beispielsweise dem Menschen, nicht mehr so leicht akzeptiert wird.

Fragende Gesichter der Lehrerinnen der Volksschule zeigen, dass die falsche Vorstellung auch nach der Schulzeit vorhanden ist.

Es ist leicht nachzuvollziehen, warum sich in der Alltagssprache die Aussage, dass ein Spiegel die Seiten vertauscht, durchgesetzt hat. Einerseits denken viele, wenn sie sich vor den Spiegel stellen und den rechten Arm heben, dass es im Spiegel der linke Arm ist. Ein weiterer Grund für diese falsche Vorstellung ist die frontale Begrüßung, wenn sich zwei Menschen die Hände schütteln, da auch da die Seiten umgekehrt werden¹². Wiesner schlägt vor, die Schülerinnen und Schüler im Unterricht asymmetrische Gegenstände vor dem Spiegel zeichnen zu lassen, z.B. einen Würfel (unter anderem in Wiesner, 2011b und Wiesner et al., 1993). Dabei zeichnen die meisten dessen Spiegelbild korrekt, wodurch sie zur Einsicht gelangen können, dass der Spiegel keine Seiten sondern vorne und hinten vertauscht.

- „*Das Spiegelbild liegt auf dem Spiegel. Es kann nicht hinter dem Spiegel sein, weil man durch den Spiegel nicht hindurch sehen kann (schon gar nicht, wenn er an der Wand hängt). Der Spiegel fungiert als materieller Träger für das*

¹² <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lerntfeld-natur-und-technik/spiegel/sachinformationen-fuer-die-lehrkraft> - [2.9.2014]

Spiegelbild, denn im Alltagverständnis haben alle Bilder einen Träger (Leinwand, Bildschirm, Fotopapier,...).“ (Wiesner et al., 2011: S.40)

- *„Das Spiegelbild ist nur scheinbar hinter dem Spiegel, bezüglich des Bildortes liegt eine optische Täuschung vor. Die Formulierung „Das Spiegelbild sieht man hinter dem Spiegel“ wird sehr viel eher akzeptiert als die Aussage ‚Das Spiegelbild ist hinter dem Spiegel‘.“ (Wiesner et al., 2011: S.40)*

Durch die alltägliche Redewendung, dass „man sich im Spiegelbild sieht“, entsteht leicht eine falsche Vorstellung über die Lage des Spiegelbildes (Blumör, 1993: S.89). Die Schülerinnen und Schüler „*unterscheiden erstaunlich differenziert zwischen den Aussagen ‚Das Spiegelbild ist **hinter** dem Spiegel‘ und ‚Das Spiegelbild **sieht** man hinter dem Spiegel‘“.* Bei letzterer Formulierung könnten sie auch von einer optischen Täuschung sprechen. (Wiesner, 2011b: S.163)

Blumör betont, dass man bei der Einführung zum Ort des Spiegelbildes mit erheblichen Schwierigkeiten rechnen muss. Da die Schülerinnen und Schüler „*wissen, dass hinter dem Spiegel nichts ist (man kann es durch Hinfassen überprüfen!), weigern sie sich zuzugeben, dass sie das Spiegelbild dahinter sehen*“ (Blumör, 1993: S.100).

Wiesner kommt zu der Conclusio, dass die Akzeptanz der Lage des Spiegelbildes den Schülerinnen und Schülern die größten Schwierigkeiten bereitet.

2.3 Physikalische Grundlagen zum Thema Spiegel

Spiegel gehören zu den Alltagsgegenständen der Schülerinnen und Schüler, sind jedoch bei genauerem Hinsehen trotzdem noch ein wenig rätselhaft, auch weil dem Spiegel in Märchen und Geschichten eine magische Komponente innewohnt.

Bereits für Babys ist das eigene Spiegelbild faszinierend und noch in der Volksschule ist für die Kinder ihr Spiegelbild und das Hantieren mit dem Spiegel aufregend. Wenn das Thema im Sachunterricht der Volksschule behandelt wird, sollte darauf geachtet werden, dass diese „*Faszination möglichst erhalten bleibt*“ und dass die Unterrichtssequenz das „*Erleben und Erfahren von Spiegelphänomenen*“ integriert.¹³

Die physikalischen Grundlagen sind bei der Planung und Ausführung dennoch von großer Wichtigkeit und sollen nun in dieser Arbeit erläutert werden. Bei diesem Forschungsprojekt wurde ausschließlich der ebene Spiegel untersucht. Dazu wurden drei Aspekte ausgewählt, wovon zwei ausführlicher bearbeitet wurden und im Mittelpunkt des Projektes standen.

¹³ <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/spiegel/sachinformationen-fuer-die-lehrkraft> - [2.9.2014]

Andere Aspekte, wie die genaue Entstehung des Spiegelbildes oder auch allgemeine Informationen über Licht und Sehen müssen in der Unterstufe der höherbildenden Schulen im Zuge der Behandlung des Spiegels besprochen werden, haben bei diesem Projekt allerdings keine Rolle gespielt. Es war nicht von Bedeutung, dass die Schülerinnen und Schüler die Bildentstehung verstehen, es ging vielmehr darum, ob sie in ihrem Alter die behandelten Aspekte bereits akzeptieren können.

2.3.1 Was vertauscht der Spiegel?

Die Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen dieses Projektes herausfinden, dass der Spiegel ausschließlich die Vorder- mit der Hinterseite tauscht, die Seiten (oben, unten, links und rechts) aber gleich bleiben. Es wurde im vorangegangenen Kapitel bereits geschrieben, dass viele Kinder und Erwachsene Probleme mit dieser physikalischen Frage haben, unter anderem dadurch, da das Spiegelbild einer rechten Hand eine linke Hand zeigt.

Zur Erklärung wird ein rechtshändiges Koordinatensystem im Objektraum (vor dem Spiegel) zu einem linkshändigen im Bildraum umgekehrt (=Inversion). Durch diese Spiegelung wird allerdings nur das Vorzeichen der Koordinate geändert, was in Abbildung 2 zu erkennen ist. Um damit die Spiegelung der eigenen Hand zu erklären, muss man sich im Ursprung des Koordinatensystems einen beliebigen Punkt auf der rechten Hand vorstellen, von dem aus eine Normale gefällt wurde.¹⁴

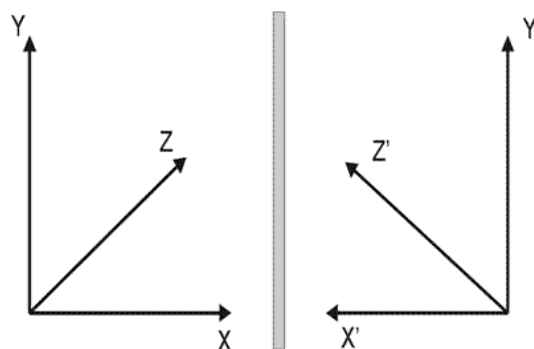


Abbildung 2: Koordinatensystem im Objektraum (links) und im Bildraum (rechts)¹⁴

Abbildung 3 soll dazu dienen, die Situation zu veranschaulichen. Eine Frau liegt vor einem Spiegel und ihr Spiegelbild ist deutlich zu erkennen. *Durch die Spiegelsymmetrie wird beispielsweise die rechte zur linken Hand* (Tipler, 2007: S.1034).

¹⁴ <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/spiegel/sachinformationen-fuer-die-lehrkraft> - [2.9.2014]

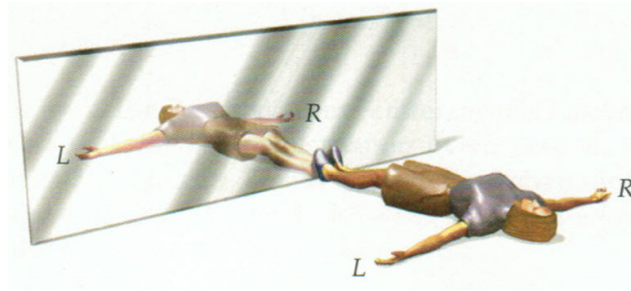


Abbildung 3: Mensch liegt vor einem ebenen Spiegel¹⁵

2.3.2 Wo entsteht das Spiegelbild?

Der Abstand zwischen Gegenstand und Spiegel ist gleich groß wie der Abstand vom Spiegel zum Spiegelbild.

Aus dem Reflexionsgesetz folgt, dass ein Lichtbündel, das von einem Gegenstand, z.B. einer Kerze K, abgestrahlt wird, nach der Reflexion so verläuft, als ob es von einer Kerze K' hinter dem Spiegel herkäme, die vom Spiegel den gleichen Abstand hat wie die abstrahlende Kerze K vor dem Spiegel.¹⁶ In Abbildung 4 ist diese Situation grafisch aufbereitet.

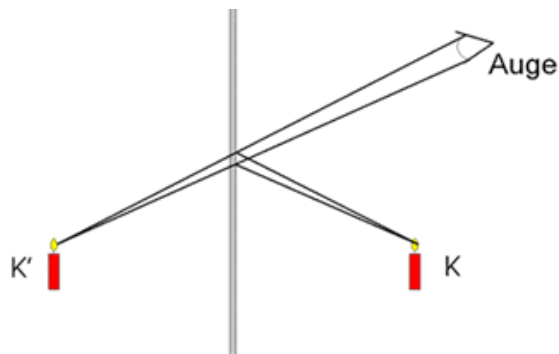


Abbildung 4: Spiegelbild einer Kerze¹⁶

Tipler und Mosca zeigen in ihrem Lehrbuch eine komplexere Darstellung dieses Sachverhalts, die in folgender Abbildung 5 gezeigt wird.

¹⁵ aus: Tipler und Mosca, 2007: S.1034

¹⁶ <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/spiegel/sachinformationen-fuer-die-lehrkraft> - [2.9.2014]

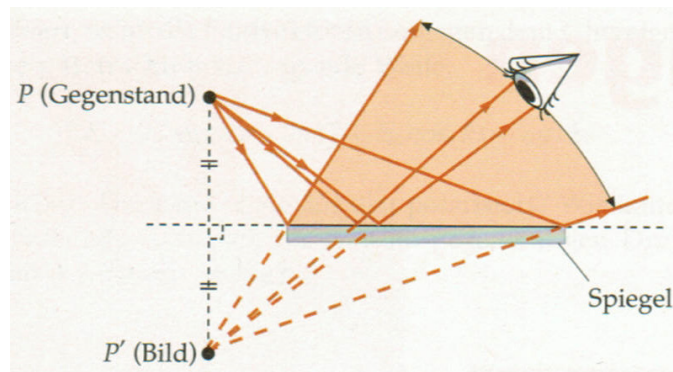


Abbildung 5: Bilderzeugung beim ebenen Spiegel¹⁷

„Die vom Punkt P (=Punktquelle) ausgehenden Strahlen treffen auf den ebenen Spiegel und werden reflektiert. Wenn sie nach der Reflexion auf das Auge treffen, scheinen sie vom Bildpunkt P' hinter dem Spiegel zu kommen. Punkt P' ist ein virtuelles Bild, weil keine wirklichen Strahlen von ihm ausgehen. Es wird auch Bild des Gegenstandes genannt. Das Bild kann überall im farbig schattierten Bereich beobachtet werden. Der Abstand vom Gegenstand P zum Spiegel ist gleich groß wie der Abstand vom dazugehörigen Bild (P').“ (Tipler und Mosca, 2007: S.1035)

2.3.3 Art des Spiegelbildes

Den Schülerinnen und Schülern soll bewusst werden, dass das Spiegelbild in einem ebenen Spiegel in gleicher Anzahl auftritt, aufrecht zu sehen und gleich groß wie der Gegenstand ist. Diese Fakten stehen bei dem Projekt allerdings nicht im Mittelpunkt.

¹⁷ aus: Tipler und Mosca, 2007: S.1034

3 Forschungsfragen

In diesem Kapitel werden die Forschungsfragen F1-F8 dieser Arbeit sowie die korrespondierenden Hypothesen H1-H8 vorgestellt.

F1 Welche Vorstellungen haben die Schülerinnen und Schüler vor dem Projekt? Welche Präkonzepte sind auch nach dem Projekt geblieben? Ist bei den Kindern der vierten Schulstufe ein Widerstand zu erkennen, neues Wissen, das eventuell mit ihren Vorstellungen nicht übereinstimmt, akzeptieren zu wollen und zu können?

H1 Falsch eingelerntes Wissen bleibt auch nach dem Projekt bestehen, da es zu resistent ist, um nach drei bis vier Stunden Projektarbeit aufgegeben zu werden. Kinder zeigen bei anderen Kindern weniger Widerstand Neues zu lernen als bei der Autorin.

F2 Sind Unterschiede des Lernerfolges bei den drei vierten Klassen erkennbar? Wenn ja, sind diese durch die unterschiedlichen Lehrmethoden erklärbar?

H2 Es ist ein Unterschied zu erkennen: Kleingruppen arbeiten effizienter als Großgruppen und das Arbeiten in Zweierteams (ein/e ältere/r Schüler/in und ein/e jüngere/r Schüler/in) bringt die besten Ergebnisse. Es ist aber klar, dass diese Unterrichtsform im Schulalltag am schwierigsten zu realisieren ist.

F3 Wo liegt der Unterschied bei der Wissensvermittlung Studentin → Expert/innen und Expert/innen → gleichaltrigen sowie jüngeren Mitschüler/innen? Welches Sprachniveau, welche Bilder und welche Begründungen physikalischer Zusammenhänge werden verwendet?

H3 Die Viertklässlerinnen und Viertklässler fühlen sich mehr in der Lehrerinnen- und Lehrerrolle, wenn sie jüngere Kinder unterrichten als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler. Die Situation mit der Studentin ist die alltäglichste, weshalb hier Verhalten und Sprache am ehesten ihrem Verhalten und ihrer Sprache im Schulalltag entspricht. Am unangenehmsten wird das Arbeiten mit ihren Peers erlebt, was auch am gehemmten Redefluss zu erkennen ist.

F4 Sind das Anfangsniveau und der Lernfortschritt bei den Expertinnen und Experten höher als bei den anderen Klassenkolleginnen und -kollegen?

H4 Nachdem für die Rolle als Expert/innen interessiertere Schüler/innen ausgewählt wurden, sind ihre Ergebnisse besser als die ihrer Mitschüler/innen. Auch der Lernfortschritt ist besser, da sie einmal mehr unterrichten und die Versuche einmal öfter gemacht haben.

F5 Ist das Lehr- und Lernverhalten bei Buben und Mädchen unterschiedlich? Wenn ja, wie zeigt sich das (z.B. Geduld, Humor, Lautstärke, Ermahnungen,...)?

H5 Die Rollenbilder von Mädchen und Buben im Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen Schulfächern scheinen in der Volksschule noch offen. Es sind keine Unterschiede erkennbar.

F6 Welche Inhalte und Konzepte sind für Volksschülerinnen und Volksschüler der vierten Klasse bereits verständlich?

H6 Man kann ähnliche Versuche wie in der zweiten Klasse Unterstufe Physik machen, wenn die Viertklässlerinnen und Viertklässler ausreichend Zeit haben die Versuche anzusehen und selber Versuche anzustellen.

F7 Wieviel und welche Inhalte kommen bei den jüngeren Jahrgängen an?

H7 Auch wenn ihnen die Versuche Spaß machen, verstehen sie die Hintergründe nicht. Das Interesse an Erklärungen ist gering.

F8 Ist die persönliche Einschätzung zum Sachunterricht in den Lernfortschritten der Schülerinnen und Schüler erkennbar?

H8 Je positiver der Sachunterricht und die eigene Leistung darin eingeschätzt wird, desto besser ist der Lernfortschritt.

4 Forschungsdesign

4.1 Allgemeines

Das Forschungsprojekt fand an sechs aufeinanderfolgenden Schultagen in einer öffentlichen Wiener Volksschule statt. Daran beteiligt waren alle drei vierten Klassen, eine erste Klasse und zwei zweiten Klassen, insgesamt 128 Schülerinnen und Schüler, davon 62 in den vierten Klassen (genaue Auflistung nach Geschlecht und Klasse in Tabelle 1¹⁸).

	1B	2B	2C	4A	4B	4C
Buben	14	10	8	14	12	7
Mädchen	11	12	11	10	9	6

Tabelle 1: Anzahl der Schüler/innen nach Geschlecht und Klasse

Die C-Klassen dieser Volksschule sind Integrationsklassen. Die Daten von vier Integrationskindern der 4C konnten nicht ausgewertet werden, da ihre Arbeitsblätter nur zum Teil und überdies inhaltlich unverständlich ausgefüllt sind, weshalb sie in Tabelle 1 separat angeschrieben wurden. Die Integrationskinder der 2C sind im Datensatz inkludiert, da sie ihre Arbeitsblätter nachvollziehbar ausgefüllt haben.

Die Schule hat viele Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund. Die Direktorin spricht von einem Migrationsanteil von 97% in der gesamten Schule. Auch die überwiegende Mehrheit der am Projekt teilnehmenden Kinder hat nicht in Österreich geborene Eltern. Die Projektsprache war aber ausschließlich Deutsch. Auf die Erfassung der verschiedenen Haushaltssprachen wurde verzichtet, da einige Schülerinnen und Schüler gar nicht wussten wie die Sprache heißt, die sie zu Hause sprechen und weil bei einigen zwei nicht-deutsche Haushaltssprachen gesprochen werden.

4.2 Durchführung des Projektes

Das Projekt wurde in drei Phasen durchgeführt: dem Prätest, der Vermittlung und dem Lernen. Diese drei Phasen wurden auf drei Varianten durchgeführt (siehe Skizze in Abbildung 6). Die einzelnen Teile der Phasen wiederholen sich in allen Klassen und werden deshalb nur einmal in den kommenden Unterkapiteln beschrieben. Insgesamt hat das Projekt 15 Schulstunden lang gedauert.

¹⁸ In der 4C waren zusätzlich 4 Integrationskinder (Buben), deren Daten nicht ausgewertet wurden.

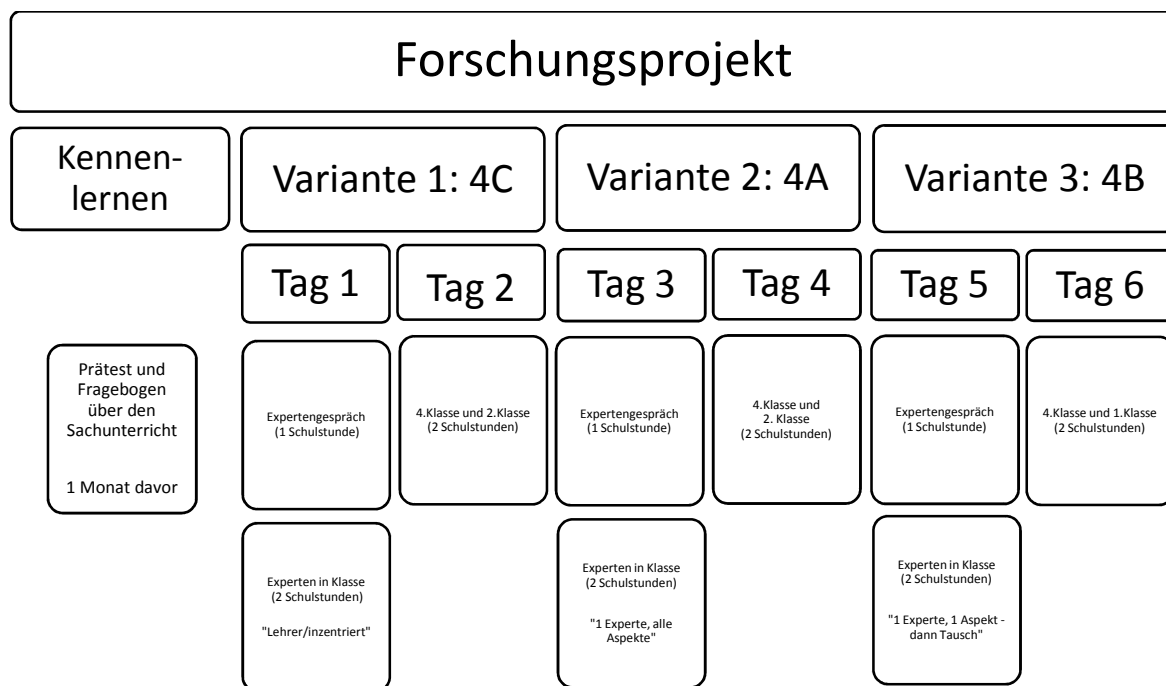


Abbildung 6: Geplanter Ablauf des Forschungsprojektes

4.2.1 Kennenlernen von Studentin und Schüler/innen

Ungefähr einen Monat vor dem Projektstart stellte die Studentin sich und ihre Vorhaben den Schülerinnen und Schülern der vierten Klassen vor und ließ sie einen Fragebogen über ihren Sachunterricht (siehe Anhang S.II) und den Prätest (siehe Anhang S.III) ausfüllen. Durch einen Code wurde es möglich, die Ergebnisse von Fragebogen und Test anonymisiert auszuwerten.

4.2.2 Expertengespräch

Am ersten Tag jeder Phase gab es in der jeweiligen vierten Klasse ein Expertengespräch, für das eine Unterrichtsstunde eingeplant war. Dabei wurden sechs Schülerinnen und Schüler der Klasse von der Studentin in einer Einzelstunde außerhalb des Klassenzimmers zu Expertinnen und Experten ausgebildet, indem die Versuche durchgeführt und die dazu gehörenden Arbeitsblätter ausgefüllt wurden. Das Ziel war, die Kinder so gut vorzubereiten, dass sie in der Lage sind ihr Wissen an die Mitschülerinnen und Mitschüler weiterzugeben, Versuche selbstständig durchzuführen und Fragen zu beantworten.

Darüber, wer Expertin oder Experte werden sollte, bestimmten die Lehrerinnen¹⁹. Für das Projekt war es vorteilhaft, dass offensichtlich stets kommunikative und interessierte Mädchen und Buben einer Klasse nominiert wurden.

¹⁹ Es wird bewusst nur die weibliche Form geschrieben, da in dieser Volksschule ausschließlich Klassenlehrerinnen unterrichten.

Die Sequenz mit den Expertinnen und Experten wurde zu einem Großteil in Form einer Akzeptanzbefragung durchgeführt. Diese Methode wurde von Rüdiger Blumör für das Spiegelbild in Einzelsitzungen getestet und ein Schema dafür entwickelt:

1. *Der Interviewer gibt mündlich eine Erklärung mit Erläuterungen und Beispielen*
2. *Der Befragte wird aufgefordert, die Erklärung zu bewerten; ist sie gut-schlecht, verständlich-nicht verständlich u.ä.m.*
3. *Der Befragte wird aufgefordert, die Erklärung in seinen eigenen Worten zu wiederholen [...]*
4. *Der Befragte wird aufgefordert, die Erklärung auf ein konkretes Beispiel anzuwenden*
5. *Teilkomplexe werden detailliert bewertet, diskutiert, durch neue Informationen angereichert und erneut bewertet und diskutiert. [...]*
6. *Abschließend wird der Befragte aufgefordert, die Erklärung auf ein neues konkretes Beispiel anzuwenden. (Blumör, 1993: S.104)*

Nachdem im Zuge des Projektes immer sechs Schülerinnen und Schüler anwesend waren, konnte das Schema, das auf ein Kind ausgelegt ist, nicht immer befolgt werden. Die Studentin in der Rolle der Interviewerin hat erklärt und versucht, den Schülerinnen und Schülern die Versuche und die zu Grunde liegende Theorie verständlich zu präsentieren. Die Bewertung der Erklärung sowie die Erklärung in eigenen Worten wurden nur von maximal zwei Schülerinnen oder Schülern eingeholt, da die Antworten der anderen nur aus Wiederholen des bereits Gesagten bestanden. Die Phasen 4. bis 6. des angeführten Schemas wurden ausgelassen. Stattdessen konnten die Expertinnen und Experten Fragen stellen und die Studentin hat versucht, letzte Missverständnisse aufzuklären.

4.2.3 Die Expert/innen lernen mit ihren Klassenkolleg/innen

Im Anschluss an das Expertengespräch kamen die sechs ausgebildeten Schülerinnen und Schüler zurück in ihre Klasse, um in einer Doppelstunde das neu gewonnene Wissen weiterzugeben. Dieser Teil lief in jeder Klasse unterschiedlich ab. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten stand allen dieselbe Lernzeit zur Verfügung.

Die Expertinnen und Experten der vierten Klasse in Variante 1 hatten die Aufgabe in einer lehrerzentrierten Unterrichtssituation ihr Wissen weiter zu geben. Die Klasse saß um eine große Tischgruppe und die Expertinnen und Experten gingen umher und halfen ihnen. Damit sie möglichst nahe in die gewohnte Lehrerinnenrolle kamen, betreuten die drei Experten Aspekt 1 und die drei Expertinnen Aspekt 2.

In der Variante 2 teilte sich die Klasse in sechs etwa gleich große Kleingruppen, die von je einer Expertin oder einem Experten angeleitet wurden. Die Arbeitsblätter der Versuche wurden besprochen und die Durchführung der Experimente betreut.

4.2.4 *Gemeinsames jahrgangsübergreifendes Lernen*

4.3 Für die Intervention verwendete Materialien

A collection of various toys and objects arranged on a white surface. In the top left is a red plastic cup with a yellow pencil resting inside. To its right is a small brown horse figurine. Further right is a white bottle. Below the cup is a black and white panda figurine. In the center is a watercolor palette with 24 colors. To the right of the palette are four toy cars: a yellow one, a green one, a white one, and a red one with a driver. Below the cars is a red apple. In the bottom left is a set of colored pencils. In the bottom center are four alphabet blocks spelling 'M A U S'. To the right of the blocks is a small pile of colorful beads.

21

Allgemeines	für Zettel 1 (4.Klasse)	für Zettel 2 (4.Klasse)	additiv für die 1./2.Klasse
Spiegelfliesen, Arbeitsblätter, Federpenal mit Buntstiften (der Schüler/innen)	Malkästen, Buchstaben (mit Unterschied zwischen Vorder- und Hinterseite), Bauwerke aus Lego (Mauer, die etwas dahinter versteckt), Wort auf Papier (hier: „Maus“)	Zettel mit Tabelle und Spielfiguren, Kinderspielfahrzeuge (z.B. Autos, Flugzeuge,...), Stift mit Verschluss, Lineal oder aufgezeichnete Abstände vor und hinter dem Spiegel	Becher, Strohalm, Gegenstände (Apfel, Würfel)

Tabelle 2: Auflistung der Materialien

Eigens für den Versuch präpariert wurden vier Großbuchstaben, zwei „L“ und zwei „R“. An der Rückseite dieser Buchstaben wurden Punkte aufgemalt, um eine Verwechslung von Vorder- und Rückseite unmöglich zu machen (siehe Abbildung 8). Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass die Buchstaben korrekt im Spiegel zu lesen sind, wenn man statt der Vorderseite die Rückseite betrachtet. (Grundidee übernommen von Schuchardt, 2012)



Abbildung 8: Buchstaben „L“ und „R“

Aus dem Legosteinen wurde eine Mauer errichtet, die einen beliebigen Gegenstand – beispielsweise eine Blume oder ein Tier – verdecken kann (siehe Abbildung 9). Die Schülerinnen und Schüler sollen sich so positionieren, dass sie zuerst nur die Mauer sehen. Mit Hilfe eines Spiegels können sie dann in derselben Position den hinter der Legomauer versteckten Gegenstand erkennen (nach einer Idee der „Supra-Lernplattform“²⁰). Es ist offensichtlich, dass die Gegenstände auch ohne Spiegel erkannt werden können. Vielmehr geht es bei diesen Bauwerken darum, dass ein Unterschied durch die Anwendung eines Spiegels aufgezeigt wird.

²⁰ <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/spiegel/einheit-4-was-vertauscht-der-spiegel?showall=&start=2>
- [5.5.2014]



Abbildung 9: Bauwerke aus Duplosteinen

4.4 Beschreibung der Erhebungsinstrumente

Es wurden Videos, Fragebögen, Prä- und Posttests sowie die Arbeitsblätter aller²¹ Schülerinnen und Schüler ausgewertet.

4.4.1 Videoanalyse

Da die meisten Schülerinnen und Schüler nicht ausreichend sinnerfassend lesen und schreiben können um ihre Gedanken verständlich zu machen, wurden Videokameras eingesetzt, welche die Erklärungen und Aussagen der Kinder aufnehmen sollten. Drei Videokameras waren während des Projektes immer gleichzeitig im Einsatz. Es wurden in jeder Sequenz drei Gruppen aufgenommen und die wichtigsten Aussagen aus den Aufzeichnungen transkribiert. Die Erst- und Zweitklässler/innen haben zwar große Probleme sich verbal auszudrücken, doch sind ihre Gedankengänge und Lernprozesse über die Videoaufnahmen am besten nachvollziehbar. Der konstant hohe Lärmpegel während der Aufnahmen erschwerte die Analyse, und beeinträchtigte sie zeitweise.

Für die schriftlichen Teile wurde jeder Schülerin und jedem Schüler ein anonymisierender Code zugeteilt, der die Entwicklung des Einzelschülers bei den schriftlichen Tests verfolgen lässt, ohne seine Identität preiszugeben. Eine Zuordnung von Testergebnissen zum Agieren von Schülerinnen und Schülern auf den Videoaufnahmen war dadurch selbstverständlich nicht möglich.

²¹ ausgenommen der Integrationskinder der 4.Klasse

4.4.2 Fragebögen zu den Einschätzungen der Schüler/innen zum Sachunterricht

Bereits vor dem Projekt wurden Fragebögen in den vierten Klassen ausgeteilt (Anhang S.II), wobei die von PIRLS und TIMSS²² erarbeiteten und vom bmukk²³ beauftragten Fragen zum Sachunterricht für die Schülerinnen und Schüler der vierten Schulstufe gekürzt übernommen wurden.

Mit dem Fragebogen soll die allgemeine Stimmung zum Thema Sachunterricht eingeholt werden: Mögen die Schülerinnen und Schüler Sachunterricht? Lesen sie sachbezogene Bücher in ihrer Freizeit? Werden Versuche im Unterricht eingesetzt? Die Reduktion der Fragen erfolgte, um nur für das Projekt relevante Punkte abzufragen und um die 9-10-Jährigen nicht mit zu viel Lesearbeit zu belasten.

Zweck der Fragebögen war es festzustellen, welche Zusammenhänge zwischen der Selbsteinschätzung, den Testergebnissen und dem Lernzuwachs existieren.

4.4.3 Fragestellungen beim Prä- und Posttest

Um das Vorwissen zu überprüfen wurde ein Prätest zum Thema Spiegel in der Kennenlernstunde von den vierten Klassen ausgefüllt. Der Lernzuwachs wurde nach der letzten Projektstunde der jeweiligen vierten Klasse mit einem dem Prätest identen Posttest ermittelt.

Die Fragen lauteten:

1. Was ist ein Spiegel? Schreibe auf, was dir dazu einfällt.

Diese offene Frage zu Beginn soll dazu dienen, einen Überblick zu bekommen, was die Schülerinnen und Schüler bereits wissen (Prätest) und was sie an neuem Wissen erworben haben (Posttest).

2. Ein Spiegel vertauscht...
O oben und unten O links und rechts O vorne und hinten

In Frage 2 sollen die Schülerinnen und Schüler ankreuzen, was der Spiegel vertauscht. Die Schülervorstellung, dass der Spiegel rechts und links vertauscht, soll aufgedeckt werden.

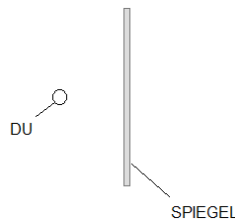
²² PIRLS (von: *progress in international reading literacy study*) und TIMSS (von: *trends in Mathematics and Science Study*) sind internationale Schülerleistungsstudien, die im Jahr 2011 mehrere Studien unter anderem auch in Österreich durchführten. Sie veröffentlichten zur Erhebung Fragebögen auf System-, Schul-, Lehrer-, Eltern und Schülerebene, wovon die letztere für das Projekt verwendet wurde. (Suchan et al., 2012)

²³ bmukk: Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur; ab 2014: bmbf, Bundesministerium für Bildung und Frauen

- 3. Du schaust in einen Spiegel. Wo siehst du dein Spiegelbild?**
☐ hinter dem Spiegel ☐ auf dem Spiegel
☐ vor dem Spiegel ☐ im Spiegel

Mit Frage 3 (nach Blumör, 1993) soll herausgefunden werden, wo das Spiegelbild, der Meinung der Schülerinnen und Schülern nach, entsteht. Es bestand vor Projektstart die Befürchtung, dass die Präpositionen von vielen Volksschulkindern nicht korrekt verstanden werden, was die Aussage der Daten verfälschen würde. Die Ergebnisse zeigen tatsächlich Probleme mit der Formulierung der Antwortmöglichkeiten (siehe Kapitel 5.3.3).

- 4. Du stehst vor einem großen Spiegel und betrachtest dein Spiegelbild. Mache ein Kreuz (X) dorthin, wo du dich im Spiegel siehst.**



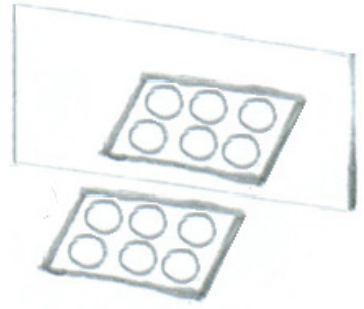
Frage 4 (übernommen von Herdt, 1990) ist komplex und für einige Volksschülerinnen und –schüler zu schwierig. Dadurch soll herausgefunden werden, was sie bereits verstehen können und ob sie das Erlernte auch anwenden können. Nachdem die Skizze für viele unverständlich war, wurde in der Klasse eine weitere Hilfe angeboten: die Studentin hat sich vor die aufgeklappte Seite der Tafel gestellt und gesagt, dass diese Tafel in der Skizze der Spiegel ist und dass alles von oben gesehen wird.

- 5. Schreibe das Wort „Senf“ und das Wort „Hallo“ in Spiegelschrift.**

SENF  HALLO

Es wurde auch Spiegelschrift im Prä- und Posttest abgefragt. Die Worte „Senf“ und „Hallo“ wurden gewählt, da sie kurz sind und Buchstaben enthalten, die im Spiegel anders aussehen. Es wurde beim Erstellen des Testes angenommen, dass die Schülerinnen und Schüler in Spiegelschrift schreiben können.

6. **Bemale den Malkasten, der vor dem Spiegel steht mit 6 unterschiedlichen Farben (pro Feld eine Farbe).
Zeichne dann das Spiegelbild deines Malkastens in den Spiegel ein.**



Frage 6 soll auf die Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler zurückgreifen. Außerdem soll Kindern mit sprachlichen Defiziten die Möglichkeit gegeben werden ihr Wissen zu zeigen. In Vorlesungsunterlagen²⁴ war der Vorschlag zu finden, dass die Lernenden einen Malkasten vor den Spiegel stellen und dessen Spiegelbild untersuchen sollen. Diese Idee wurde zu einem Test-Item entwickelt.

4.4.4 Arbeitsblätter

Auch die ausgefüllten Arbeitsblätter aller sechs Klassen wurden ausgewertet. Die einzelnen Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler aus der ersten und zweiten Schulstufe sind wenig aussagekräftig. Das Durchschnittsergebnis der gesamten Klassen korreliert hingegen gut mit den Leistungen derjenigen vierten Klasse, die mit ihnen gearbeitet haben.

Die Fragen der Arbeitsblätter werden im Folgenden kurz beschrieben und analysiert.

4.4.4.1 Arbeitsblätter der vierten Klasse

Die Schülerinnen und Schüler der vierten Klassen bekamen jeweils drei Arbeitsblätter – ein Zettel pro zu bearbeitetem Aspekt (Angabezettel 1, 2 und 3 siehe Anhang S.IV-VI). Zuerst sollen sie einen Malkasten, ein Legobauwerk sowie das Wort „Maus“, das auf einen Karton geschrieben wurde, vor einen Spiegel legen und die Gegenstände vor dem Spiegel und deren Spiegelbilder aufzeichnen. Die Schülerinnen und Schüler sollen herausfinden, dass es dabei einen Unterschied gibt.

Danach sollen die Buchstaben „L“ und „R“, bei denen auf der Vorderseite jeweils ein kleiner Bär und auf der Hinterseite aufgemalte Punkte zu sehen sind, vor den Spiegel gehalten werden. Sie sollen notieren, was ihnen dabei aufgefallen ist. Dieses Experiment soll ihnen verdeutlichen, dass die Seiten nicht vertauscht werden, da die Buchstaben im Spiegel gleich aussehen. Dass man an den Buchstaben, die man in der Hand hält, die Teddybären sieht und im Spiegel dieselben Buchstaben, allerdings mit Punkten, soll ihnen zeigen, dass die Hinter- und die Vorderseite vertauscht werden.

²⁴ <http://mathsrv.ku-eichstaett.de/MGF/homes/didphy/skripten/PBG.pdf> - [10.8.2014]

Als dritte Aufgabe ist zu beschreiben, worin der Unterschied zwischen einem Bauwerk vor dem Spiegel und seinem Spiegelbild ist. Dieses erste Arbeitsblatt dokumentiert, wie viel die Schülerinnen und Schüler bei den Experimenten und Erklärungen verstanden haben.

Mit Hilfe des zweiten Arbeitsblattes soll herausgefunden werden, dass das Spiegelbild hinter dem Spiegel entsteht. Dazu sollen zuerst auf einem Papier, auf dem ein kariertes Feld vorgezeichnet ist, vier Spielsteine (einen pro Reihe) gestellt werden und diese Tabelle mit Figuren sowie dessen Spiegelbild in Vogelperspektive aufgezeichnet werden (siehe Abbildung 10 links). Dadurch sollen sie erkennen, dass der Abstand zum Spiegel gleich bleibt und dass das Feld hinter dem Spiegel zu sehen ist.

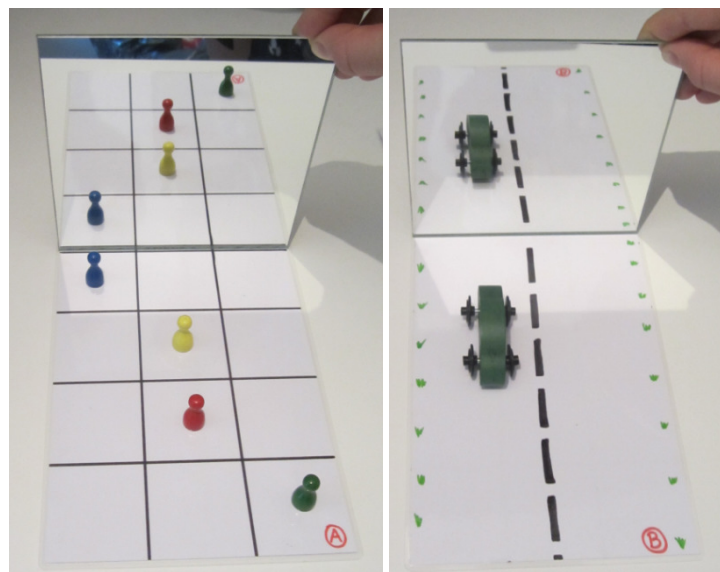


Abbildung 10: Versuche des zweiten Arbeitsblattes
(links Versuch A mit Spielsteinen, rechts Versuch B mit Auto)

In einem weiteren Schritt sollen die Kinder mit Autos vor dem Spiegel vor und zurück fahren und dabei das Spiegelbild genau beobachten und ihre Erkenntnisse niederschreiben (siehe Abbildung 10 rechts).

In einem dritten Schritt sollen die Schülerinnen und Schüler einen Filzstift ohne Verschlusskappe auf eine gewisse Stelle vor den Spiegel legen, so dass sie im Spiegelbild nicht die Miene sehen. Dann sollen sie versuchen hinter dem Spiegel den Stöpsel so lange vor und zurück zu bewegen bis es so wirkt, als würde das Spiegelbild des Stiftes wieder einen Verschluss haben. Beim Entfernen des Spiegels sollen sie merken, dass der Abstand vom Stift zum Spiegel sowie der Abstand vom Spiegel zum Stöpsel gleich groß sind (siehe Abbildung 11).²⁵

²⁵ <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/spiegel/einheit-5-wo-sehen-wir-das-spiegelbild?showall=&start=3>
– [28.8.2014]

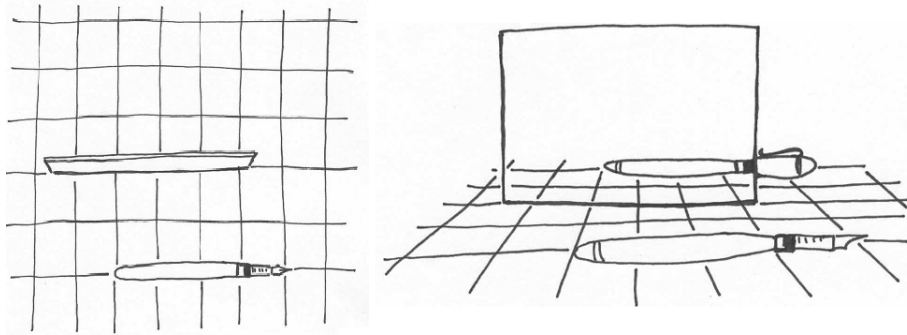


Abbildung 11: Skizze des Versuchsaufbaus: Stifte ohne Stöpsel (links) und mit Stöpsel hinter dem Spiegel (rechts)²⁵

Beim dritten Arbeitsblatt sollen die Schülerinnen und Schüler etwas über die Art des Spiegelbildes lernen. Nebenbei dient es der Wiederholung, sowie der Festigung des erworbenen Wissens. Dies wurde bewusst so gemacht, da bei Zeitmangel dieses Arbeitsblatt unbearbeitet weggelassen werden konnte, ohne zu viele Lerninhalte zu vernachlässigen.

Die Abschlussfrage stellt die Verbindung zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler her: Wozu brauchen sie in ihrem Alltag einen Spiegel?

4.4.4.2 Arbeitsblätter der ersten Klasse sowie der zweiten Klassen

Die drei Arbeitsblätter für die erste und die beiden zweiten Klassen sind ident. Es werden dieselben Aspekte behandelt und dieselben Versuche gemacht, jedoch werden schriftliche Beantwortungen von Fragen vermieden, da die Kinder das Schreiben noch nicht ausreichend beherrschen. Außerdem werden Fotos eingesetzt, damit der Versuchsaufbau besser nachzuvollziehen ist. „Single Choice“-Antworten sollen ihnen helfen die korrekte Lösung zu finden. Diese drei Arbeitsblätter sind im Anhang auf den Seiten VII-IX zu finden.

Arbeitsblätter 1 und 2 sind, bis auf die eben erwähnten Unterschiede, annähernd ident mit jenen der vierten Klassen. Beim dritten Arbeitsblatt gibt es mehr Abweichungen. Da die vierten Klassen zu diesem Aspekt viel lesen und schreiben mussten, wurde für die jüngeren Schülerinnen und Schüler eine alternative Methode gewählt. Es wurden vier unterschiedliche Szenen vor einem Spiegel bewusst falsch illustriert. Die Schülerinnen und Schüler sollten dann die Situation korrekt zeichnen. Beim Auswerten wurde erkannt, dass die Kinder Probleme damit hatten, dass die Gegenstände dreidimensional gezeichnet wurden. Außerdem war ihnen die geschwungene Klammer, die in einer Zeichnung vorkam, noch nicht bekannt.

4.4.5 Methoden zur Auswertung und Analyse der Daten

Die Videos wurden zur Gänze angesehen und relevante Aussagen der Schülerinnen und Schüler transkribiert.

Die Daten der Fragebögen, Prä- und Posttests sowie der Arbeitsblätter wurden durch ein Bewertungssystem in Zahlenwerte codiert, um die Antworten vergleichbar zu machen.

5 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

5.1 Videos zu den Interventionen und Aktivitäten

Von den Videos wurden die wichtigsten Aussagen und Fragen transkribiert²⁶.

5.1.1 Die Ausbildung der Expert/innen

In der Stunde mit den Expertinnen und Experten konnten die Videos auf Grund der ruhigen Atmosphäre am besten analysiert werden.

„Juhuu, Spielzeug!“
„Der Spiegel zeigt das Gegenteil.“
„Es ist umgekehrt.“, „verkehrt herum“
„Ich weiß das eh.“
„Das ist eh ur einfach.“
„Wenn ich mir die Rückseite von diesem Bauwerk anschau und den Spiegel davor stell ...“ - anderes Kind: „dann seh ich die Blume und wenn ich den Spiegel nicht davor stell, dann sehe ich sie nicht.“
„Bei der Schrift tut er das vertauschen.“
„Was ändert sich?“ – „Die Teddybären sind weg, die Punkte sind stattdessen.“
„Man sieht statt den Bären Punkte.“
„Die Bärchen sind vorne und im Spiegel hinten.“
„Sind das L und das R im Spiegel verkehrt?“ – „ja“ – „wirklich?“ – „oh... nein!“
„Es [Der Buchstabe „R“] ist [im Spiegel] richtig, aber man sieht keinen Bären.“
„Das ist hier vorne, wenn man hinein sieht, ist es hinten.“
„Das ist eigentlich das Gleiche, aber so als ob man es jetzt umklappen würde.“
„... als ob zwei Autos aufeinander stoßen.“
„Im Spiegel fährt es [das Auto] nach vorne und hinten.“
„Wenn wir zurück fahren kommt es zu uns!“
„Hey, das ist auch auf der Nummer 3! ... weil es die gleiche Weite hat.“
„Was lernt ihr daraus?“
„... dass es eine optische Täuschung ist“, „... dass der Spiegel wie Zauber ist“, „...man glaubt, dass da eine andere Welt dahinter ist“, „... dass man glaubt, dass da etwas dahinter ist.“

5.1.2 Tutoring in der 4A

„Die Rückseite ist vorne und die Wand ist hinten.“
„So seh ich nur die Mauer und wenn ich den Spiegel davor geb auch das Fass.“
„Was wir vorne haben zeigt der Spiegel hinten.“
„Du musst es anmalen, so als würdest du es [den Raster] zusammenklappen.“
„Ich seh vom Auto die linke Seite, im Spiegel seh ich die rechte Seite. Ich versteh's jetzt.“
„Komm, wir spielen jetzt. 2 Spiegel und [man sieht] 4 Autos! Wow, siehst du das?“
„Diese Reihe ist da, diese Reihe ist da [zeigt immer hin].“
„Zeichne was du im Spiegel siehst. Also rückwärts und verkehrt.“

In der 4A haben viele Schülerinnen und Schüler erst durch das Auf- und Abfahren der Autos verstanden, dass der Spiegel vorne und hinten vertauscht. In dieser Klasse haben die Kinder häufig mit den Materialien gespielt, während sie auf neue Anweisungen gewartet haben. Dabei haben einige Schülerinnen und Schüler physikalische Phänomene entdeckt, die erst in der Unterstufe besprochen werden.

²⁶ Satzbau und die Grammatik der Schüler/innen wurden übernommen.

5.1.3 Tutoring in der 4B

In der 4B war es beim Arbeiten sehr laut und es waren kaum mehrere Wörter in Folge zu verstehen. Die Gruppe einer Expertin und die Gruppe eines Experten wurden beim Arbeiten aufgezeichnet.

In der Gruppe der Expertin war es still und es hat kaum jemand geredet. Sie hat ihre Gruppe sehr gut unter Kontrolle gehabt und hat es mit ausreichend Geduld geschafft, dass alle schnell gearbeitet haben und vollständige Arbeitsblätter abgegeben haben. Auffallend war, dass ihre Mitschülerinnen und Mitschüler nicht mit den Materialien spielen durften und dass es so ruhig war, dass es keine für das Projekt relevanten Aussagen gab.

Der Experte der anderen Gruppe, die aufgezeichnet wurde, war sichtlich überfordert mit seiner Aufgabe. Dieser Bub hat während dem Expertentraining nicht immer gut aufgepasst, was ein Grund dieser Überforderung sein könnte. Er ist lange Zeit sitzen geblieben und hat erst nach 20 Minuten gemerkt, dass es ihm leichter fällt, wenn er aufsteht und im Stehen mit seinen Mitschülerinnen und Mitschülern arbeitet. Auch in dieser Gruppe gab es keine auffälligen Äußerungen, die zum Thema gepasst hätten.

5.1.4 Tutoring in der 4C

„Was passiert?“ – „Na dann steht da SAUM.“
„Da vorne ist eine Mauer und im Spiegel ist die andere Seite.“
„Auf der Rückseite sieht man die Mauer, auf der Vorderseite sieht man die Kuh.“
„Es ist anders rum.“
„Hier sind Punkte und vom Bär sieht man nur wenig, nur die Ohren, aber nicht das Gesicht.“
„[das Auto fährt] vor und zurück“
„Es [das Auto] kommt immer näher und näher. Dann fährt es wieder weg.“
„Der Spiegel verwechselt vorne.“

5.1.5 Die Zusammenkunft der vierten Klassen mit den jüngeren Schüler/innen

In den Stunden mit den jüngeren Schülerinnen und Schülern war es immer sehr laut, was die Analyse der Videoaufnahmen schwierig und zum Teil auch unmöglich macht. Der Lärm entstand durch die intensive gemeinsame Beschäftigung mit den Aufgabenstellungen.

Einige relevante Aussagen sind dennoch gut zu verstehen gewesen:

„Wenn das Auto nah bei mir ist, dann ist es beim Spiegel ganz hinten. Stimmt das?“
„Im Spiegel ist das vorne wo anders“
„Wenn du auf das Lego schaust siehst du die Mauer. Wenn du in den Spiegel schaust, siehst du was anderes.“
„Die Seite ändert sich.“
„Hier ist die grüne [Spielfigur] vorne, schau jetzt wo sie im Spiegel ist.“
„Jetzt muss ich es [das Aufzeichnen der Malkästen] verkehrt rum machen.“
4. Klässlerin: „Hier steht ein Auto. Siehst du im Spiegel ein oder zwei Autos?“
„Wie viele Äpfel siehst du im Spiegel?“ – „Zwei“ – „im Spiegel?“ – „Nein, eins“
„Wir sind schneller als die Mädels. Cool!!“
„Das ist ja voll leicht gewesen.“

5.2 Fragebögen zu den Einschätzungen der Schüler/innen zum Sachunterricht

Alle Schülerinnen und Schüler der vierten Klasse sollten einen Fragebogen über ihren Sachunterricht ausfüllen, um so ihre Einstellung zu und ihr Interesse an diesem Fach ermitteln zu können. Zwei verschiedene Gruppen von Fragen mussten beantwortet werden – die einen beschäftigen sich mit ihrer Einstellung zum Sachunterricht im Allgemeinen, die Fragen der anderen Gruppe gingen konkret auf den Sachunterricht in ihrer Klasse ein.²⁷

Es gab vier Antwortmöglichkeiten, wobei „1“ für „trifft voll zu“ und „4“ für „trifft überhaupt nicht zu“ standen. In der Analyse wurde zusätzlich „5“ für „keine Antwort“ eingeführt.

Mithilfe einer Faktorenanalyse wurden die Fragen zu Gruppen zusammengefasst und die Antworten zu diesen Faktorengruppen analysiert. Aus Fragen 1e, 1f und 1g wurde eine Gruppe gebildet, da hier jeweils Fragen des Interesses der Schülerinnen und Schüler am Sachunterricht im Mittelpunkt standen. Abbildung 12 zeigt, dass das Interesse an dem Fach sehr groß ist. Diese Tendenz ist bei allen Fragen gleich, der Unterschied zwischen Buben und Mädchen nicht stark ausgeprägt. Nur auf die Frage 1f, ob sie Sachunterricht mögen, antworten die Mädchen ein wenig zurückhaltender.

²⁷ Der gesamte Fragebogen befindet sich im Anhang S.II

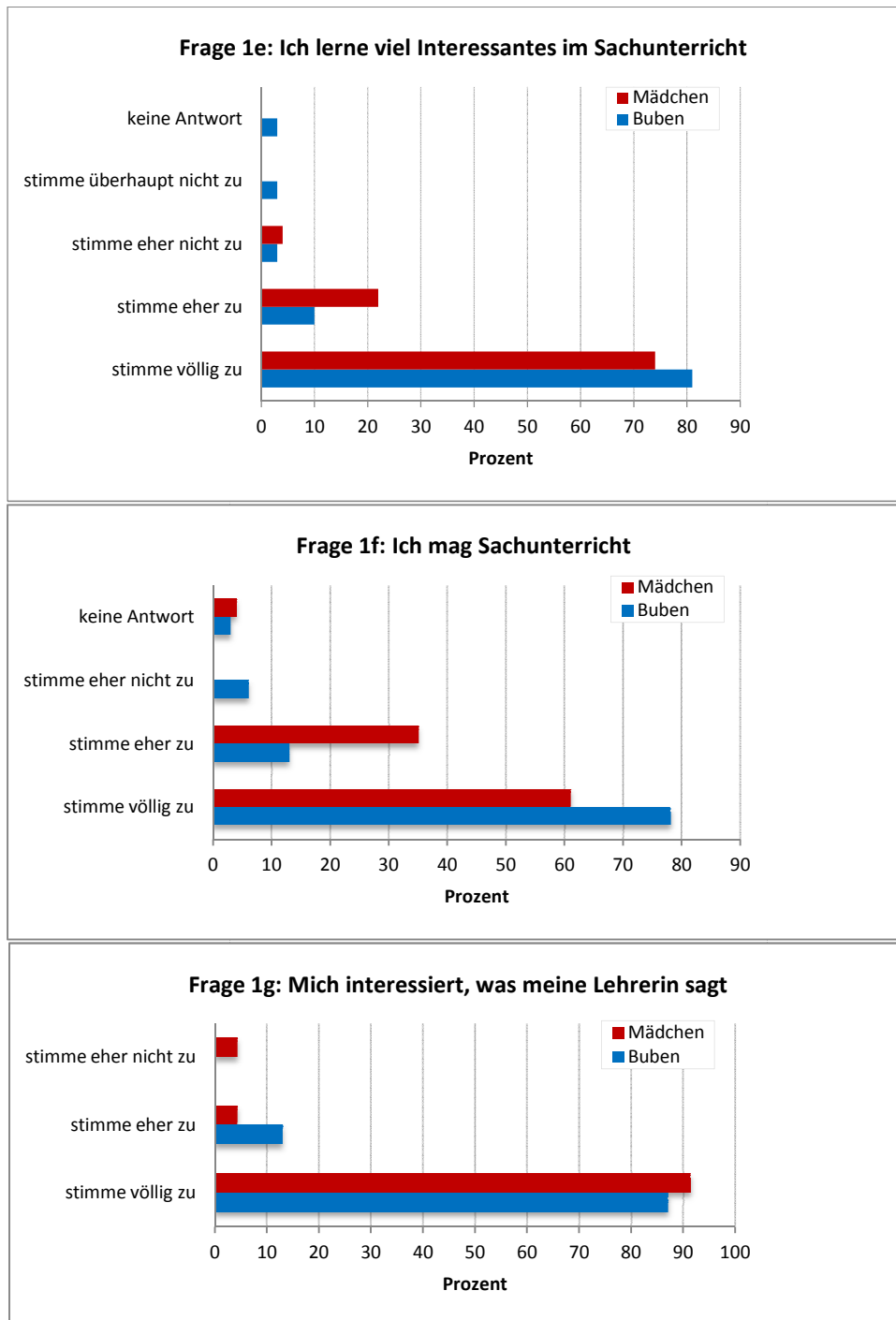


Abbildung 12: Diagramme mit Antworten der Fragen 1e, 1f und 1g

In Tabelle 3 sind die Antworten nach Klassen aufgelistet. Die Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die mit „1“ geantwortet haben, also diejenigen die der Aussage völlig zustimmen, sind fett gedruckt, um die Tabellen übersichtlicher zu gestalten.

In allen drei Klassen mögen Schülerinnen und Schüler den Sachunterricht und finden ihn interessant. Die 4C sticht hervor, weil bei allen drei Fragen ausschließlich völlige Zustimmung angegeben wurde.

	Frage 1e					Frage 1f				Frage 1g		
Klasse	1	2	3	4	5	1	2	3	5	1	2	3
4A	14	4	2	0	1	13	5	2	1	18	3	0
4B	14	4	9	1	0	14	4	0	1	16	2	1
4C	13	0	0	0	0	10	3	0	0	13	0	0

Tabelle 3: Fragen 1e, 1f und 1g - nach Klasse und Antwort geordnet

Die Fragen 1h und 1j überprüfen, ob Sachunterricht für manche Viertklässlerinnen und Viertklässler eine Herausforderung darstellt. In Abbildung 13 kann man erkennen, dass die Ergebnisse nicht eindeutig sind. Die Ergebnisse von Frage 1h weisen keinen eindeutigen Trend auf- sowohl Buben als auch Mädchen antworten sehr unterschiedlich. Auf die Frage 1j, ob ihnen Sachunterricht schwerer fällt als den anderen Kindern der Klasse, ist das Ergebnis eindeutiger. Etwas mehr als die Hälfte der Buben und der Mädchen stimmt nicht zu. Die Buben sind bei dieser Frage selbstkritischer: über 15% stimmen völlig zu.

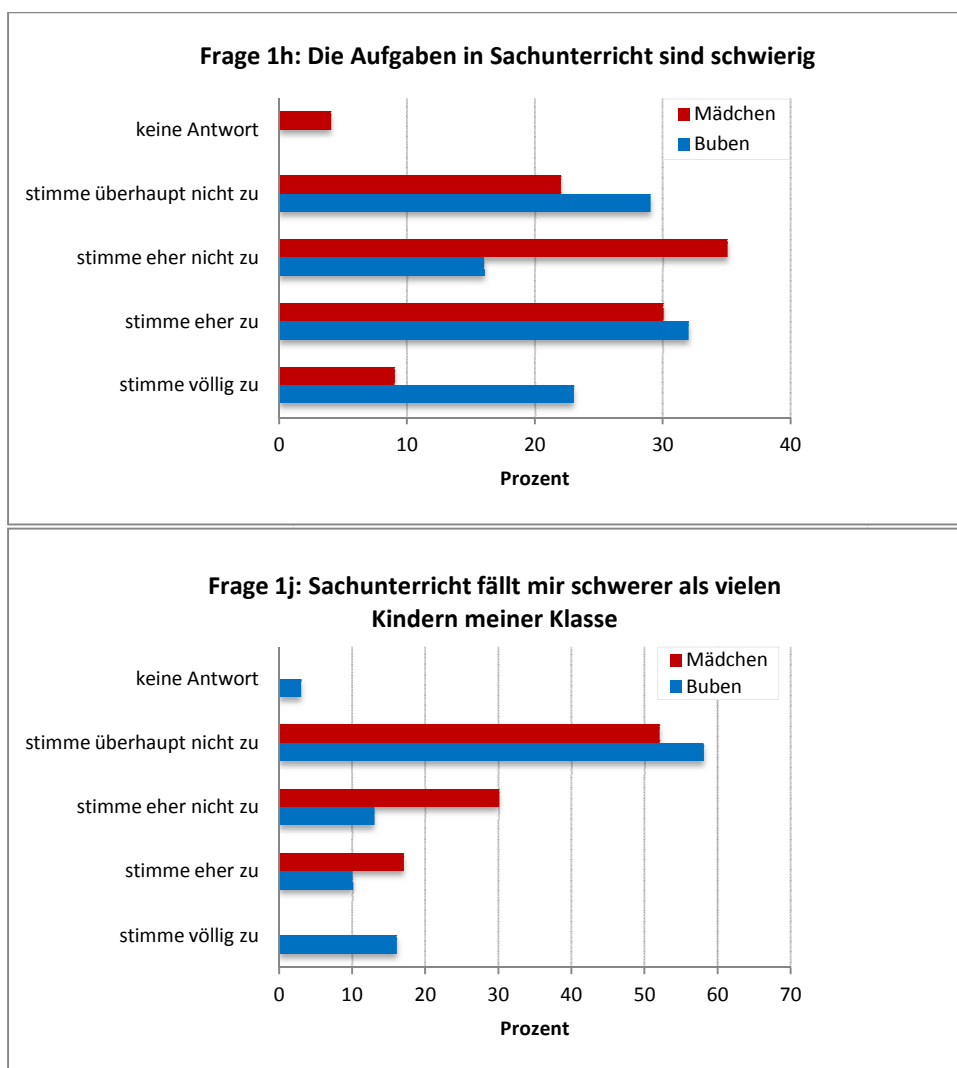


Abbildung 13: Diagramme mit Antworten der Fragen 1h und 1j

Bei der Sortierung nach Klassen verläuft das Antwortverhalten ähnlich. Bei Frage 1h fällt auch in den einzelnen Klassen kein besonderer Trend auf und bei Frage j überwiegen die Antworten 3 und 4, also kaum beziehungsweise keine Zustimmung (siehe Tabelle 4). Für die Autorin sind die Ergebnisse nach Klassen sortiert überraschend, da sie erwartete, dass die vielen verschiedenen Antworten bei Frage 1h (siehe Abbildung 13 oben) darauf zurück zu führen sind, dass die Aufgaben der drei verschiedenen Klassenlehrerinnen unterschiedlich schwierig sind.

	Frage 1h					Frage 1j				
Klasse	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4A	5	8	5	3	0	1	2	7	10	1
4B	1	5	5	8	0	2	4	3	10	0
4C	2	4	3	3	1	2	1	1	9	0

Tabelle 4: Fragen 1h und 1j - nach Klasse und Antwort geordnet

Bei Fragen 1c und 1k wird das außerschulische Interesse der Schülerinnen und Schüler über Themen des Sachunterrichts abgefragt.

Auf die Aussage, dass sie in ihrer Freizeit über Themen, die im Sachunterricht vorkommen, lesen, wird überwiegend zugestimmt. Insgesamt stimmen über 80% der Mädchen völlig oder eher zu, während ca. 65% der Buben diese Antworten gewählt haben. Die Zustimmung, dass es für ihre Zukunft notwendig ist, gut über die Themen des Sachunterrichts Bescheid zu wissen, fällt klarer aus. Die Beantwortung beider Fragen nach Geschlechtern getrennt, ist in der folgenden Abbildung 14 dargestellt.

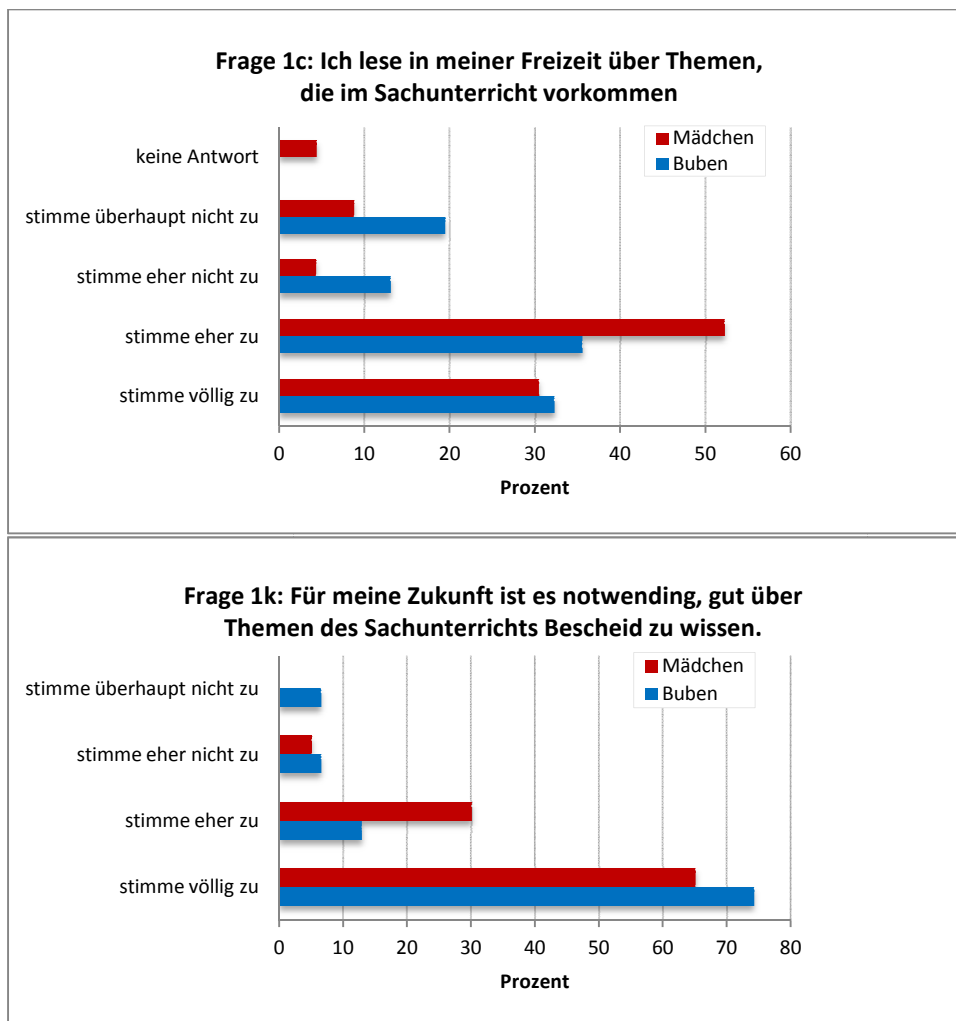


Abbildung 14: Diagramme mit Antworten der Fragen 1c und 1k

In Tabelle 5 sind die Fragen 1c und 1k nach Klasse sortiert. Bei Frage 1c überwiegen in der 4A und in der 4B die Antworten „1“ und „2“, während die 4C gestreuter geantwortet hat. Bei Frage 1k ist das Antwortverhalten ähnlicher.

Klasse	Frage 1c					Frage 1k			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
4A	8	9	3	1	0	12	7	1	1
4B	7	9	0	3	0	14	2	2	1
4C	2	5	1	4	1	11	2	0	0

Tabelle 5: Fragen 1c und 1k - nach Klasse und Antwort geordnet

Im zweiten Teil des Fragebogens sollen die Schülerinnen und Schüler angeben, wie oft sie bestimmte Dinge im Sachunterricht machen. Hier werden Unterschiede zwischen den Klassen, aber nicht zwischen den Geschlechtern erwartet. Mit einer Faktorenanalyse wurden die Fragen in zwei Kategorien geteilt und Fragen, die nicht passen und keine direkte Verwendung zum Projekt darstellten, eliminiert.

Bei den Fragen 2a und 2d sollen die Schülerinnen und Schüler ihre außerschulischen Aktivitäten in Bezug auf Themen des Sachunterrichts angeben.

In Abbildung 15 ist zu erkennen, dass bei Frage 2a die Antworten sehr uneinheitlich ausfallen, Buben und Mädchen allerdings sehr ähnlich antworten. Auf die Frage nach dem Leseverhalten über Bücher mit sachunterrichtsbezogenen Themen überwiegen die Antworten, dass sie mindestens 1-mal pro Woche oder zumindest 1- bis 2-mal pro Monat passende Sachbücher lesen. Auch hier ist kein großer Unterschied zwischen den Geschlechtern festzustellen.

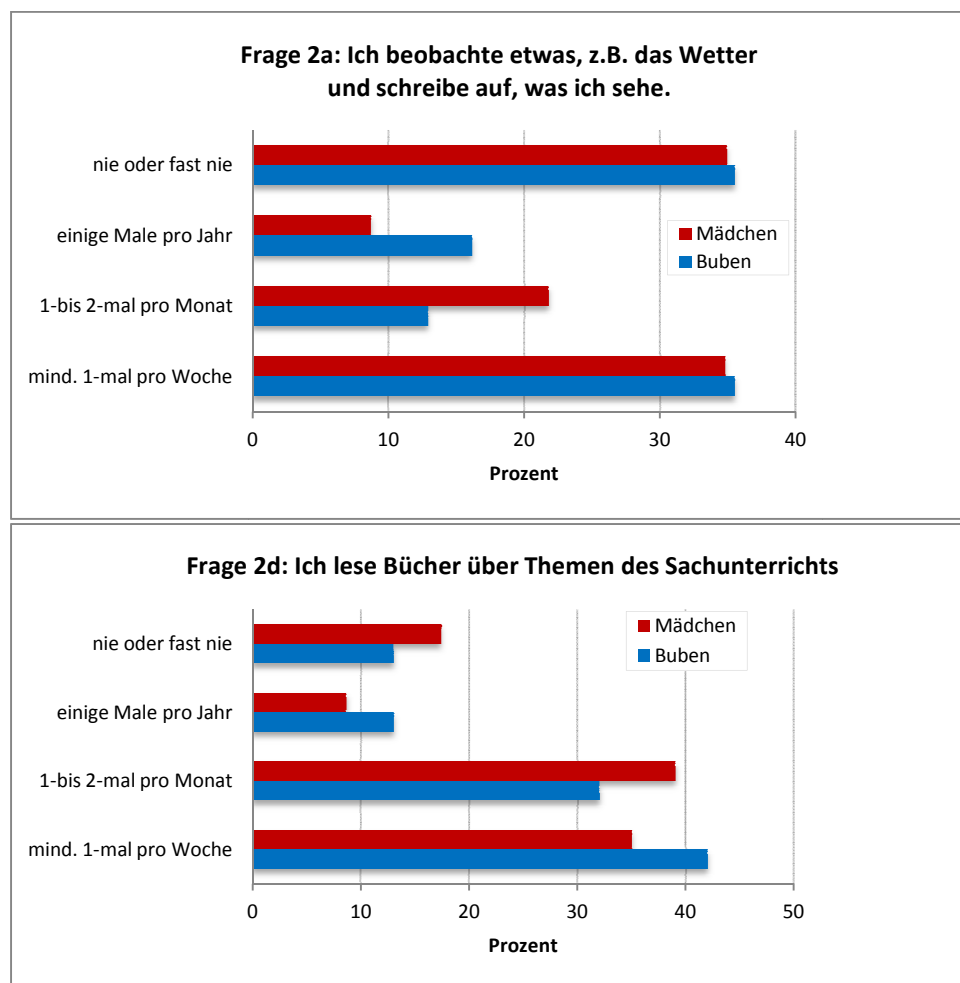


Abbildung 15: Diagramme mit Antworten der Fragen 2a und 2d

In Tabelle 6 sind die Antworten nach Klassen sortiert. Die Antworten zu Frage 2a sind ähnlich verschieden verteilt wie bei der Trennung nach den Geschlechtern. In der 4A geben doppelt so viele Antwort „1“ an wie Antwort „4“, in der 4B hingegen ist dieses Verhältnis umgekehrt. Bei Frage 2d antworten die Klassen ähnlicher. Nur in der 4C werden fast alle Antworten gleich oft gewählt.

	Frage 2a				Frage 2d			
Klasse	1	2	3	4	1	2	3	4
4A	10	3	3	5	9	8	2	2
4B	4	6	1	8	9	5	3	2
4C	5	0	2	6	3	5	1	4

Tabelle 6: Fragen 2a und 2d - nach Klasse und Antwort geordnet

Fragen 2b und 2e zeigen die Häufigkeit von Aktivitäten im Sachunterricht vor Ort in der Schule. In der folgenden Abbildung 16 kann man erkennen, dass die Antworten beider Fragen ähnlich ausfallen. Die meisten schauen ihrer Lehrerin oft zu, wie sie einen Versuch macht, wobei der Prozentsatz der Mädchen um über 20% höher liegt. Der Großteil der Viertklässlerinnen und Viertklässler löst die Sachunterrichtsaufgaben selbstständig.

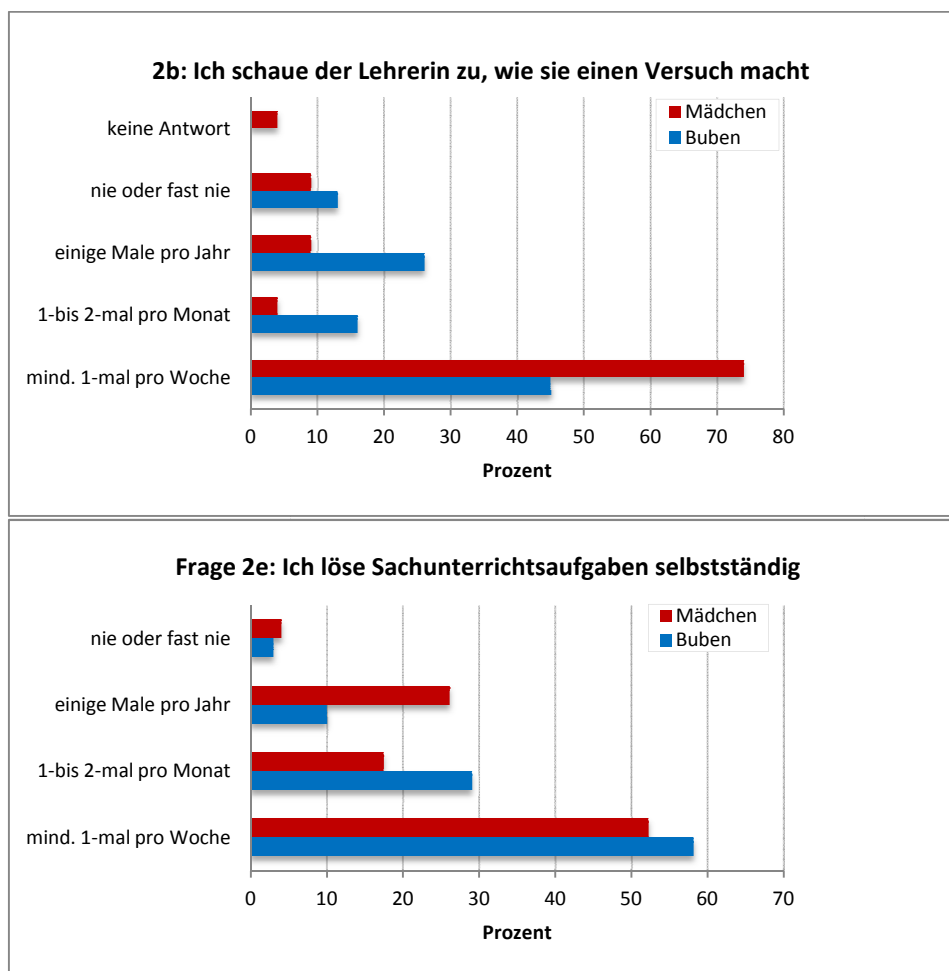


Abbildung 16: Diagramme mit Antworten der Fragen 2b und 2e

Bei der Frage, wie oft die Schülerinnen und Schüler zuschauen, während die Lehrerin einen Versuch macht, wurde erwartet, dass die Antworten der drei Klassen jeweils recht einheitlich ausfallen. Jedoch sind hier alle Antworten ausgewählt worden, was darauf schließen lässt, dass sie vermutlich nicht ganz verstanden haben, was sie angeben

sollten. Die Antworten auf Frage 2e sind ähnlich verteilt wie in der vorigen Abbildung, in der die Antworten nach Geschlecht aufgeteilt wurden. Auch hier gibt es offensichtlich keine Einigkeit in den einzelnen Klassen (siehe Tabelle 7).

	Frage 2b					Frage 2e			
Klasse	1	2	3	4	5	1	2	3	4
4A	11	2	4	4	0	11	6	3	1
4B	14	1	4	0	0	8	7	3	1
4C	6	2	2	2	1	10	0	3	0

Tabelle 7: Fragen 2b und 2e - nach Klasse und Antwort geordnet

Beim Ausfüllen der Fragebögen wurden der Studentin oft Fragen gestellt, da den Schülerinnen und Schülern nicht immer klar war, wonach gefragt wurde. Oft gab es Verständnisprobleme beim Lesen. Daher geben die Daten nicht unbedingt immer die tatsächlichen Haltungen und Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler wider. Das wird vor allem bei jenen Fragen deutlich, bei denen innerhalb einer Klasse keine Einigkeit über den durchgeführten Sachunterricht herrscht.

Der Fragebogen ist für die Konzentrationsfähigkeit und das Verständnis der befragten Kinder zu lange ausgefallen. Eine Beschränkung auf zehn oder weniger Fragen wäre effektiver gewesen.

5.3 Antworten in den Prä- und Posttests

5.3.1 Frage 1: Was ist ein Spiegel?

Die offene Frage, was ein Spiegel ist, sollte helfen, den aktuellen Wissensstand der Schulklassen zu diesem Thema in den Worten der Kinder zu erfahren. Diese Frage blieb oft unbeantwortet.

Klasse	Prätest	Posttest
4A	5 (von 22) 3 Buben, 2 Mädchen (davon 1 Exp.)	16 (von 22) 9 Buben, 4 Mädchen, 3x ²⁸ (davon 5 Exp.)
4B	5 (von 19) 5 Buben (davon 1 Exp.)	16 (von 21) 8 Buben, 7 Mädchen, 1x (davon 4 Exp.)
4C	8 (von 14) 4 Buben, 4 Mädchen (davon 4 Exp.)	8 (von 14) 5 Buben, 3 Mädchen (davon 5 Exp.)

Tabelle 8: Anzahl der Antworten von Frage 1 bei Prä- und Posttest
(nach Klasse und Geschlecht getrennt aufgeschrieben)

In Tabelle 8 ist die Anzahl der Antworten nach Geschlecht und Klasse getrennt angegeben. Es ist zu erkennen, dass beim Posttest mehr als dreimal so viel Schülerinnen und Schüler der 4A und der 4B auf diese Frage geantwortet haben wie beim Prätest. Weiters auffallend ist, dass die Buben schreibfreudiger waren als die

²⁸ Von wenigen Schülerinnen und Schülern ist das Geschlecht unbekannt geblieben (hier mit „x“ angeschrieben). Der Grund dafür liegt an der fehlenden Angabe beziehungsweise größtenteils daran, dass sie am Tag des Ausfüllens der Fragebögen nicht anwesend waren und diesen nicht nachgeholt haben.

Mädchen. In der 4C ist die Anzahl der Antworten gleich geblieben. Die Schülerinnen und Schüler die geantwortet haben sind allerdings, wie auch in den anderen Klassen, nicht immer dieselben. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern ist wenig ausgeprägt.

Die Expertinnen und Experten antworten ähnlich oft wie ihre Klassenkolleginnen und Klassenkollegen. Es ist überraschend, dass nicht mehr Expertinnen und Experten beim Prätest geantwortet haben, da die Klassenlehrerinnen angaben, die interessiertesten Schülerinnen und Schüler für diese Rolle ausgewählt zu haben. Deshalb hat die Autorin vermutet, dass alle Expertinnen und Experten antworten werden und dass diese Antworten zu einem Großteil positiv herausragen.

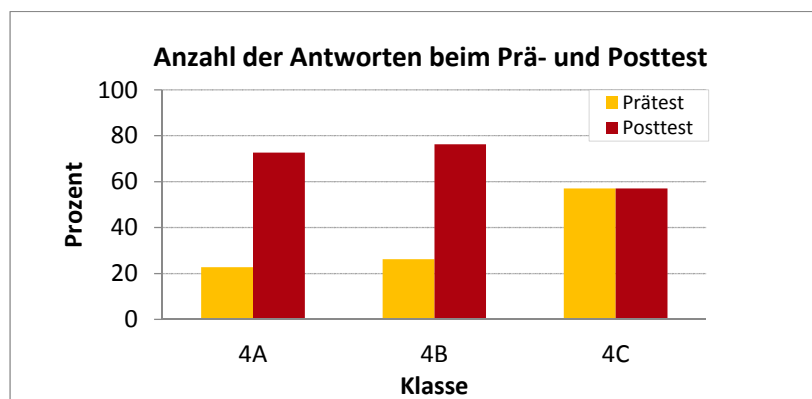


Abbildung 17: Graphik der Antworten bei Prä- und Posttest in Prozent
(nach Klasse sortiert)

In Abbildung 17 ist nach Klassen sortiert angegeben, wie viel Prozent der Klasse bei Prä- und bei Posttest auf Frage 1 geantwortet haben. In der 4A haben beispielsweise nur knapp über 20% diese Frage beantwortet, in der 4C waren es hingegen fast 60%.

Eine Steigerung vom Prä- zum Posttest ist bei 4A und 4B sichtbar - hier erhöhte sich der Prozentsatz der Antworten auf mehr als das Dreifache. Diese beiden Klassen zeigen ein ähnliches Muster bei der Anzahl an Antworten. Auch bei der Geschlechterverteilung der Antwortenden sind diese Klassen ähnlich. Die 4C wirkt homogener. Da diese Unterschiede im Antwortverhalten zwischen der 4C und den anderen beiden Klassen schon im Prätest vor dem Projekt auftraten, lässt sich dieser Unterschied nicht damit erklären, dass im Projekt bei der 4C eine andere Unterrichtsvariante gewählt wurde. Die Qualität der Antworten unterscheidet sich zwischen Prä- und Posttest weniger als deren Quantität.

Klasse	Prätest <i>einige Antworten</i>	Posttest <i>einige Antworten</i>
4A	„Im Spiegel kann man sich sehen.“ „Im Spiegel können wir unsere Haare sehen.“ „Ein Spiegel ist eine Glasscheibe. Es zeigt dir deine Bewegungen, dein Spiegelbild.“	„Man kann sich im Spiegel sehen.“ „Mit einem Spiegel kann man sich sehen.“ „Ein Spiegel ist eine Platte, die vorne und hinten vertauscht. Man kann sich im Spiegel sehen.“ „Ein Spiegel ist Glas.“
4B	„Ein Spiegel zeigt, was davor steht z.B. einen Menschen oder andere Gegenstände.“ „Mit einem Spiegel kann man sich selbst sehen.“	„Ein Spiegel ist, womit man sich sehen kann.“ „Einen Spiegel brauchen wir z.B. für Make-up“
4C	„Man sieht sich selbst“ „Im Spiegel sieht man, wie man aussieht“	„Darin kann man sich sehen. Er vertauscht auch Wörter.“ „Mit dem Spiegel kann man sich anschauen.“

Tabelle 9: Auswahl an Antworten (Frage 1, Prä- und Posttest)

Der Großteil der Antworten der Schülerinnen und Schüler ist in Tabelle 9 zu sehen. Die Inhalte unterschieden sich kaum zwischen Prä- und Posttest. Auch die Klassen haben zu einem Großteil dieselben Antworten gegeben. Für alle Klassen ist das „sich sehen“ im Spiegel essentiell – sowohl beim Prä- als auch beim Posttest. Dass diese Aussage auch beim Posttest dominiert ist erstaunlich, da sich die Schülerinnen und Schüler im Rahmen des Projektes nie in den Spiegel sehen mussten. Die eigene Person haben sie nie im Spiegel betrachtet, steht bei ihnen aber dennoch im Mittelpunkt der Antworten. In der 4A wurde auch das Material erwähnt. Vor allem im Posttest gab es mehrere Aussagen, dass der Spiegel aus Glas besteht. Auch die Frage nach dem Material kam bei diesem Projekt nie vor. Es wird vermutet, dass die Fragestellung („Was ist ein Spiegel?“) zur Erwähnung der materiellen Grundlagen führte.

In der 4B wurde zweimal die Verwendung des Spiegels erwähnt. Da in einem Arbeitsblatt gefragt wird, wofür die Schülerinnen und Schüler den Spiegel im Alltag brauchen, kann es sein, dass ihnen das in Erinnerung geblieben ist. Bei der Frage nach der Verwendung eines Spiegels beschränkten sich die Antworten allein auf das Auftragen von Make-up, was, auf das Alter der Schülerinnen und Schüler bezogen, etwas verwundert.

Sonst sind nur wenige Arbeitsaufgaben in den Antworten dieser Frage des Posttests zu erkennen. Drei Kinder haben geschrieben, dass der Spiegel vorne und hinten vertauscht, was ein wichtiges Thema des Projektes war. In der 4C ist das „sich im Spiegel sehen“ in allen Antworten enthalten.

5.3.2 Frage 2: Ein Spiegel vertauscht...

Die Häufigkeiten der Antworten aller Viertklässlerinnen und Viertklässler ist in Tabelle 10 angegeben.

	Prätest: Anzahl der Antworten	Posttest: Anzahl der Antworten
falsch	31 (56%)	14 (24%)
richtig	24 (44%)	44 (76%)

Tabelle 10: Häufigkeiten der Antworten, Frage 2

Während beim Prätest noch die falschen Antworten (56%) überwiegen, so haben beim Posttest 76% der Schülerinnen und Schüler eine korrekte Antwort gegeben.

In Tabelle 11 sind die Lernzuwächse dieser Frage angeführt.

Lernzuwachs	Mädchen	Buben	gesamt
-1	6	2	8
0	11	6	17
+1	14	11	25

Tabelle 11: Lernzuwachs, Frage 2

Die Hälfte der Viertklässlerinnen und Viertklässler hat ausschließlich beim Posttest ein richtiges Ergebnis und somit dazugelernt. 17 Schülerinnen und Schüler haben dieselbe Antwort angegeben (kein Unterschied zwischen falscher und richtiger Antwort) und 6 Schülerinnen und 2 Schüler haben beim Posttest eine falsche Antwort gegeben, während sie beim Prätest eine richtige hatten.

Es wurden Kreuztabellen erstellt, die einen Zusammenhang zwischen dem Lernzuwachs, den Antworten beim Fragebogen über den Sachunterricht und dem Geschlecht zeigen. Bei jedem Beispiel werden die wichtigsten und auffälligsten Zusammenhänge aufgezeigt.

Bei der Analyse der Kreuztabellen fällt auf, dass jene 8 Buben und jene 8 Mädchen, die gerne für den Sachunterricht lernen alle bei dieser Frage auch dazu gelernt haben. Jene 3 Schülerinnen und Schüler, die angegeben haben, dass sie eher nicht gerne dafür lernen, haben trotzdem beim Prätest ein falsches und beim Posttest ein richtiges Ergebnis. Weiters wird noch hervorgehoben, dass die 4 Buben, die angekreuzt haben, dass ihnen Sachunterricht nicht schwerer fällt als vielen Kindern der Klasse, allesamt einen negativen Lernzuwachs vorweisen.

5.3.3 Frage 3: Wo siehst du das Spiegelbild?

Diese „Multiple Choice“-Frage lieferte kein zufrieden stellendes Ergebnis (siehe Tabelle 12).

	Prätest: Anzahl der Antworten	Posttest: Anzahl der Antworten
falsch	54 (98%)	56 (97%)
richtig	1 (2%)	2 (3%)

Tabelle 12: Häufigkeiten der Antworten, Frage 3

Eine Person beantwortete die Frage beim Prätest und zwei Personen beim Posttest richtig. Dies ist ein sehr geringer Teil an Schülerinnen und Schülern der vierten Klassen.

In Tabelle 13 ist zu erkennen, dass nur zwei Mädchen dazu gelernt haben – dies sind die zwei korrekten Ergebnisse, die in der vorherigen Tabelle herausstechen. Alle anderen Mädchen und Buben haben keinen Lernzuwachs und sowohl beim Prä- als auch beim Posttest eine falsche Antwort gewählt.

Lernzuwachs	Mädchen	Buben	gesamt
-1	-	-	-
0	29	19	48
+1	2	-	2

Tabelle 13: Lernzuwachs, Frage 3

Auf die sich aufdrängende Frage, warum dieser Aspekt von den Schülerinnen und Schülern nicht verstanden wurde, finden sich mehrere mögliche Antworten.

Eine Möglichkeit für das schlechte Abschneiden bei diesem Beispiel ist das unzureichende sprachliche Können vieler Kinder, denn die exakte Kenntnis der Präpositionen ist hier für eine richtige Antwort ausschlaggebend. „Siehst du dein Spiegelbild hinter, auf, vor oder im Spiegel?“ Schon bei der Auswahl dieser Frage für den Prä- und Posttest vermutete die Autorin, dass die Präpositionen den Schülerinnen und Schülern Schwierigkeiten bereiten könnten. Die Frage wurde mit diesem Risiko trotzdem ausgewählt, da sie in der Literatur eingesetzt wird und das Niveau der drei vierten Klassen im Fach Deutsch für die Autorin nicht bekannt war.

Die Antworten auf diese Frage wurden im Posttest nicht korrekter, aber das Antwortverhalten änderte sich. Bei den Gesprächen mit den Schülerinnen und Schülern der vierten Klasse fiel auf, dass sie bei der Frage nach dem Ort der Entstehung des Spiegelbildes meist „im Spiegel“ gesagt haben und richtig hingewiesen haben. Um zu überprüfen, ob sie die richtige Antwort wirklich nicht kennen oder ob die Feinheiten der deutschen Sprache ein Hindernis darstellen, wurden die Antworten „im Spiegel“ und

„hinter dem Spiegel“ beide bei einer weiteren Analyse zusammengefasst und in der Auswertung beide als „korrekt“ angeführt.

In Tabelle 14 kann man erkennen, dass im Posttest um 12% mehr Kinder mit „im Spiegel“ oder, seltener, „hinter dem Spiegel“ antworteten, als im Prätest.

	Prätest: Anzahl der Antworten	Posttest: Anzahl der Antworten
falsch	21 (38%)	15 (26%)
richtig	34 (62%)	43 (74%)

Tabelle 14: Häufigkeiten der Antworten, geänderte Frage 3

Zur Veranschaulichung der beiden unterschiedlichen Bewertungen wurde eine Graphik erstellt (siehe Abbildung 18).

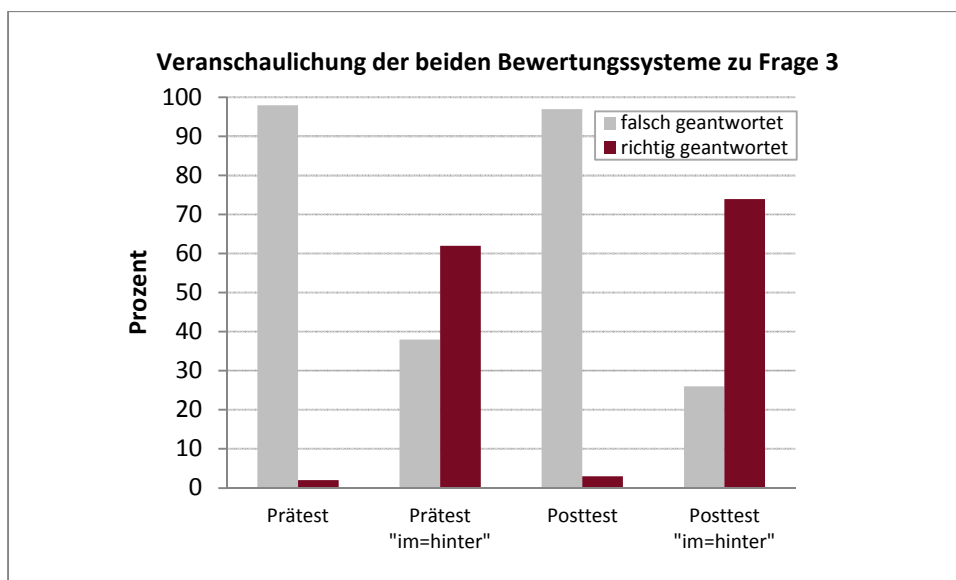


Abbildung 18: Unterschied zwischen Prä- und Posttest bei Frage 3 und der korrigierten Version

Die grauen Balken in Abbildung 18, welche die Anzahl der falschen Antworten zeigen, sind bei den zusammengefassten Ergebnissen stets um zwei Drittel geringer als bei der originalen Version. Außerdem sind die Balken der „richtigen“ Antworten sowohl im Prä- als auch im Posttest höher als die der falschen Antworten.

Auch die Lernzuwächse wurden bei den geänderten Antworten in einer neuen Tabelle angeführt (siehe Tabelle 15). Der Großteil der Schülerinnen und Schüler hat keinen Lernzuwachs, was auch bedeuten kann, dass sie beide Male eine korrekte Antwort gegeben haben. Es hat auch Lernzuwächse gegeben, bei dem ein deutlicher Unterschied zwischen den Geschlechtern zu erkennen ist – 7 Schülerinnen und 2 Schüler haben beim Posttest dazugelernt.

Lernzuwachs	Mädchen	Buben	gesamt
-1	2	1	3
0	10	28	38
+1	7	2	9

Tabelle 15: Lernzuwachs, geänderte Frage 3

Beim Analysieren des Zusammenhangs zwischen dem Lernzuwachs, dem Geschlecht und den Antworten beim Fragebogen über Sachunterricht werden die Antworten der geänderten Version untersucht.

Es fällt auf, dass von 35 Schülerinnen und Schülern, die angegeben haben, gerne für Sachunterricht zu lernen nur 5 Schülerinnen einen Lernzuwachs vorweisen können. Sowohl jene Schülerinnen und Schüler, die einschätzen, dass sie normalerweise gut in Sachunterricht sind als auch jene, die meinen, dass es ihnen schwerer fällt als anderen Kindern in der Klasse haben zum Großteil keinen Lernzuwachs, also sowohl beim Prä- als auch beim Posttest dasselbe Ergebnis bei dieser Frage.

5.3.4 Frage 4: Einzeichnen, wo das Spiegelbild ist

Beim Analysieren der Häufigkeiten der Antworten (siehe Tabelle 16) kann man erkennen, dass sowohl beim Prä- als auch beim Posttest die falschen Antworten überwiegen, auch wenn sie beim Posttest weniger werden.

	Prätest: Anzahl der Antworten	Posttest: Anzahl der Antworten
falsch	49 (89%)	42 (72%)
richtig	6 (11%)	16 (28%)

Tabelle 16: Häufigkeiten der Antworten, Frage 4

Bei den Lernzuwächsen (siehe Tabelle 17) fällt auf, dass insgesamt nur ein Bub beim Posttest einen negativen Lernzuwachs hat, also beim Posttest eine falsche Antwort gegeben hat, obwohl er beim Prätest korrekt geantwortet hat. Alle anderen Schülerinnen und Schüler haben dieselbe Antwort gegeben oder etwas dazu gelernt.

Lernzuwachs	Mädchen	Buben	gesamt
-1	-	1	1
0	15	24	39
+1	4	6	10

Tabelle 17: Lernzuwachs, Frage 4

Bei der Auswertung der Kreuztabellen nach Fragebogen und Geschlecht fallen keine besonderen Zusammenhänge auf. Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind ebenfalls nicht zu finden.

5.3.5 Frage 5: Die Wörter „Senf“ und „Hallo“ in Spiegelschrift

Die Antworten von Frage 5a und 5b werden zusammen in folgender Tabelle 18 notiert, da sie sehr ähnlich sind.

	5a „Senf“		5b „Hallo“	
	Prätest: Anzahl der Antworten	Posttest: Anzahl der Antworten	Prätest: Anzahl der Antworten	Posttest: Anzahl der Antworten
falsch	42 (76%)	37 (64%)	41 (75%)	23 (40%)
richtig	13 (24%)	21 (36%)	14 (25%)	35 (60%)

Tabelle 18: Häufigkeiten der Antworten, Frage 5a und 5b

Es ist zu erkennen, dass die Antworten beim Prätest von 5a und 5b nahezu ident sind. Bei den korrekten Antworten des Posttests gibt es jedoch Unterschiede. Frage 5b wird von 60% der Schülerinnen und Schüler korrekt beantwortet, während bei Frage 5a 36% der Antworten korrekt sind. Der große Unterschied bei den Ergebnissen des Posttests liegt mit großer Wahrscheinlichkeit daran, dass das Wort „Hallo“ um die gleiche Achse gespiegelt wurde wie das Wort „Maus“ beim Arbeiten, das Wort „Senf“ bei den Tests allerdings um die andere.

Ein ähnliches Ergebnis spiegelt sich auch bei der Analyse der Lernzuwächse wieder (siehe Tabelle 19).

Lernzuwachs	5a „Senf“			5b „Hallo“		
	Mädchen	Buben	gesamt	Mädchen	Buben	gesamt
-1	1	2	3	-	-	-
0	15	23	38	14	18	32
+1	3	6	9	5	13	18

Tabelle 19: Lernzuwachs, Frage 5a und 5b

Doppelt so viele Schülerinnen und Schüler haben im Vergleich zu Frage 5a bei Frage 5b dazu gelernt. Negative Lernzuwächse gab es ausschließlich bei Frage 5a.

Die Schülerinnen und Schüler, die angegeben haben, gerne für den Sachunterricht zu lernen und in einer ähnlichen Frage angegeben haben, Sachunterricht zu mögen, haben zum Großteil keinen Lernzuwachs. Einige wenige, vor allem Buben, weisen bei Frage 5a einen positiven Lernzuwachs vor.

Bei Frage 5b gibt es keinen negativen Lernzuwachs, es hat also niemand beim Prätest richtig und beim Posttest falsch geantwortet. Jene Schülerinnen und Schüler, die beim Fragebogen über den Sachunterricht angegeben haben, dass sie wünschten, nicht für den Sachunterricht lernen zu müssen, dass sie die Aufgaben im Allgemeinen für schwierig einschätzen oder dass ihnen Sachunterricht schwerer fällt als anderen in der Klasse, haben bei dieser Frage auf jeden Fall maximal zweimal falsch geantwortet.

3 Buben, die wünschten, nicht oder eher nicht dafür zu lernen haben sogar einen positiven Lernzuwachs. Von 17 Schülern, die meinen, dass die Aufgaben schwierig oder eher schwierig sind, haben 9 eine positiven Lernzuwachs und von 8 Buben die meinen, dass ihnen Sachunterricht schwer oder eher schwer fällt, haben 4 einen positiven Lernzuwachs. Bei denselben Kategorien hat kein einziges Mädchen einen positiven Lernzuwachs. In diesem Beispiel stimmt die Selbsteinschätzung der Mädchen deutlich besser mit den Ergebnissen überein als das bei den Buben der Fall ist. Diese bessere Selbsteinschätzung der Mädchen fällt aber bei den meisten anderen Fragen nicht auf.

5.3.6 Frage 6: Malkasten

Die Qualität der Antworten ist bei Frage 6 sehr hoch und besser als bei den anderen Fragen. Beim Prätest haben bereits 73% der Schülerinnen und Schüler den Malkasten korrekt bemalt, beim Posttest sind es 93% (siehe Tabelle 20). 4 Schülerinnen und Schüler haben beim Posttest die Farben falsch ausgemalt oder die Frage gar nicht beantwortet.

	Prätest: Anzahl der Antworten	Posttest: Anzahl der Antworten
falsch	15 (27%)	4 (7%)
richtig	40 (73%)	54 (93%)

Tabelle 20: Häufigkeiten der Antworten, Frage 6

In der folgenden Tabelle 21 sind die Lernzuwächse aufgelistet. Ein Bub hatte beim Prätest ein richtiges Ergebnis, beim Posttest hat er diese Frage nicht beantwortet. Alle anderen haben dasselbe Ergebnis bei dieser Frage erzielt oder dazu gelernt.

	Mädchen	Buben	gesamt
-1	-	1	1
0	16	21	37
+1	3	9	12

Tabelle 21: Lernzuwachs, Frage 6

Da bei dieser Frage auf Grund des positiven Prätests die meisten Schülerinnen und Schüler keinen Lernzuwachs vorweisen konnten, ist ein Suchen der Zusammenhänge zwischen den Antworten beim Fragebogen nicht notwendig. Die Schülerinnen und Schüler haben dieses Beispiel gut verstanden und korrekt beantwortet. Das gute Ergebnis könnte damit zusammenhängen, dass bei diesem Beispiel Sprachkenntnisse nicht erforderlich waren.

5.4 Arbeitsaufgaben der vierten Klassen

In Tabelle 22 sind die Häufigkeiten und Unterschiede zwischen den drei Klassen bei den Antworten der Arbeitsblätter²⁹ aufgelistet. Es werden nur die Ergebnisse der ersten zwei Arbeitsblätter analysiert, weil aus Zeitmangel nicht alle Schülerinnen und Schüler die dritte Seite bearbeitet haben.

Arbeitsaufgabe		4A Anzahl (%)	4B Anzahl (%)	4C Anzahl (%)	gesamt Anzahl (%)
Legogebäude vor dem Spiegel	falsch	5 (23%)	0 (0%)	4 (33%)	9 (17%)
	richtig	17 (77%)	19 (100%)	8 (67%)	44 (83%)
Malkasten vor dem Spiegel	falsch	1 (4%)	1 (5%)	9 (75%)	11 (20%)
	richtig	22 (96%)	18 (95%)	3 (25%)	43 (80%)
„Maus“ vor dem Spiegel	falsch	0 (0%)	0 (0%)	3 (25%)	3 (6%)
	richtig	23 (100%)	18 (100%)	9 (75%)	50 (94%)
Buchstaben „L/R“ vor Spiegel	falsch	4 (17%)	2 (11%)	2 (17%)	8 (15%)
	richtig	19 (83%)	17 (89%)	10 (83%)	46 (85%)
Lego: Situation beschreiben	falsch	10 (43%)	1 (5%)	1 (8%)	12 (22%)
	richtig	13 (57%)	18 (95%)	11 (92%)	42 (78%)
Was vertauscht der Spiegel?	falsch	2 (9%)	2 (11%)	6 (50%)	10 (19%)
	richtig	21 (91%)	17 (89%)	6 (50%)	44 (81%)
Raster von oben	falsch	2 (9%)	0 (0%)	2 (17%)	4 (7%)
	richtig	21 (91%)	19 (100%)	10 (83%)	50 (93%)
Auto vor und zurück fahren	falsch	5 (22%)	2 (11%)	1 (8%)	8 (15%)
	richtig	18 (78%)	17 (89%)	11 (92%)	46 (85%)
Linie des Stöpsels	falsch	1 (4%)	0 (0%)	4 (33%)	5 (9%)
	richtig	22 (96%)	19 (100%)	8 (67%)	49 (91%)
Abstand vor und hinter Spiegel	falsch	0 (0%)	0 (0%)	1 (8%)	1 (2%)
	richtig	23 (100%)	19 (100%)	11 (92%)	53 (98%)

Tabelle 22: Analyse der Arbeitsblätter der 4. Klassen
(Anzahl der falschen und richtigen Antworten, Prozentpunkte gerundet)

Anhand der Zahlen in der Tabelle kann man erkennen, dass sich die Ergebnisse zwischen den Klassen unterscheiden.

Bei der 4B wurden 5 der 10 Arbeitsaufgaben von allen Kindern korrekt beantwortet. In der 4A wurden zwei Aufgaben von allen richtig beantwortet, in der 4C keine der Aufgaben. Die Antworten der 4B sind insgesamt auf einem sehr hohen Niveau, alle Beispiele wurden von zumindest 89% der Schülerinnen und Schüler korrekt beantwortet.

In der 4A wurden, bis auf eine Ausnahme, alle Fragen von zumindest 77% der Kinder richtig beantwortet.

Die Ergebnisse der 4C sind deutlich schlechter: zwar wurden 6 Fragen von über 75% der Schülerinnen und Schüler richtig beantwortet, es gab aber auch 4 Fragen, die jeweils von höchstens 67% der Kinder dieser Klasse korrekt beantwortet wurden. Zwei Werte

²⁹ Angaben der Arbeitsblätter im Anhang S.IV-VI

fallen besonders auf. 3 von 12 Schülerinnen und Schülern der 4C, also 25% der Kinder, haben den Malkasten und dessen Spiegelbild korrekt gezeichnet. Die anderen 75% haben das Beispiel ausgelassen. Bei den „falschen“ Antworten handelt es sich also um fehlende Antworten. Auch die offene Frage, was der Spiegel vertauscht, haben nur 50% der Klasse beantwortet, während die andere Hälfte auf eine Antwort verzichtete. Die auffallend schlechteren Werte der 4C sind also nicht auf falsche, sondern zum Großteil auf fehlende Antworten zurückzuführen.

Fasst man die Ergebnisse aller vierten Klassen zusammen, wie es auch bei der Analyse der Prä- und Posttests gemacht wurde, ergibt sich folgendes Bild: Beim Posttest hatte das Malkastenbeispiel mit knapp über 93% den höchsten Anteil korrekter Antworten, während das Beispiel auf den Arbeitsblättern noch von 80% der Schülerinnen und Schüler korrekt beantwortet wurde. Das schlechtere Ergebnis der Arbeitsblätter ist auf fehlende, nicht auf falsche Antworten zurückzuführen.

Zwei Beispiele wurden in den Arbeitsblättern häufiger korrekt beantwortet als beim Posttest am folgenden Tag. Die Aufgabe „Wortspiegelung“ wurde bei den Arbeitsblättern an Hand des Wortes „Maus“ von 94% der Viertklässler korrekt gelöst. Beim Posttest wurde das Wort „Hallo“ nur noch zu 60% korrekt gespiegelt. Abbildung 19 zeigt die Antworten eines Schülers der 4A: Beim Prätest sind beide Aufgaben falsch, beim Arbeitsblatt ist das Wort korrekt und beim Posttest ist das Wort „Senf“ falsch. Das Wort „Hallo“ ist richtig gespiegelt worden.

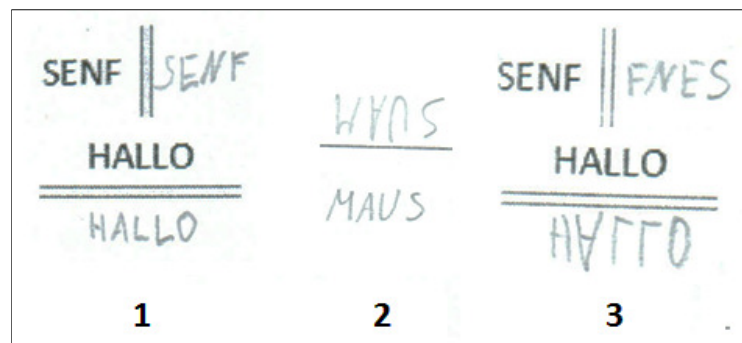


Abbildung 19: Antworten eines Schülers der 4A bei den Spiegelungen
beim Prätest (1), beim Arbeitsblatt (2) und beim Posttest (3)

In Abbildung 20 sind die Antworten eines Schülers der 4C zusammengefasst gezeigt: Sowohl beim Prä- als auch beim Posttest hat er die Aufgaben nicht korrekt beantwortet, beim Arbeitsblatt jedoch hat er das Wort „Maus“ richtig gespiegelt aufgeschrieben.

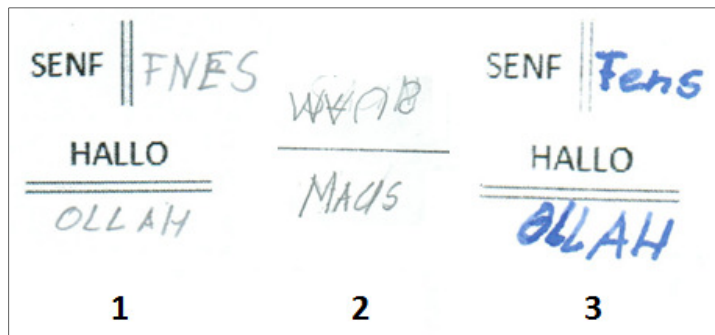


Abbildung 20: Antworten eines Schülers der 4C bei den Spiegelungen
beim Prätest (1), beim Arbeitsblatt (2) und beim Posttest (3)

Bei der anderen Aufgabe, die bei den Arbeitsblättern öfters richtig beantwortet wurde als beim Posttest, handelt es sich um einen Raster mit Spielfiguren aus der Vogelperspektive, der auf 93% der Arbeitsblätter korrekt gezeichnet wurde (siehe Abbildung 21).



Abbildung 21: Zwei korrekt beantwortete Beispiele der Arbeitsaufgaben

Eine ähnliche Aufgabe wurde beim Posttest (ebenfalls aus der Vogelperspektive) von lediglich 28% der Viertklässlerinnen und -klässler korrekt gelöst (siehe Abbildung 22).

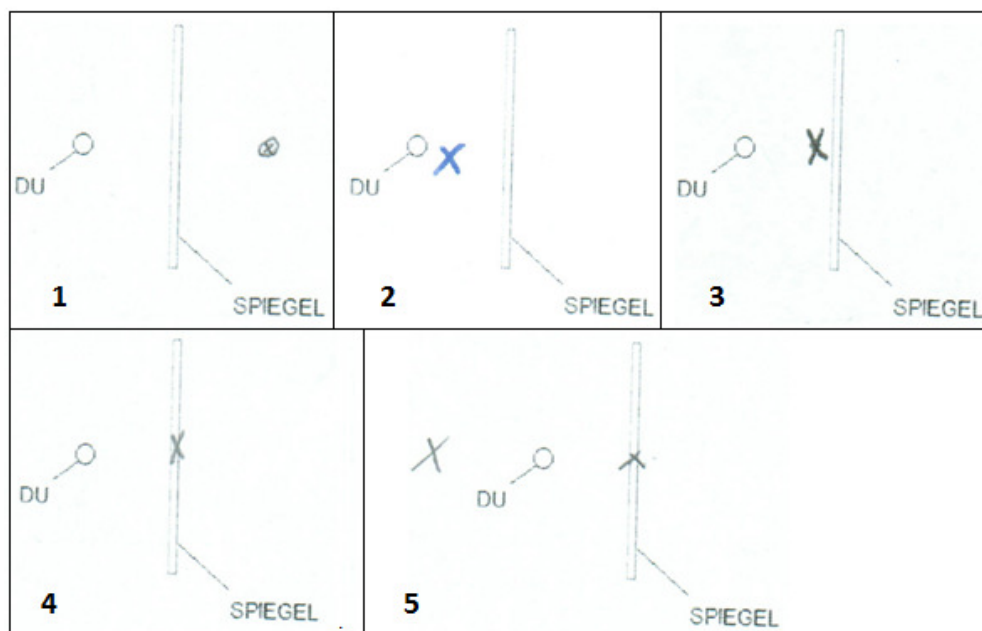


Abbildung 22: Korrekte Beantwortung (1) und viele verschiedene falsche Antworten (2-5)

Die meisten richtigen Antworten bei den beiden Arbeitsblättern (98%, eine einzige falsche Antwort) gab es auf die Frage nach dem Abstand zwischen Gegenstand, Spiegel und Spiegelbild. Der Grund für dieses gute Ergebnis könnte sein, dass es sich dabei um die einzige „Single Choice“-Frage handelte. Wegen fehlender Vergleichsdaten lässt sich diese Vermutung aber nicht beweisen.

5.5 Arbeitsaufgaben der ersten Klasse und der zweiten Klassen

Die Ergebnisse der Arbeitsblätter für die erste Klasse und die beiden zweiten Klassen sind in Tabelle 23 nach Klassen und in Prozentzahlen aufgelistet.

Beispiele		1B Anzahl (%)	2B Anzahl (%)	2C Anzahl (%)	gesamt Anzahl (%)
Malkasten	falsch	-	3 (14%)	-	3 (5%)
	richtig	25 (100%)	19 (86%)	19 (100%)	63 (95%)
Legobauwerk	falsch	2 (8%)	6 (27%)	1 (5%)	9 (14%)
	richtig	23 (92%)	16 (73%)	18 (95%)	57 (86%)
„Maus“	falsch	1 (4%)	1 (5%)	4 (21%)	6 (9%)
	richtig	24 (96%)	21 (95%)	15 (79%)	60 (91%)
Stöpsel	falsch	2 (8%)	3 (14%)	3 (16%)	8 (12%)
	richtig	23 (92%)	19 (86%)	16 (84%)	58 (88%)
Auto 1	falsch	-	2 (9%)	3 (16%)	5 (8%)
	richtig	25 (100%)	20 (91%)	16 (84%)	61 (92%)
Auto 2	falsch	4 (16%)	4 (18%)	6 (32%)	14 (21%)
	richtig	21 (84%)	18 (82%)	13 (68%)	52 (79%)
Auto 3	falsch	5 (20%)	7 (32%)	6 (32%)	18 (27%)
	richtig	20 (80%)	15 (68%)	13 (68%)	48 (73%)
Auto 4	falsch	5 (20%)	4 (18%)	7 (37%)	16 (24%)
	richtig	20 (80%)	18 (82%)	12 (63%)	50 (76%)
Apfel	falsch	1 (4%)	6 (27%)	-	7 (11%)
	richtig	24 (96%)	16 (73%)	19 (100%)	59 (89%)
Strohalm	falsch	3 (12%)	6 (27%)	4 (21%)	13 (20%)
	richtig	22 (88%)	16 (73%)	15 (79%)	53 (80%)
Becher	falsch	3 (12%)	9 (41%)	4 (21%)	16 (24%)
	richtig	22 (88%)	13 (59%)	15 (79%)	50 (76%)
Größe	falsch	9 (36%)	8 (36%)	4 (21%)	21 (32%)
	richtig	16 (64%)	14 (64%)	15 (79%)	45 (68%)

Tabelle 23: Anzahl und Prozentwerte der richtigen und falschen Antworten der Arbeitsblätter der 1. und 2. Klassen (nach der Klasse sortiert)

Die Auswertung dieser Arbeitsblätter zeigt sehr gute Ergebnisse – jede Frage wurde von zumindest 68% der Schülerinnen und Schüler korrekt beantwortet.

Der Unterschied zwischen den Klassen ist gering. In der 1B und in der 2C gibt es je zwei Beispiele, die alle Schülerinnen und Schüler richtig haben, in der 2B ist das nie der Fall.

Die Beispiele des ersten Arbeitsblattes, bei denen die Schülerinnen und Schüler lernen sollen, was der Spiegel vertauscht, wurden jeweils von über 85% richtig beantwortet. Besonders auffallend ist das Beispiel mit dem Malkasten, das nur von drei Kindern nicht korrekt beantwortet wurde, von alle anderen 63 Schülerinnen und Schülern (95%) wurden die Felder hingegen richtig bemalt. In den vierten Klassen fällt das Ergebnis mit 77,6% richtigen Lösungen deutlich schlechter aus. Klassenweise analysiert gab es je ein falsches Ergebnis in der 4A und der 4B (beide in Abbildung 23 gezeigt) und 9 nicht ausgefüllte Beispiele (75% der Klasse) in der 4C. Bei den beiden falschen Zeichnungen wurde einmal der Malkasten im Spiegel ident gezeichnet, das andere Mal wurden zwei Malkästen mit unterschiedlichen Farben bemalt. Anhand der guten Ergebnisse der Kleinen kann davon ausgegangen werden, dass die 9 Schülerinnen und Schüler der vierten Klassen, die keinen Malkasten bemalt haben, trotzdem die richtige Antwort kennen. Bei der Arbeit mit den jüngeren Kindern haben sie die Spiegelbilder der Malkästen gesehen und beim Zeichnen geholfen.

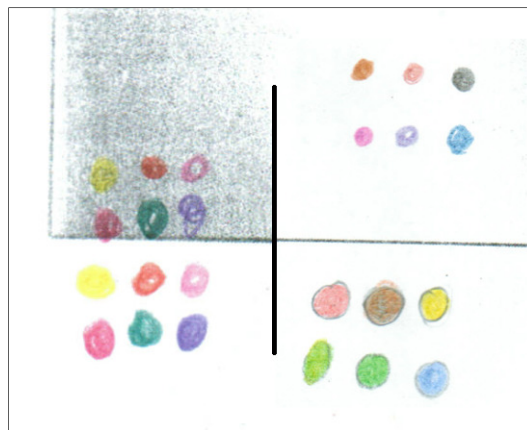


Abbildung 23: Falsche Zeichnung des Malkastens in der 4A (links) und in der 4B (rechts)

Auch bei den Beispielen des zweiten Arbeitsblattes haben die Schülerinnen und Schüler der ersten Klasse und der zweiten Klassen gute Ergebnisse erzielt. Rund 88% haben beim Beispiel mit dem Stöpsel die richtige Antwort angekreuzt. Die Autorin nimmt nach ihren Beobachtungen an, dass dabei nicht alle selbst auf diese Lösung gekommen sind, sondern sich bei der Beantwortung von den Viertklässlerinnen und Viertklässlern unterstützen ließen. Das würde auch den geringen Unterschied zu den Beispielen der Älteren erklären.

Zum Versuch, bei dem sie mit Autos auf und ab fahren sollten, gab es vier verschiedene Fragen mit gleichem Antwortmodus. Es war jeweils eine Situation gezeichnet, in der ein Auto vor dem Spiegel steht und dessen Spiegelbild man hinter dem Spiegel sehen konnte. Der Abstand zwischen Spiegelbild und Spiegel war nicht immer richtig

vorgezeichnet und die Schülerinnen und Schüler mussten angeben, ob die Situation korrekt gezeichnet ist und gegebenenfalls richtig zeichnen. Während das erste Beispiel von 92,4% der Schülerinnen und Schüler korrekt beantwortet wurde, hatten die anderen Beispiele eine Quote zwischen 70% und 80%. In vielen Fällen war eine fehlende Antwort der Grund dafür, oft wurde aber auch die falsche Antwort angekreuzt.

Die dritte Seite der Arbeitsaufträge unterscheidet sich am deutlichsten von jenen der Viertklässlerinnen und Viertklässler, was viele Fragen aufkommen lässt. Die vier verschiedenen Fragestellungen sollten auf dieselbe Art und Weise beantwortet werden, der Inhalt war jedoch unterschiedlich. Es wurden vier verschiedene Gegenstände vor dem Spiegel und deren Spiegelbilder bewusst falsch dargestellt und die Schülerinnen und Schüler mussten alle Beispiele verbessern und nochmals korrekt zeichnen. 90% der Erstklässler/innen und Zweitklässler/innen wussten, dass die Anzahl der Gegenstände vor und hinter dem Spiegel gleich ist. 80% zeichneten die Richtung des Strohhalmes ident und 75% den Becher zweimal aufrecht. Bei den zuletzt genannten Beispielen gab es manchmal Probleme mit dem dreidimensionalen Zeichnen. In Abbildung 24 werden drei verschiedene gegebene Antworten für Frage 2 (oben) und Frage 3 (unten) gezeigt. Bei Fall A wurden beide Bilder korrekt gezeichnet. Bei Fall B wurden sie so gezeichnet, dass sie zweidimensional richtig erscheinen, was jedoch nicht die Aufgabenstellung war. Fall C soll als Beispiel zeigen, dass es bei diesen beiden Fragestellungen einige Schülerinnen und Schüler gab, die konfuse Zeichnungen abgaben. Oft war nicht eindeutig erkennbar, was die Kinder gezeichnet beziehungsweise ob sie es verstanden haben.

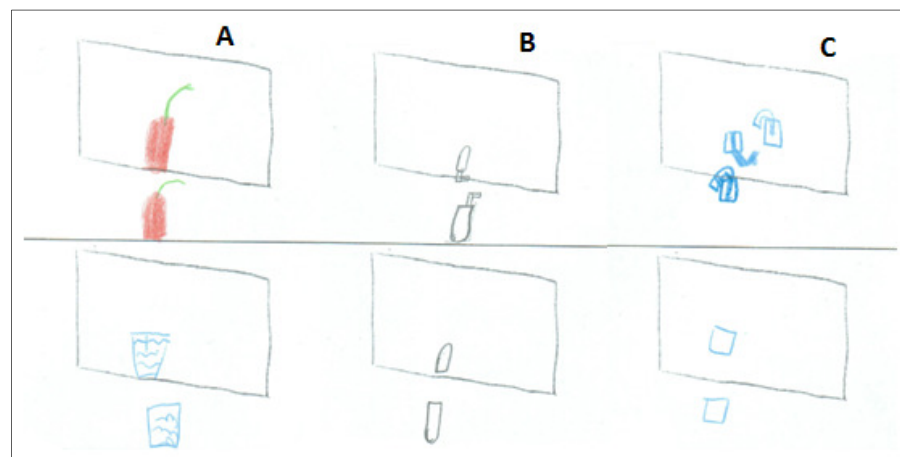


Abbildung 24: Verschiedene Antworten auf Frage 2 (oben) und Frage 3 (unten) des 3. Arbeitsblattes der 1./2. Klassen

Zum Schluss sollten die Schülerinnen und Schüler mithilfe einer Zeichnung beantworten, ob die Figur (in diesem Fall ein Würfel) gleich groß ist wie sein Spiegelbild. Die geschwungene Klammer und eine Zentimeterangabe waren dabei als Hilfestellung

gedacht, was leider durch das fehlende Wissen über die Bedeutung von Klammerausdrücken nicht funktioniert hat. Rund ein Drittel der Kinder hat diese Frage nicht korrekt beantworten können. In Abbildung 25 sind drei verschiedene Zeichnungen der Schülerinnen und Schüler abgebildet. Fall A zeigt eine korrekte Antwort, wie sie häufig gegeben wurde. Man sieht hier, dass die Verwendung der Klammer nicht verstanden wurde. Bei Fall B lässt sich erkennen, dass bei einigen Kindern die Zahlen und Zeichen zur Überforderung führten. Fall C zeigt ein Beispiel, wo Zeichnungen und Antworten eher von Kindern der vierten Klassen stammen. Die Autorin hat die Viertklässlerinnen und Viertklässler gebeten, nicht für die Kleinen zu arbeiten, sondern sie beim Lernen ausschließlich zu begleiten und bei Unklarheiten zu unterstützen – wie man sieht vermutlich nicht immer mit Erfolg.

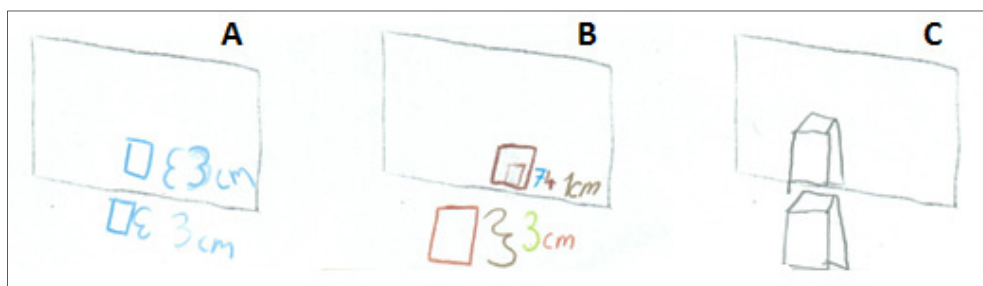


Abbildung 25: Verschiedene Antworten auf Frage 4 des 3.Arbeitsblattes der 1./2.Klassen

5.6 Feedback der Schülerinnen und Schüler der vierten Klassen

Jede vierte Klasse sollte am zweiten Projekttag nach dem Ausfüllen des Posttests ein paar Gedanken zum Projekt notieren. Worüber sie schreiben und wie viel genau blieb ihnen überlassen. Einige Schülerinnen und Schüler haben beschrieben, was sie bei dem Projekt gelernt haben (siehe Tabelle 24).

„Man kann sich sehen, wenn man vor dem Spiegel steht.“ „Ich habe gelernt, wenn ich ein Spielzeug vorlege, sehe ich die Hinterseite, aber wenn wir das Spielzeug vor den Spiegel legen sehen wir die Vorderseite.“ „Ich habe gelernt, dass der Spiegel vorne und hinten vertauscht.“ „Vor und Hinterseite werden vertauscht. Wenn ich einen Buchstaben vor den Spiegel halte ist es immer noch lesbar.“ „Wenn das Auto im Spiegelbild nach vorn fährt kommt es näher. Wenn das Auto im Spiegelbild rückwärtsfährt wird das Auto immer kleiner. Wenn das Auto stehen bleibt und sich im Spiegelbild sieht, ist es gleich groß.“ „Ich habe gelernt, dass ein Spiegel auch eine Sinnestäuschung machen kann.“

Tabelle 24: Feedback zum Lernzuwachs

Der Aspekt, was der Spiegel vertauscht, steht dabei im Mittelpunkt. Die Aussagen decken sich mit den Schülervorstellungen, die in Kapitel 2.2.2 vorgestellt wurden: Die Tatsache, dass der Spiegel vorne und hinten und nicht links und rechts vertauscht wird angenommen. Der Ort des Spiegelbildes kommt nicht vor und auch die Bezeichnung „Sinnestäuschung“, in der Literatur *optische Täuschung*, wurde genannt.

Die meisten Kommentare haben sich auf die Versuche oder den Projektablauf bezogen (Aussagen aufgelistet in Tabelle 25).

POSITIV „Mir hat das Autenspiel gefallen.“ „...weil es interessant war“ „Mir hat das Malkastenspiel gefallen.“ „Das mit dem Malkasten war sehr schön.“ „Mit hat das Legospiel gefallen.“ „Mir hat das mit den Wörtern gefallen, weil das Spiegelbild komisch aussieht.“ „Es waren sehr coole Spiele.“ „Das mit dem Stift war toll.“ „Ich habe viele Spiele mit dem Spiegel gelernt.“ „Die Arbeitsblätter waren lustig.“ „Es war nicht so schwierig.“ „Alles war einfach.“ „Das mit der 2b war eine sehr gute Idee. Ich hätte das noch einmal gemacht.“ „Mit der 2.Klasse war es sehr nett zu arbeiten, sie haben alles verstanden und gut zugehört.“ „Mit der 2b war es sehr lustig.“ „Die Kinder aus der 1b haben alles schnell verstanden und ich auch.“ „Schön, dass wir den Kleinen helfen mussten.“ „Ich freue mich, dass ich den Kindern helfen konnte.“ „Mir hat gefallen, eine Lehrerin zu spielen und mit dem Kind zu arbeiten.“ „Ich fand es cool, dass ich die Lehrerin war und dass ich alles erklären musste.“ „...dass ich Spezialist war.“ „Ich finde, sie hat es sehr gut erklärt mit dem Spiegel.“ „Ich habe alles verstanden“ „Ich habe sehr vieles gelernt.“ „...dass alle mitgeholfen haben.“ NEGATIV „Das schwierigste war, dem Kind etwas zu erklären.“ „Beim Helfen der kleinen Kinder habe ich Schwierigkeiten gehabt.“ „Die schwierigste Aufgabe war, den Stift im Spiegel um die Stiftspitze verschwinden zu lassen und das Spiegelbild so aussehen zu lassen, das man denken könnte, der Stift wäre zu.“ „Das mit dem Stift war nicht so leicht.“ „Am schwierigsten war es, als sie [die Jüngerer] die Bausteine zeichnen mussten.“ „Es war schnell.“ „Ich habe manche Sachen nicht verstanden.“ „Es war anstrengend.“ „Der Versuch mit den Legosteinen war am schwierigsten, weil ich es nicht gut zeichnen konnte.“ „Das nächste Mal will ich keine Würfel zeichnen.“

Tabelle 25: Positives und negatives Feedback zum Projekt

Auffallend ist, dass die Schülerinnen und Schüler nie von Experimenten oder Versuchen sondern immer nur von Spielen geschrieben haben. Die meisten positiven Erwähnungen fielen auf das Experimentieren mit den Autos und den Legobauwerken.

Sehr viele Schülerinnen und Schüler haben in ihren Antworten betont, dass alles einfach war. Die Posttests beweisen, dass es für einige von ihnen nicht so leicht gewesen sein konnte, doch es ist erfreulich, dass sie sich nicht überfordert fühlten und dass man in den vierten Klassen bereits anspruchsvolle Experimente durchführen kann.

Ebenfalls erfreulich sind die vielen positiven Gedanken zur Lehrer/innenrolle. Auch wenn es viele Kinder mitunter als anstrengend empfanden, so hatten sie doch einen großen Spaß dabei. „Es ist schon sehr anstrengend eine Lehrerin zu sein“, hat eine Schülerin zu

ihrer Klassenlehrerin im Laufe des Projektes gesagt, was diese als lobende Anerkennung ihrer Leistung empfand. Diese Einsicht kann zu mehr Verständnis der Lehrkraft gegenüber und somit zu einer positiveren Lehrer/in-Schüler/in-Beziehung führen.

Eine Schülerin hat positiv hervorgehoben, dass alle mitgeholfen haben. Auch die Studentin war von der aktiven Beteiligung und der hervorragenden Disziplin der Schülerinnen und Schüler beeindruckt. Für ein positives Miteinander und eine Verbesserung des Klassenklimas sind gemeinsame Projekte hervorragend geeignet.

Es wurden auch negative Anmerkungen notiert. Der Versuch mit dem Stift (auf Arbeitsblatt 2 der vierten Klassen) hat die meisten Schwierigkeiten bereitet. Vor allem die Durchführung dieses Experiments dürfte für viele nicht ganz nachvollziehbar gewesen sein. Zwei Schülerinnen merkten an, dass die Aufgabe mit den Legobauwerken schwierig war, weil sie diese nicht gut abzeichnen konnten. Das ist Kritik auf einem sehr hohen Niveau, da die Qualität der Zeichnungen nur für vereinzelte Schülerinnen und Schüler wichtig war und die Studentin betont hat, dass eine Skizze vollkommen ausreicht. Die Aussage eines Schülers, dass er keine Würfel zeichnen möchte, belegt, dass er seiner jüngeren Schülerin/ seinem jüngeren Schüler bei dieser Aufgabe unerlaubterweise geholfen haben muss. Die Viertklässlerinnen und Viertklässler hatten nämlich keine Aufgabe, bei der sie diese Form zeichnen mussten.

In Tabelle 26 sind allgemeine Gedanken und Gefühle der Schülerinnen und Schüler aufgelistet. Sehr viele haben betont, wie viel Spaß ihnen das Projekt gemacht hat und dass sie gerne weitere Projekte dieser Art machen möchten. Beim Erhalten solch liebevoller Feedbacks sieht die Lehrkraft, in diesem Fall die Studentin, dass sich Arbeit und Mühe ausgezahlt haben.

„Der Spiegel macht viel Spaß.“
„Wir haben sehr viel Spaß, wenn wir das machen.“
„Mir hat es gefallen und es war sehr schön.“
„Mir hat eigentlich alles gefallen.“
„Das Spiegelprojekt war die beste Idee.“
„Es hat mir gefallen, dass wir das gemacht haben.“
„Ich liebe es zu experimentieren.“
„Jetzt bin ich eine Expertin, juhuuu!“
„Ich würde mich freuen, wenn wir das nochmal machen würden.“
„Ich will noch mehr von dem machen.“
„Ich will es nochmal machen. Ich liebe Projekte machen.“
„Ich freue mich, dass du da warst.“
„Vielleicht wenn sie wieder kommt, machen wir etwas Tolles.“

Tabelle 26: Sonstige/Allgemeine Gedanken zum Projekt

Ein ganz besonders nettes Feedback einer Schülerin, das von den anderen sowohl inhaltlich als auch graphisch heraussticht, ist im Anhang (Seite X) zu bewundern.

6 Interpretation der Ergebnisse und Beantwortung der Forschungsfragen

Die Prätests sind wie erwartet ausgefallen. Einige Fragen konnten beantwortet werden, doch die meisten waren den Schülerinnen und Schülern unklar. Nachdem über den Spiegel noch nie physikalisch gesprochen wurde ist es verständlich, dass noch kein großes Vorwissen vorhanden ist.

In der 4C wurden deutlich weniger Arbeitsaufgaben beantwortet, da die Schülerinnen und Schüler bei der Arbeit in der Großgruppe weniger Betreuerinnen und Betreuer als die anderen Klassen hatten und deshalb die Zeit nicht ausreichte.

Des Weiteren fiel auf, dass die Arbeitsaufgaben häufiger richtig beantwortet wurden als die Posttests. Es stellt sich die Frage, ob die Schülerinnen und Schüler nach einem Tag so viel vergessen haben, ob sie es nicht genau verstanden haben oder ob sie bei den Arbeitsaufgaben einfach von anderen abgeschrieben haben. Als weitere Möglichkeit kommt in Betracht, dass den Kindern die anschauliche Arbeit mit dem Material leichter fällt als theoretische Fragen bei einer kleinen Überprüfung.

6.1 Hypothese 1: Schülervorstellungen

F1 Welche Vorstellungen haben die Schülerinnen und Schüler vor dem Projekt? Welche Präkonzepte sind auch nach dem Projekt geblieben? Ist bei den Kindern der vierten Schulstufe ein Widerstand zu erkennen, neues Wissen, das eventuell mit ihren Vorstellungen nicht übereinstimmt, akzeptieren zu wollen und können?

H1 Falsch eingelerntes Wissen bleibt auch nach dem Projekt bestehen, da es zu resistent ist, um nach drei bis vier Stunden Projektarbeit aufgegeben zu werden. Kinder zeigen bei anderen Kindern weniger Widerstand Neues zu lernen als bei der Autorin.

Die Schülervorstellung, dass der Spiegel links und rechts vertauscht, ist beim Prätest und bei den Expertengesprächen erkennbar. Beim Prätest müssen die Schülerinnen und Schüler eine „Multiple Choice“-Frage beantworten, was der Spiegel vertauscht. Sie wissen nicht, wie viele Antworten korrekt sind, kreuzen trotzdem ausschließlich immer nur eine Antwortmöglichkeit an. 44% kreuzten beim Prätest das richtige Ergebnis an, beim Posttest kennen 76% die Antwort.

Bei der Arbeit mit den Expertinnen und Experten konnte oft beobachtet werden, wie die Schülerinnen und Schüler von ihrer Meinung, dass der Spiegel links und rechts vertauscht wegkommen und selber formulieren können, dass er vorne und hinten vertauscht. Auch in den Arbeitsphasen innerhalb der Klassen gab es immer wieder erstaunte Gesichter über diese Erkenntnis.

Vor allem die Legobauwerke, das Ausmalen der Malkästen und das Vor- und Zurückfahren mit den Spielzeugautos, die eigentlich den Ort der Entstehung des Spiegelbildes illustrieren sollten, haben zum Verständnis dieses Aspekts beigetragen.

Dass diese falsche Schülervorstellung durch den späteren Physikunterricht trotzdem nicht leicht modifiziert werden kann wurde deutlich, als zwei Lehrerinnen unabhängig voneinander um eine Erklärung baten, warum der Spiegel nicht links und rechts vertauscht. Diese Vorstellung ist also nicht nur bei Kindern, sondern auch bei Erwachsenen präsent.

Gemäß der zweiten Schülervorstellung, der im Projekt große Aufmerksamkeit geschenkt wurde, liegt das Spiegelbild auf dem Spiegel. Der Studentin war bewusst, dass diese Vorstellung von den meisten Schülerinnen und Schülern geteilt wird. Die Ergebnisse des Prätests beweisen dies. Die „Multiple Choice“-Frage, wo das Spiegelbild entsteht, wurde zu 98% falsch beantwortet und die Skizze, bei der der Ort des Spiegelbildes eingezeichnet werden sollte, wurde zu 89% falsch ausgeführt. Die Ergebnisse des Posttests sind ähnlich ernüchternd. Die „Multiple Choice“-Frage wurde von 97% der Schülerinnen und Schüler falsch beantwortet (Verbesserung von 1%). Bei der Skizze haben 28% der Schülerinnen und Schüler ein korrektes Ergebnis, immerhin eine Steigerung um 17%.

Bei den Arbeitsaufgaben hatten die Schülerinnen und Schüler kaum Probleme und auch der Versuch mit dem Stift und dem Stöpsel hat ihnen sehr gut gefallen. Bei diesem Versuch haben diejenigen, die ihn korrekt gemacht haben über die gleiche Distanz gestaunt und dies auch formulieren können. Bei genauerem Nachfragen, wo denn das Bild ist, konnten keine zufriedenstellenden Antworten gegeben werden. „Natürlich im Spiegel“ wurde oft geantwortet. Die Schülerinnen und Schüler sprechen zwar alle Deutsch, doch haben sie kein Interesse daran gezeigt, das Wort „im“ in Frage zu stellen oder zu reflektieren. Das erschwerte die Arbeit.

Die Ergebnisse sind nicht erfreulich, jedoch zeigen sie, dass dieser physikalische Aspekt schwer zu verstehen ist und für den Großteil der Volksschülerinnen und Volksschüler nicht relevant erscheint. Das sprachliche Problem (der hohe Anteil an Schülerinnen und Schüler, die zuhause nicht Deutsch sprechen) macht es unmöglich in zwei Tagen an dieser Schülervorstellung zu rütteln. Auch wenn sie möglicherweise das Richtige gemeint haben, wie Gespräche mit einigen Schülerinnen und Schülern vermuten ließen, so konnten sie dies nicht formulieren oder den Unterschied zwischen den Präpositionen in der „Multiple Choice“-Frage nicht erkennen.

In der Literatur ist im Zusammenhang mit Schülervorstellungen beim Spiegelbild oft die Auffassung zu finden, dass der Bildort eine optische Täuschung ist. Auch wenn bei diesem Projekt nicht darauf eingegangen wurde, so wurde bei den Arbeitsblättern dreimal die Antwort gegeben, dass ein Spiegel „eine optische Täuschung macht, beziehungsweise ist“. Bei der Frage, wo das Spiegelbild ist, haben sechs Schülerinnen und Schüler behauptet, dass es eine optische Täuschung im Spiegel sei.

6.2 Hypothese 2: Unterschiede zwischen den Klassen und Lernmethoden

F2 Sind Unterschiede des Lernerfolges bei den drei vierten Klassen erkennbar? Wenn ja, sind diese durch die unterschiedlichen Lehrmethoden erklärbar?

H2 Es ist ein Unterschied zu erkennen: Kleingruppen arbeiten effizienter als Großgruppen und das Arbeiten in Zweierteams (ein/e ältere/r Schüler/in und ein/e jüngere/r Schüler/in) bringt die besten Ergebnisse. Es ist aber klar, dass diese Unterrichtsform im Schulalltag am schwierigsten zu realisieren ist.

In Kapitel 5.3.7. wurden die Arbeitsblätter der vierten Klassen analysiert. Es zeigte sich, dass die 4C, die in der Großgruppe gearbeitet hat, schlechtere Ergebnisse erzielte. Die anderen beiden vierten Klassen haben drei Arbeitsblätter schneller und lückenloser ausgefüllt, als die 4C zwei Arbeitsblätter. Bei genauerer Betrachtung wurde festgestellt, dass nicht schlechter geantwortet, sondern in den meisten Fällen Antworten ausgelassen wurden. Dies ist auf die fehlende Zeit zurückzuführen, die ausschließlich bei dieser Lernmethode ein Problem darstellte.

Bei der 4C kamen mehr Kinder auf eine Expertin/ einen Experten als bei den anderen Klassen. Drei Schülerinnen und Schüler waren pro Arbeitsblatt mit der Großgruppe von 12 Schülerinnen und Schülern beschäftigt. Darunter waren drei Integrationskinder, die für die Arbeitsaufgaben deutlich mehr Zeit brauchten und die die Expertinnen und Experten beim Erklären und Betreuen für längere Zeit in Anspruch genommen haben. Daher mussten dort Schülerinnen und Schüler, die eine Frage hatten, meist einige Minuten warten, bis eine Expertin oder ein Experte kam. Sie mussten hin und wieder auch auf das Demonstrationsmaterial warten, falls gerade mehrere Kinder gleichzeitig mit denselben Materialien arbeiteten, da es nicht für alle eigenes Material gab. Auch war in dieser Arbeitssituation der Lärmpegel höher, was vermutlich die Konzentration erschwerte. Diese dem gewohnten Schulalltag ähnlichste Situation zeigt alle Schwächen dieser Unterrichtsform auf: unterschiedliche Lerntempi verlangsamten die gesamte Klasse, Expertinnen und Experten waren durchgehend damit beschäftigt Fragen einzelner Schülerinnen und Schüler zu beantworten und jedes Kind verbrachte viel Zeit mit Warten.

Der größte erkennbare Unterschied zwischen den Lernmethoden - und dadurch zwischen den Klassen - war der Faktor Zeit. Die 4A und die 4B haben alle 3 Zettel in

eineinhalb Schulstunden nahezu vollständig ausgefüllt, während die Großgruppe der 4C in zwei Schulstunden nur 2 Zettel ausgefüllt hat. In Regelklassen hätte es in der Großgruppe vermutlich noch schlechtere Ergebnisse gegeben, da in einer solchen Klasse 19 Schülerinnen und Schüler³⁰ in der Großgruppe zu betreuen gewesen wären.

Dass es die benötigte Zeit ist, die den Unterschied zwischen den Methoden ausmacht, zeigen auch die Ergebnisse der jüngeren Klassen. Alle vierten Klassen haben mit ihren jüngeren Schülerinnen und Schülern „1 zu 1“ gearbeitet. Das Betreuungsverhältnis war optimal und auch die Ergebnisse hervorragend. Diese Art des Unterrichtens ist für den Lernfortschritt zu bevorzugen, da auf den Lernenden durchgehend eingegangen werden kann, seine Fragen sofort beantwortet werden und auch langsamere Lernende gefördert werden. Der erkennbare Nachteil bei dieser Methode ist, dass sie nur sehr schlecht funktioniert, wenn schwache und desinteressierte Schülerinnen und Schüler anderen etwas beibringen sollen. Die Lernenden können dann von dieser Lernform nicht oder nur sehr wenig profitieren.

Es ist nachvollziehbar, dass eine Schulform, bei der permanent ein Lehrender einen Lernenden betreut, nicht realistisch und umsetzbar ist. Es wurde allerdings gezeigt, dass klassenübergreifendes Lernen hervorragende Ergebnisse erzielen kann: das Lernen macht den Schülerinnen und Schülern dabei großen Spaß und bringt für beide Seiten Lernfortschritte und Vorteile wie eine Steigerung des Selbstbewusstseins und sozialer Kompetenzen. Eine Lehrerin der jüngeren Integrationsklasse war über die Interaktion der Schülerinnen und Schüler und das Einbinden der Integrationskinder so begeistert, dass sie meinte, Peer-Teaching sei die Schulform der Zukunft. Gerade für Integrationsklassen ist Peer-Teaching sicherlich eine gute Methode für erfolgreiches Lernen.

6.3 Hypothese 3: Unterschied Wissensvermittlung

F3 Wo liegt der Unterschied bei der Wissensvermittlung Studentin → Expert/innen und Expert/innen → gleichaltrigen sowie jüngeren Mitschüler/innen? Welches Sprachniveau, welche Bilder und welche Begründungen physikalischer Zusammenhänge werden verwendet?

H3 Die Viertklässlerinnen und Viertklässler fühlen sich mehr in der Lehrerinnen- und Lehrerrolle, wenn sie jüngere Kinder unterrichten als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler. Die Situation mit der Studentin ist die alltäglichsste, weshalb hier Verhalten und Sprache am ehesten ihrem Verhalten und ihrer Sprache im Schulalltag entspricht. Am unangenehmsten wird das Arbeiten mit ihren Peers erlebt, was auch am gehemmten Redefluss zu erkennen ist.

Die Schulstunden mit den Expertengruppen verliefen alle ähnlich. Die Studentin hat die Materialien vorgestellt und den Schülerinnen und Schülern Zeit gegeben damit zu hantieren, was allerdings nur von wenigen angenommen wurde. Da diese Expertinnen und Experten ihre Klassenkolleginnen und –kollegen auch ausbilden sollten, war es der Studentin wichtig, dass sie alles gut verstanden, weshalb sie viel erklärte und Tricks und

³⁰ In Österreich sind maximal 25 Schüler/innen in einer Klasse. Wenn 6 Expert/innen ausgebildet sind, wären 19 für die Großgruppe übrig geblieben.

Tipps für eine gute Präsentation zeigte. Ihre Sprache war dem Alter der Schülerinnen und Schülern angepasst: sie haben hauptsächlich einzelne Wörter oder Wortpaare zur Beschreibung verwendet, ausführliche Sätze kamen nicht vor. Im Vergleich der Präsentierenden hat die Studentin mit Abstand am meisten geredet, denn die Expertinnen und Experten haben zu einem Großteil nur Anweisungen für die Versuche und die richtigen Antworten gegeben, was Videoanalysen und die Beobachtungen vor Ort zeigen.

Am gehemmtesten waren die Viertklässlerinnen und Viertklässler in der Anfangsphase, wenn sie in der ersten und den beiden zweiten Klassen als Expertinnen und Experten agierten, da sie die Kinder dort nicht kannten. Nach einiger Zeit begannen sie sich in ihrer Lehrerinnen- und Lehrerrolle wohlfühlen und sprachen deutlich mehr als die Jüngeren, die fast alle sehr schüchtern agierten und von der neuen Situation überfordert schienen.

Physikalische Erklärungen der Phänomene wurden in keiner der Unterrichtsformen gegeben.

6.4 Hypothese 4: Expertinnen und Experten

F4 Sind das Anfangsniveau und der Lernfortschritt bei den Expertinnen und Experten höher als bei den anderen Klassenkolleginnen und -kollegen?

H4 Nachdem für die Rolle als Expert/innen interessiertere Schüler/innen ausgewählt wurden, sind ihre Ergebnisse besser als die ihrer Mitschüler/innen. Auch der Lernfortschritt ist besser, da sie einmal mehr unterrichten und die Versuche einmal öfter gemacht haben.

Die Expertinnen und Experten wurden von den Klassenlehrerinnen ausgewählt. Nach eigenen Angaben suchten sie dafür die interessierteren und sprachlich besseren Schülerinnen und Schüler ihrer Klassen aus. Die Studentin hat keine Vorgabe gegeben und hat befürchtet, dass die Ergebnisse durch diese Entscheidung beeinflusst werden.

Um das Anfangsniveau und den Lernfortschritt der Expertinnen und Experten für die Beantwortung dieser Forschungsfrage zu bestimmen wurden ihre Antworten bei Prä- und Posttest detaillierter angeschaut. In Tabelle 27 sind die 6 Fragen, die bei den beiden Tests ident sind, und die dazugehörigen richtigen Antworten nach Klasse sortiert, aufgelistet. Wenn alle anwesenden Expertinnen und Experten richtig geantwortet haben, wurde dies der Übersicht halber fett geschrieben. In den Klammern hinter den Ergebnissen ist der Lernerfolg symbolisch angezeigt. Bei einem grünen Plus (+) haben beim Posttest mehr Expertinnen und Experten die richtige Antworten gegeben, bei einem grauen Gleichheitszeichen (=) sind es beide Male gleich viele und bei einem roten Minus (−) haben beim Prätest mehr richtig geantwortet als beim Posttest.

	4A	4B	4C
	Prä-/Posttest	Prä-/Posttest	Prä-/Posttest
Frage 1	1/5 (+)	1/4 (+)	4/5 (+)
Frage 2	1/6 (+)	1/6 (+)	3/3 (=)
Frage 3	0/4 (+)	0/4 (+)	0/3 (+)
geänderte Version	1/5 (+)	0/5 (+)	0/4 (+)
Frage 4	0/1 (+)	1/4 (+)	0/0 (=)
Frage 5a	1/0 (-)	2/3 (+)	0/1 (+)
Frage 5b	2/3 (+)	5/6 (=)	0/2 (+)
Frage 6	6/6 (=)	4/6 (+)	6/5 (=)
	immer 6 anwesend	beim <u>Prätest</u> nur 5 anwesend	beim <u>Posttest</u> nur 5 anwesend

Tabelle 27: Anzahl der Expert/innen, die bei Prä- und Posttest richtig geantwortet haben

Die Ergebnisse beim Prätest sind nicht so gut wie erwartet. In jeder Klasse haben lediglich bei einer Frage alle richtig geantwortet. Die anderen Fragen brachten mittelmäßige Ergebnisse. In der 4A wurden zwei Fragen von niemandem der Expertinnen und Experten korrekt beantwortet und viermal gab es nur eine Person, die das richtige Ergebnis angegeben hat. In der 4B wurden ebenfalls zwei Fragen von niemandem richtig beantwortet, dreimal gab es nur eine richtige Antwort. In der 4C wurden sogar fünf Fragen von keiner der Expertinnen und keinem der Experten richtig beantwortet, die anderen Fragen dafür etwas besser als die der Nebenklassen.³¹ Die farblich markierten mathematischen Symbole in der Klammer, die den Lernzuwachs repräsentieren sollen, zeigen ein erfreulicheres Ergebnis. In jeder Klasse überwiegen die positiven Zuwächse, was bedeutet, dass sie viel dazu gelernt haben. Eine Analyse der Arbeitsblätter ist nicht sinnvoll, da diese in der Expertenrunde in Anwesenheit der Studentin bearbeitet wurden um zu garantieren, dass alle korrekt waren. Das war notwendig, damit von den Expertinnen und Experten keine Fehler weitergegeben werden.

Auch wenn die Ergebnisse des Prätests nicht so herausragen wie angenommen, so war doch bei den meisten Expertinnen und Experten klar zu erkennen, dass interessierte Kinder ausgewählt wurden. Sie haben zum Großteil diszipliniert teilgenommen, haben Fragen gestellt, waren ehrgeizig und wollten alles perfekt machen. Der Prätest hat gezeigt, dass ihr Vorwissen zu dem Thema nicht groß war, die meisten von ihnen haben jedoch viel dazu gelernt. Dies liegt vermutlich auch daran, dass sie die Versuche einmal öfter gesehen haben und auch einmal mehr erklären mussten als ihre Klassenkolleginnen und -kollegen.

Die Frage, ob Schülerinnen und Schüler, die von ihren Klassenlehrerinnen als interessierter eingeschätzt werden, andere Lernerfolge zeigen, bleibt offen.

³¹ Obwohl es beim Prä- und Posttest nur 6 Fragen gab wird hier mit einer Gesamtzahl von 8 verschiedenen Fragen gearbeitet, da Frage 5 in 2 Unterfragen gegliedert ist und bei Frage 3 sowohl die ursprüngliche als auch die geänderte Version angegeben ist.

6.5 Hypothese 5: Unterschied zwischen Mädchen und Buben?

F5 Ist das Lehr- und Lernverhalten bei Buben und Mädchen unterschiedlich? Wenn ja, wie zeigt sich das (z.B. Geduld, Humor, Lautstärke, Ermahnungen,...)?

H5 Die Rollenbilder von Mädchen und Buben im Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen Schulfächern scheinen in der Volksschule noch offen. Es sind keine Unterschiede erkennbar.

Beim Lehrverhalten gibt es auf Grundlage der Videos Unterschiede zwischen den einzelnen Persönlichkeiten, die aber nicht auf das unterschiedliche Geschlecht zurückzuführen sind. Ruhige, hektische, ehrgeizige und minimalistische Charaktere sind sowohl bei den Mädchen als auch bei den Buben zu finden.

Die Expertengruppen waren, auf die Geschlechterverteilung bezogen, ziemlich ausgeglichen. In der 4A und der 4C gab es jeweils 3 Buben und 3 Mädchen, in der 4B waren es 4 Buben und 2 Mädchen.

Beim Arbeiten in den Expertengruppen waren die Mädchen deutlich ruhiger und arbeiteten genauer, einige der Buben waren hingegen eher laut und unaufmerksam. In den Klassen hat sich dieses Bild allerdings nicht bestätigt. Es war kein geschlechterspezifisches Verhalten zu beobachten, weder bei den Expertinnen und Experten noch bei der restlichen Klasse.

Die Lernzuwächse zwischen Prä- und Posttest sind nach Buben und Mädchen getrennt aufgeschlüsselt in den Kapiteln 5.3.2 – 5.3.6 zu finden. Dabei fällt auf, dass es bei den Lernzuwächsen keinen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern gibt.

6.6 Hypothese 6: Was kann man den Viertklässler/innen thematisch schon zumuten?

F6 Welche Inhalte und Konzepte sind für Volksschülerinnen und Volksschüler der vierten Klasse bereits verständlich?

H6 Man kann ähnliche Versuche wie in der zweiten Klasse Unterstufe Physik machen, wenn die Viertklässlerinnen und Viertklässler ausreichend Zeit haben die Versuche anzusehen und selber Versuche anzustellen.

Anhand der Ergebnisse der Posttests, der Videoanalyse und der Beobachtung vor Ort wurde untersucht, was und wie viel man den Volksschülerinnen und Volksschülern der vierten Klasse an Inhalten dieses Themas schon zumuten kann.

Die Frage, was der Spiegel vertauscht, wurde von den Schülerinnen und Schülern anfangs skeptisch bearbeitet, aber je mehr Gegenstände sie vor dem Spiegel betrachtet haben, desto klarer wurde ihnen was sie lernen sollten. Im Verlauf der Experimente und beim Posttest wurde vom Großteil der Klasse angenommen, dass der Spiegel vorne und hinten vertauscht, noch häufiger wurde die Ansicht vertreten, dass rechts und links vertauscht werden. Die Argumentation der Schülerinnen und Schüler gab zumeist ihre Erfahrung mit dem eigenen Spiegelbild wieder: wenn sie dort ihre rechte Hand heben, so hebt ihr Spiegelbild die „linke“ Hand, auch wenn sich beide Hände auf der rechten Seite befinden. Die Autorin vermutet, dass die im Unterricht gewonnenen Erkenntnisse sich

nicht gegen die falsch angelernten Überzeugungen durchsetzen können, und die Kinder nach einigen Tagen wieder eher glauben, dass der Spiegel rechts und links vertauscht, und nicht vorne und hinten.

Die Holzbuchstaben „R“ und „L“, die bei dem Projekt eingesetzt wurden, waren nicht so erfolgreich wie erwartet. Die Schülerinnen und Schüler konnten zwar beschreiben, was sie sehen, daraus schließen konnten sie allerdings nichts. Viele haben erst beim Arbeiten mit den Spielzeugautos, die eigentlich für die Bearbeitung des zweiten Aspekts geplant waren, verstanden, dass vorne und hinten vertauscht wird.

Der zweite Aspekt, der bei dem Projekt bearbeitet wurde, ist die Frage nach dem Ort der Entstehung des Spiegelbildes. Diese Frage hat in den vierten Klassen für größere Verwirrung gesorgt. Posttest und persönliche Gespräche haben gezeigt, dass dieser Aspekt nicht ausreichend verstanden wurde. Ein Vergleich der Studentin mit Fensterscheiben, bei denen man sein Spiegelbild außerhalb des Raumes sieht³², schaffte kurzfristig Klarheit, auch wenn sie es kaum in eigenen Worten wiederholen konnten. Die Schwierigkeiten beim Verständnis über den Ort der Entstehung des Spiegelbildes sind auch bei den Prä- und Posttests erkennbar.

Die anderen Fakten über den ebenen Spiegel, wie die Anzahl der Spiegelbilder des Objekts oder die Größe des Spiegelbildes, schienen ihnen logisch.

Ob man den Schülerinnen und Schülern schon gleich viel zumuten kann, wie jenen der Unterstufe in den weiterbildenden Schulen, ist für die Studentin mangels entsprechender Erfahrung nicht hinreichend zu beantworten. Unter gleichen zeitlichen Bedingungen wären die Ergebnisse der Unterstufenschülerinnen und –schüler vermutlich ähnlich.

6.7 Hypothese 7: Was kommt bei den jüngeren Jahrgängen an?

F7 Wieviel und welche Inhalte kommen bei den jüngeren Jahrgängen an?

H7 Auch wenn ihnen die Versuche Spaß machen, verstehen sie die Hintergründe nicht. Das Interesse an Erklärungen ist gering.

Die Ergebnisse der Arbeitsaufträge in der ersten Klasse und den beiden zweiten Klassen waren sehr gut, es gab kaum falsche oder fehlende Antworten. Das liegt auch daran, dass einige Viertklässlerinnen und Viertklässler für die jüngeren Schülerinnen und Schüler gezeichnet oder ihnen einfach die korrekte Antwort gesagt haben, wie Videoanalysen und Beobachtungen der Autorin belegen. Einige andere haben, wie es vereinbart war, nur geholfen und ausschließlich bei Fragen ihr Wissen weitergegeben. Bei der Auswertung ist nicht erkennbar, wie die Schülerinnen und Schüler der ersten und

³² Am öftesten haben sich die Schülerinnen und Schüler ausgekannt, als ich ihnen erzählt habe, dass man in der U-Bahn, wenn es draußen dunkler ist als innen, den gesamten Wagon in gleicher Größe auch außerhalb des Zuges erkennen kann. Daraufhin gab es viele Zustimmung.

zweiten Klassen zu ihrem Wissen gekommen sind. Ein kurzer Abschlusstest in Abwesenheit der vierten Klassen hätte mehr Klarheit über den tatsächlichen Wissensstand gebracht.

Beim Erstellen der Arbeitsaufgaben wurde darauf geachtet, dass die Schülerinnen und Schüler mangels Schreib- und Lesekenntnissen nichts selber schreiben müssen, weshalb viele „Single Choice“-Fragen gestellt wurden. Der Nachteil dieses Fragemodus ist, dass man nicht erkennen kann, ob sie wirklich alles verstanden haben und dass man raten kann. Dies ist vermutlich oft bei der Spiegelschrift passiert. Statt ein Kreuz beim richtigen Spiegelbild zu machen, hätten sie das Wort auch selber vom Spiegel abschreiben können. Dies könnte bei einem Wiederholen der Testitems geändert werden.

Das Beispiel mit dem Stöpsel haben die meisten der jungen Schülerinnen und Schüler nicht verstanden, was Videoaufnahmen und persönliches Nachfragen belegen. Die meisten Viertklässlerinnen und Viertklässler waren von diesem Versuch begeistert, da er sehr anschaulich ist. Allerdings war er so komplex, dass sie ihn nicht an die Jüngeren weitergeben konnten. Ihre Erklärungen waren meist konfus und hektisch, da sie für längere Erklärungen nicht genug Geduld zu haben schienen. Ob dieses Experiment bei einer professionelleren Präsentation für die jüngeren Schülerinnen und Schüler verständlich werden könnte, bleibt offen.

Die Versuche mit den Spielzeugautos haben den Schülerinnen und Schülern der ersten und zweiten Klasse gut gefallen. Die Viertklässlerinnen und Viertklässler hatten bei diesem Versuch nur eine offene Frage, während die jüngeren Schülerinnen und Schüler ankreuzen mussten, ob die gezeichnete Situation korrekt ist. Im Falle eines Fehlers sollten sie die richtige Lösung bildlich darstellen. Oft wurde auch hier nur geraten und die Aufgabe, die Zeichnungen richtig zu stellen, wurde meistens überlesen und erst nach Aufforderung der Studentin gemacht.

Bei der Videoanalyse dieser Frage fällt auf, dass die Situationen nicht mit dem Spiegel überprüft wurden und dass der Spiegel nicht als Hilfsmittel herangezogen wurde, um die Situationen richtig zu zeichnen. Wenn sie Verbesserungen bei dieser Frage vorgenommen haben, ist dies hauptsächlich nach Gefühl geschehen.

Bei der dritten Seite der Arbeitsaufgaben kamen die Schülerinnen und Schüler aller vierten Klassen am öftesten zur Studentin und es wurde rasch klar, dass sie sich durch die Fragen überfordert fühlten. Das lag an den dreidimensionalen Zeichnungen, durch die sich die Schülerinnen und Schüler, wie ihre Fragen an die Autorin zeigten, schon eingeschüchtert fühlten, bevor sie die dazugehörigen Fragen gelesen hatten. Gefragt

wurde nämlich meist schon vor Lesen des Textes. Besonders die letzte Frage, die Größe des Würfels vor dem Spiegel und die Größe dessen Spiegelbildes, wurde nicht richtig interpretiert, weshalb es hier oft zu Fehlern kam. Wegen dieser Verständnisprobleme der vierten Klassen war klar, dass die dreidimensionalen Zeichnungen für die Kleinen nicht geeignet waren. Der Inhalt der vier Aufgaben am 3.Zettel war nicht schwierig, doch der Sinn dieser Aufgaben wurde oft nicht verstanden. Der Grund dafür könnte an der zu komplizierten Fragestellung liegen. Eine andere Erklärung ergibt sich aus der Videoauswertung: die wenigsten Kinder haben die Darstellung in den Zeichnungen durch eigenes Agieren vor einem realen Spiegel überprüft. Hätten sie beispielsweise die zur Verfügung gestellten Becher und Strohhalm vor den Spiegel gestellt, so wären die Ergebnisse höchstwahrscheinlich besser ausgefallen.

Die Viertklässlerinnen und Viertklässler waren, anders als vorgesehen, bei der Teamarbeit im Mittelpunkt, die Jüngeren kamen nur selten zu Wort. Dadurch können weder ihre Einstellung zum Projekt, noch ihr tatsächlicher Lernfortschritt festgestellt werden. Auffällig war, dass die älteren Schülerinnen und Schüler ihre Aufgabe möglichst rasch hinter sich bringen wollten, so dass die Arbeitsaufgaben bereits nach der Hälfte der zur Verfügung stehenden Zeit abgegeben wurden. Möglich ist auch, dass sie Schnelligkeit mit Qualität gleichsetzten. Auch der hohe Lärmpegel, verursacht durch 40-50 arbeitende Kinder in einem Raum, belastete die Lernatmosphäre. Verbesserungen lassen sich erzielen, wenn – wo möglich – die Schüler/innenzahl pro Raum gesenkt wird. Den Zeitdruck, den sich die älteren Schülerinnen und Schüler selbst auferlegt haben, kann man durch eine Strukturierung der Stunde in Zeiteinheiten, bis zu denen gearbeitet werden soll oder über angekündigte Tests zumindest abschwächen. Solche angekündigten Überprüfungen könnten die Lehrenden zu sorgfältigen, ausführlicheren Erklärungen und die Lernenden zu mehr Nachfragen motivieren.

6.8 Hypothese 8: Einschätzung zum Sachunterricht und Lernfortschritte

F8 Ist die persönliche Einschätzung zum Sachunterricht in den Lernfortschritten der Schülerinnen und Schüler erkennbar?

H8 Je positiver der Sachunterricht und die eigene Leistung darin eingeschätzt wird, desto besser ist der Lernfortschritt.

In Kapitel 5.2. ist die Auswertung der Fragebögen über den Sachunterricht zu finden. In den Kapiteln 6.3.2 - 6.3.6 sind bei den Auswertungen der Prä- und Posttests unter anderem auch Kreuztabellen zu finden, die einen Zusammenhang zwischen den Fragebögen und den Lernfortschritten zwischen Prä- und Posttest aufzeigen.

Für die Untersuchung wurden bei den drei für die Hypothese relevanten Punkten des Fragebogens jeweils Kreuztabellen erstellt, die den Zusammenhang zwischen

Antworttyp und Wissenszuwächsen aller Prä- und Posttestfragen analysiert. Bei der Analyse der Kreuztabellen sind jeweils 51 gültige Datensätze vorhanden.

Bei Frage 1a des Fragebogens sollten die Schülerinnen und Schüler angeben, ob sie gerne für den Sachunterricht lernen. Die 35 Viertklässlerinnen und Viertklässler, die bei dieser Frage völlig zustimmten, haben zum Großteil bei den Fragen des Prä- und Posttests dasselbe geantwortet, die anderen haben sich häufiger verbessert als verschlechtert. Diese Tendenz ist bei allen Fragen der Prä- und Posttests in Zusammenhang mit der Frage 1a zu erkennen.

Frage 2³³ des Prä- und Posttests sticht hervor. Im Vergleich zu den anderen Fragen gab es hier in beide Richtungen die meisten Abweichungen: sowohl bei den Verbesserungen als auch bei den Verschlechterungen. Bei allen anderen Fragen gab es stets einen ähnlichen Wertzuwachs.

Von jenen drei Schülerinnen und Schülern, die bei der Frage 1a „eher nicht zustimmten“, diejenigen die also nicht gerne für den Sachunterricht lernen, hat sich keine/r verschlechtert. Außer bei Frage 4 hat sich immer mindestens einer/eine verbessert, bei Frage 2 sogar alle drei.

Bei Frage 1e sollten die Viertklässlerinnen und Viertklässler angeben, wie sehr sie der Aussage zustimmen, dass sie viel Interessantes im Sachunterricht lernen.

Jene 41 Schülerinnen und Schüler, die der Aussage „sehr zugestimmt“ haben, haben hauptsächlich einen gleich bleibenden Lernzuwachs zu verbuchen. Die Zahl jener Schülerinnen und Schüler, die sich verbesserten, ist stets höher als die Zahl jener, die sich verschlechterten.

Bei Frage 2 des Prä- und Posttests gibt es, wie bereits beim Vergleich bei Frage 1a des Fragebogens, am meisten Verbesserungen so wie Verschlechterungen. Bei den anderen Fragen überwiegen erneut die gleich bleibenden Antworten. Bei den Kreuztabellen dieser Frage gab es auch bei Frage 5b viele Verbesserungen.

Da die Gruppe, die der Aussage 1e nicht zugestimmt hat, nur aus einer einzigen Person besteht (die sich bei den meisten Fragen verbessert und nie verschlechtert hat), sind hier keine repräsentativen Ergebnisse möglich.

Bei Frage 1i des Fragebogens sollten die Schülerinnen und Schüler angeben wie weit sie der Aussage „normalerweise bin ich gut in Sachunterricht“ zustimmen. 26 Schülerinnen und Schüler stimmten vollkommen zu. Bei ihnen gab es zwischen Prä-

³³ Frage 2: „Ein Spiegel vertauscht...“: „oben und unten“, „links und rechts“ oder „vorne und hinten“?

und Posttest kaum Verschlechterungen, meist ist die Qualität der Antworten gleich geblieben.

Bei allen Fragen haben sich mehr Viertklässlerinnen und Viertklässler verbessert als verschlechtert. Generell gab es bei diesen Kreuztabellen nur wenige Verschlechterungen. Erneut haben sich bei der zweiten Frage die meisten verbessert. Die Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die sich verbessert haben ist ausnahmsweise sogar höher als die Zahl jener, die dasselbe geantwortet haben.

Auch bei dieser Frage über den Sachunterricht hat eine Person „überhaupt nicht zugestimmt“. Diese hat sich, bis auf zwei Fragen, immer verbessert und nie verschlechtert.

Schülerinnen und Schüler, die angegeben haben, dass sie gut im Sachunterricht sind und dass sie gerne dafür lernen, erzielen auch gute Ergebnisse bei den Prä- und Posttests und haben kaum negative Lernerfolge. Allerdings haben auch jene Schülerinnen und Schüler, die sich schlechter einschätzen, positive Lernerfolge, weshalb ein Zusammenhang nicht aufgezeigt werden kann. Es ist erfreulich, dass kaum negative Lernzuwächse auftraten, auch wenn dadurch die Hypothese nur teilweise bestätigt werden kann.

7 Zusammenfassung und Anwendbarkeit der Ergebnisse für den Unterricht

7.1 Zusammenfassung und Ausblick

Die **Schülervorstellungen** über den Spiegel und ihre Veränderungen nach Durchführung des Projektes wurden in Prä- und Posttest ermittelt. Wie vermutet wurde zumeist angenommen, dass der Spiegel links und rechts vertauscht – diese Fehlvorstellung konnte durch die Arbeit mit Materialien vor dem Spiegel weitgehend beseitigt werden. Die „Single Choice“-Frage, was der Spiegel vertauscht, haben beim Prätest 45% und beim Posttest 75% der Schülerinnen und Schüler korrekt beantwortet. Die Fehlvorstellungen über den Ort des Spiegelbildes blieben hingegen auch nach Erklärungen und Versuchen weiter bestehen. Anscheinend waren hier die Schülerinnen und Schüler noch nicht reif genug, um die Zusammenhänge erfassen zu können. Sie gaben zwar an, die Aufgabe als leicht zu empfinden und wirkten nicht überfordert. Ihre Antworten waren aber zum Großteil falsch oder unzureichend. Die Aufgabe den Ort des Spiegelbildes einzuzeichnen wurde beim Prätest von 11% und beim Posttest von 28% der Schülerinnen und Schüler korrekt gelöst. Die Frage nach dem Ort des Spiegelbildes wurde lediglich von 1,8% (Prätest) und 3,4% (Posttest) korrekt mit „hinter“ beantwortet. Am häufigsten wurde die Antwort „im“ gewählt (60% beim Prätest und 70,7% beim Posttest).

Auffallende Ergebnisse brachten die Aufgaben mit der Spiegelschrift und dem Malkasten. Im Prä- und Posttest sollten die Schülerinnen und Schüler vorgegebene Wörter vertikal und horizontal spiegeln. Bei den Arbeitsaufgaben musste das Wort lediglich horizontal gespiegelt werden. Bei der vertikalen Spiegelung waren die Antworten beim Prätest zu 24% und beim Posttest zu 37% korrekt. Die horizontale Spiegelung wurde beim Prätest zu 26% und beim Posttest zu 60% richtig ausgeführt. Beim Ausfüllen der Arbeitsblätter konnten die Schülerinnen und Schüler einen Spiegel zu Hilfe nehmen, dadurch waren 94% der Antworten richtig. Die Ergebnisse der verschiedenen Arten der Spiegelung unterscheiden sich also deutlich voneinander. Die Bearbeitung der horizontalen Spiegelung während des Projektes hat sich positiv auf die Posttests ausgewirkt. Die vertikale Spiegelung scheint schwieriger und die Bearbeitung der horizontalen Spiegelung hatte kaum Auswirkungen auf das Verständnis der vertikalen.

Ein Item, das bei allen Tests und Arbeitsblättern vorkam, war das Zeichnen eines Malkastens vor dem Spiegel. Dabei mussten die Kinder die Farbkombination ihres

Malkastens frei wählen und das dazu passende Spiegelbild zeichnen. Beim Prätest haben 73% und beim Posttest 93% der Schülerinnen und Schüler aller vierten Klassen ein korrektes Ergebnis erzielt. Damit wurde dieses Beispiel sowohl beim Prä- als auch beim Posttest am häufigsten richtig gelöst. Für diese Aufgabe waren weder Leseverständnis noch gutes räumliches Vorstellungsvermögen nötig, weshalb Kinder, die in diesen Bereichen Schwierigkeiten haben, das Beispiel verstehen und lösen konnten. Dies ist der auch Grund, warum 96% der Schülerinnen und Schüler der ersten und zweiten Klasse dieses Beispiel in ihren Arbeitsaufgaben richtig gezeichnet haben.

Wie angenommen gab es weder beim Interesse am Fach, noch bei den Ergebnissen von Prä- und Posttest signifikante **Unterschiede zwischen Buben und Mädchen**.

Große Unterschiede gab es hingegen, wenn die Ergebnisse der Arbeitsaufgaben hinsichtlich der unterschiedlichen **Lernformen** verglichen wurden. Die Kleingruppen (vier bis fünf Schülerinnen und Schüler) konnten die Aufgaben aller drei Arbeitsblätter problemlos in der vorgegebenen Zeit bewältigen, während in der Großgruppe durch Störungen und hohen Lärmpegel das Arbeitstempo so gering war, dass aus Zeitmangel das dritte Arbeitsblatt nicht mehr ausgegeben werden konnte. Dazu kam, dass die Expertinnen und Experten, die mit Kleingruppen arbeiteten, kein Problem damit hatten diese anzuweisen. Kinder, die vor einer ganzen Klasse standen, wurden hingegen nervös und konnten ihre Erklärungen nicht ähnlich flüssig und laut vortragen wie in den Kleingruppen.

Die Kinder haben ihre **Rolle als Lehrende** mit Stolz, Freude und Engagement ausgeführt. Wer nicht von der Studentin als Experte oder Expertin ausgebildet wurde war zumeist etwas enttäuscht, hat sich aber darüber gefreut am nächsten Tag die jüngeren Kinder ausbilden zu dürfen. Auch die Unterrichteten haben die Schülerinnen und Schüler als Lehrpersonen akzeptiert, und haben mit ihnen geduldig und diszipliniert die Aufgaben erarbeitet.

Die am Projekt teilnehmenden **Integrationskinder** der zweiten und vierten Klasse haben von der Projektarbeit profitiert. Als Lernende sind die Integrationskinder der vierten Klasse noch durch ihre langsamere Auffassungsgabe aufgefallen, bei der Zusammenkunft mit der zweiten Klasse (ebenfalls eine Integrationsklasse) waren sie genauso wie die anderen in die Wissensvermittlung eingebunden. Die Integrationskinder der zweiten Klasse konnten in dem ihnen gemäßen Lerntempo arbeiten und zeigten im Vergleich zu ihren Peers keinerlei Auffälligkeiten.

Während die Viertklässlerinnen und Viertklässler von der Zusammenarbeit mit den Jüngeren profitiert haben, war der Effekt für die Schülerinnen und Schüler der ersten und

zweiten Klasse nicht auswertbar. Die Betreuung ging nämlich meist so weit, dass die Aufgaben der Jüngeren von den Älteren gelöst wurden. Wenn man **das jahrgangsübergreifende Lernen verbessern** möchte, muss man die älteren Schülerinnen und Schüler zu mehr Zurückhaltung anleiten, ihnen erklären, woran man erkennt, dass die Jüngeren die Aufgabe verstanden haben und mit ihnen die Arbeitsblätter genauer bearbeiten und analysieren. Wichtig ist es die Arbeitsunterlagen möglichst einheitlich zu gestalten. Die aus sprachlichen Gründen unterschiedlichen Antwortformen auf den Arbeitsblättern für Jüngere und Ältere führten zu Verwirrungen bei den Kindern der vierten Klassen, die durch einheitliche Blätter zu vermeiden gewesen wären.

Nicht erwartete **sprachliche Probleme** dürften die Ergebnisse beeinflusst und verfälscht haben. Beim Ausfüllen der Arbeitsblätter sollten die Schülerinnen und Schüler neben Zeichnungen auch offene Fragen kurz beantworten. Mündlich war das Eingehen auf diese Fragen kein Problem, schriftlich konnten dieselben Fragen aber nur sehr selten beantwortet werden, da freies Schreiben für die Kinder offenbar ungewohnt ist und als unangenehm empfunden wird. Beispielsweise wurde die Frage „*Was lernst du aus den Versuchen?*“ von 70% der Viertklässlerinnen und Viertklässer unpassend oder gar nicht beantwortet. Oft wurde auf eine offene Frage mit einem einzelnen Begriff beantwortet. Längere Antworten wurden immer erst nach Rücksprache mit der Studentin niedergeschrieben. Auch einfach erscheinende Begriffe wie „Alltag“ (in der Frage: „wofür brauchst Du im Alltag einen Spiegel?“) wurden nicht verstanden.

Auch beim sinnerfassenden Lesen gab es sowohl beim Fragebogen zum Sachunterricht als auch bei den Aufgabenstellungen der Arbeitsblätter Probleme, weshalb die Schülerinnen und Schüler die Arbeitsaufträge oft mündlich einholten. Besonders auffallend und für die Auswertung problematisch waren die sprachlichen Defizite bei der Frage, wo das Spiegelbild entsteht. Hier standen die Präpositionen „hinter“, „vor“, „im“ und „auf“ zur Auswahl. Die Kinder unterschieden hier nicht zwischen den Begriffen „hinter“ und „im“, weshalb sie für ihre Erklärungen im Peer-Teaching mitunter beide Begriffe synonym verwendeten. Deshalb könnten die vielen falschen Antworten auf die Frage nach der Entstehung des Spiegelbildes an der mangelnden sprachlichen Kompetenz liegen. Als Erklärung bieten sich aber auch die fehlende Akzeptanz der korrekten Antwort, die unzureichende Lernzeit und die zu große, nicht bewältigbare Menge an neuen Informationen an. Da diese sprachlichen Defizite bei der Konzeption der Tests nicht bekannt waren, konnten sie nicht auf das Können der Kinder angepasst werden. Arbeitsblätter mit weniger Text, mehr Bildern und einem Minimum an offenen

Fragen wären adäquater gewesen. Mit solchen vereinfachten Mitteln ist dann allerdings nicht mehr feststellbar, wie tief das Verständnis der physikalischen Phänomene geht.

In den Klassen, die an dem Projekt teilgenommen haben, gab es einen hohen Anteil von Kindern aus Migrantenfamilien, die in der Schule ausschließlich und gut deutsch sprechen, zu Hause aber in einer anderen Sprache kommunizieren. Ob die oben beschriebenen sprachlichen Probleme damit zusammenhängen wird vermutlich ein neues Forschungsprojekt klären, welches mit denselben Jahrgängen in Klassen mit geringerem Migrationsanteil arbeitet.

7.2 Bedeutung der Ergebnisse für den Schulalltag

Wenn man die Kinder in der Volksschule projektbezogen voneinander lernen lässt (**Peer-Teaching**), das ist auch jahrgangsübergreifend möglich, kann man ihr Selbstbewusstsein, ihre sozialen Fähigkeiten und ihre Motivation stärken. Auch Integrationskinder profitieren von dieser Lernmethode. Für die Lehrkräfte bedeutet sie allerdings einen erhöhten Aufwand.

Schülervorstellungen sind bereits vor dem Projekt vorhanden und sollten in einen professionellen Unterricht einbezogen werden. Um vorhandene Fehlvorstellungen richtig zu stellen bedarf es viel Zeit und Geduld, beispielsweise durch Reflexionen in der Großgruppe oder Wiederholungen des Gelernten in der Folgewoche.

Physikalische Themen aus dem Lehrplan der AHS-Unterstufe können bereits in der vierten Klasse Volksschule auf ähnlichem Niveau bearbeitet werden, wenn man den Schülerinnen und Schülern geeignete Materialien gibt mit denen sie experimentieren und forschen können. So lassen sich die bestehende Neugierde und das **Interesse an Naturwissenschaften** spielerisch fördern.

Da sich **sprachliche Defizite** auch auf andere Fächer auswirken und dort die Wissensvermittlung beeinträchtigen, ist in diesem Bereich an den untersuchten Klassen ein dringender Aufholbedarf gegeben, der von den Klassenlehrerinnen alleine nicht zu bewältigen ist. Mündliche und vor allem schriftliche Ausdrucksfähigkeit sowie Lesekompetenz müssen als Grundvoraussetzung für jede weitere Bildung verstärkt gefördert werden.

8 Verzeichnisse

8.1 Literaturverzeichnis

BLUMÖR R. (1993): Schülerverständnisse und Lernprozesse in der elementaren Optik: ein Beitrag zur Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts in der Grundschule. Westarp Wissenschaften. – Magdeburg und Essen (=Naturwissenschaften und Unterricht; Band 19).

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FRAUEN bmbf (November 2005): Lehrplan der Volksschule, Vierter Teil, Gesamtstundenzahl und Stundenausmaß der Pflichtgegenstände, der verbindlichen Übungen, des Förderunterrichts, der Freigegegenstände und unverbindlichen Übungen, Stand: BGBl. II Nr. 368/2005, o.O.; auch online unter https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_vs_vierter_teil_14042.pdf?4dzgm2 (02.09.2014)

DUIT, R. (2011a): Alltagsvorstellungen berücksichtigen. - In: MÜLLER, R., WODZINSKI, R. und HOPF, M. (Hrsg.) (2011): Schülervorstellungen in der Physik. – Köln.

DUIT, R. (2011b): Schülervorstellungen – von Lerndefiziten zu neuen Unterrichtsansätzen. - In: MÜLLER, R., WODZINSKI, R. und HOPF, M. (Hrsg.) (2011): Schülervorstellungen in der Physik. – Köln.

DUIT, R. (2011c): Vorstellung und Experiment: Von einer eingeschränkten Überzeugungskraft experimenteller Beobachtungen. - In: MÜLLER, R., WODZINSKI, R. und HOPF, M. (Hrsg.) (2011): Schülervorstellungen in der Physik. – Köln.

HERAN-DÖRR, E. (2011): Von Schülervorstellungen zu anschlussfähigem Wissen im Sachunterricht. Eine Publikation des Programms *SINUS an Grundschulen*, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) an der Universität Kiel. – Kiel.

HERDT D. (1990): Einführung in die elementare Optik. Vergleichende Untersuchung eines neuen Lehrgangs. – Essen (= Naturwissenschaften und Unterricht – Didaktik im Gespräch, Band 10).

JUNG, W. (2011): Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie. - In: MÜLLER, R., WODZINSKI, R. und HOPF, M. (Hrsg.) (2011): Schülervorstellungen in der Physik. – Köln.

LÜCK, G. und KÖSTER, H. (Hrsg.) (2006): Physik und Chemie im Sachunterricht. - Westermann Schulbuchverlag, Braunschweig und Klinkhardt, Bad Heilbrunn.

MÖLLER, K. (2006): Naturwissenschaftliches Lernen – eine (neue) Herausforderung für den Sachunterricht?. In: Hanke (Hrsg.): Grundschule in Entwicklung. Herausforderungen und Perspektiven für die Grundschule heute. – Münster.

PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE WIEN (2009): Curriculum für das Bachelor-Studium Lehramt an Volksschulen, beschlossen durch die Studienkommission der PH Wien am 17.02.2009. – Wien; auch online unter http://www.phwien.ac.at/files/Mitteilungsblatt_VR/Punkt%204/Bachelor%20Studium%20Lehramt%20an%20Volksschulen.pdf (20.08.2014)

SCHUCHARDT B., (2012): Materialien zum Thema Spiegel. Spiegel im Science Center, Spiegel im Unterricht der Grundschulen. - Frankfurt am Main.

STADTSCHULRAT FÜR WIEN (2012): Schule in Wien, 2. Auflage. Wien; auch online unter <https://www.wien.gv.at/bildung/stadtschulrat/pdf/schule-in-wien.pdf> (20.08.2014)

SUCHAŃ, B., WALLNER-PASCHON, C., SCHREINER, C. (Hrsg.) (2012): PIRLS & TIMSS 2011. Die Studien im Überblick. Graz: Leykam.

TIPLER, P.A. und MOSCA G. (2007): Physik. Für Wissenschaftler und Ingenieure. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

WIESNER, H. (2011a): Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten mit dem Spiegelbild. - In: MÜLLER, R., WODZINSKI, R. und HOPF, M. (Hrsg.) (2011): Schülervorstellungen in der Physik. – Köln.

WIESNER, H. (2011b): Verbesserung des Lernerfolgs im Unterricht über Optik (I): Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten. - In: MÜLLER, R., WODZINSKI, R. und HOPF, M. (Hrsg.) (2011): Schülervorstellungen in der Physik. – Köln.

WIESNER, H., SCHECKER, H. und HOPF, M. (Hrsg.) (2011): Physikdidaktik kompakt. Aulis Verlag. Freising.

WIESNER, H., ENGELHARDT, P. und HERDT, D. (1993): Unterricht Physik. – In: BORN, G. (Hrsg.): Band 1: Optik I: Lichtquellen, Reflexion. Aulis-Verlag Köln.

WODZINSKI, R. (2011): Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten. – In: MÜLLER, R., WODZINSKI, R. und HOPF, M. (Hrsg.) (2011): Schülervorstellungen in der Physik. – Köln.

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl der Schüler/innen nach Geschlecht und Klasse	18
Tabelle 2: Auflistung der Materialien.....	22
Tabelle 3: Fragen 1e, 1f und 1g - nach Klasse und Antwort geordnet	34
Tabelle 4: Fragen 1h und 1j - nach Klasse und Antwort geordnet.....	35
Tabelle 5: Fragen 1c und 1k - nach Klasse und Antwort geordnet.....	36
Tabelle 6: Fragen 2a und 2d - nach Klasse und Antwort geordnet	38
Tabelle 7: Fragen 2b und 2e - nach Klasse und Antwort geordnet	39
Tabelle 8: Anzahl der Antworten von Frage 1 bei Prä- und Posttest (nach Klasse und Geschlecht getrennt aufgeschrieben)	39
Tabelle 9: Auswahl an Antworten (Frage 1, Prä- und Posttest).....	41
Tabelle 10: Häufigkeiten der Antworten, Frage 2	42
Tabelle 11: Lernzuwachs, Frage 2.....	42
Tabelle 12: Häufigkeiten der Antworten, Frage 3	43
Tabelle 13: Lernzuwachs, Frage 3.....	43
Tabelle 14: Häufigkeiten der Antworten, geänderte Frage 3	44

Tabelle 15: Lernzuwachs, geänderte Frage 3.....	45
Tabelle 16: Häufigkeiten der Antworten, Frage 4.....	45
Tabelle 17: Lernzuwachs, Frage 4	45
Tabelle 18: Häufigkeiten der Antworten, Frage 5a und 5b.....	46
Tabelle 19: Lernzuwachs, Frage 5a und 5b	46
Tabelle 20: Häufigkeiten der Antworten, Frage 6.....	47
Tabelle 21: Lernzuwachs, Frage 6	47
Tabelle 22: Analyse der Arbeitsblätter der 4.Klassen (Anzahl der falschen und richtigen Antworten, Prozentpunkte gerundet).....	48
Tabelle 23: Anzahl und Prozentwerte der richtigen und falschen Antworten der Arbeitsblätter der 1. und 2.Klassen (nach der Klasse sortiert)	51
Tabelle 24: Feedback zum Lernzuwachs	54
Tabelle 25: Positives und negatives Feedback zum Projekt.....	55
Tabelle 26: Sonstige/Allgemeine Gedanken zum Projekt	56
Tabelle 27: Anzahl der Expert/innen, die bei Prä- und Posttest richtig geantwortet haben	62

8.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Studentafel der 1.-4. Schulstufe	2
Abbildung 2: Koordinatensystem im Objektraum (links) und im Bildraum (rechts) ¹⁴	13
Abbildung 3: Mensch liegt vor einem ebenen Spiegel	14
Abbildung 4: Spiegelbild einer Kerze ¹⁶	14
Abbildung 5: Bilderzeugung beim ebenen Spiegel.....	15
Abbildung 6: Geplanter Ablauf des Forschungsprojektes	19
Abbildung 7: Großteil der verwendeten Materialien	21
Abbildung 8: Buchstaben „L“ und „R“	22
Abbildung 9: Bauwerke aus Duplosteinen.....	23
Abbildung 10: Versuche des zweiten Arbeitsblattes (links Versuch A mit Spielsteinen, rechts Versuch B mit Auto).....	27
Abbildung 11: Skizze des Versuchsaufbaus: Stifte ohne Stöpsel (links) und mit Stöpsel hinter dem Spiegel (rechts) ²⁵	28
Abbildung 12: Diagramme mit Antworten der Fragen 1e, 1f und 1g	33
Abbildung 13: Diagramme mit Antworten der Fragen 1h und 1j	34
Abbildung 14: Diagramme mit Antworten der Fragen 1c und 1k	36
Abbildung 15: Diagramme mit Antworten der Fragen 2a und 2d	37
Abbildung 16: Diagramme mit Antworten der Fragen 2b und 2e	38
Abbildung 17: Graphik der Antworten bei Prä- und Posttest in Prozent (nach Klasse sortiert)	40
Abbildung 18: Unterschied zwischen Prä- und Posttest bei Frage 3 und der korrigierten Version44	
Abbildung 19: Antworten eines Schülers der 4A bei den Spiegelungen beim Prätest (1), beim Arbeitsblatt (2) und beim Posttest (3).....	49

Abbildung 20: Antworten eines Schülers der 4C bei den Spiegelungen beim Prätest (1), beim Arbeitsblatt (2) und beim Posttest (3)	50
Abbildung 21: Zwei korrekt beantwortete Beispiele der Arbeitsaufgaben	50
Abbildung 22: Korrekte Beantwortung (1) und viele verschiedene falsche Antworten (2-5)	50
Abbildung 23: Falsche Zeichnung des Malkastens in der 4A (links) und in der 4B (rechts)	52
Abbildung 24: Verschiedene Antworten auf Frage 2 (oben) und Frage 3 (unten) des 3.Arbeitsblattes der 1./2.Klassen	53
Abbildung 25: Verschiedene Antworten auf Frage 4 des 3.Arbeitsblattes der 1./2.Klassen	54

9 Anhang

Die Dokumente im Anhang wurden an die Seitenverhältnisse dieser Arbeit angepasst und haben im Original ein wenig anders ausgesehen.

FRAGEBOGEN ÜBER DEINEN SACHUNTERRICHT³⁴

Bist du ein Bub oder ein Mädchen?

☐ ein Bub

☐ ein Mädchen

Wie sehr stimmst du diesen Aussagen über das Lernen in Sachunterricht zu?

*Bitte in jeder Zeile **einen** Kreis ankreuzen.*

Klasse: _____

Code: _____

A B C D E F

A und B: 1. und 2. Buchstabe deines

Nachnamens

C und D: Tag deines Geburtstages (01-31),

E und F: 1. und 2. Buchstabe des Vornamens
deiner Mutter

	stimme völlig zu	stimme eher zu	stimme eher nicht zu	stimme überhaupt nicht zu
a) Ich lerne gern für Sachunterricht.	☐	☐	☐	☐
b) Ich wünschte, ich müsste nicht für Sachunterricht lernen.	☐	☐	☐	☐
c) Ich lese in meiner Freizeit über Themen, die im Sachunterricht vorkommen.	☐	☐	☐	☐
d) Sachunterricht ist langweilig.	☐	☐	☐	☐
e) Ich lerne viel Interessantes im Sachunterricht.	☐	☐	☐	☐
f) Ich mag Sachunterricht.	☐	☐	☐	☐
g) Mich interessiert, was meine Lehrerin sagt.	☐	☐	☐	☐
h) Die Aufgaben in Sachunterricht sind schwierig.	☐	☐	☐	☐
i) Normalerweise bin ich gut in Sachunterricht.	☐	☐	☐	☐
j) Sachunterricht fällt mir schwerer als vielen Kindern meiner Klasse.	☐	☐	☐	☐
k) Für meine Zukunft ist es notwendig, gut über Themen des Sachunterrichts Bescheid zu wissen.	☐	☐	☐	☐

Wie oft machst du Folgendes im Sachunterricht?

*Bitte in jeder Zeile **einen** Kreis ankreuzen.*

	mind. 1-mal pro Woche	1-bis 2- mal pro	einige Male pro Jahr	nie oder fast nie
a) Ich beobachte etwas, z.B. das Wetter oder wie eine Pflanze wächst und schreibe auf, was ich sehe.	☐	☐	☐	☐
b) Ich schaue der Lehrerin zu, wie sie einen Versuch macht.	☐	☐	☐	☐
c) Ich mache einen Versuch oder eine Untersuchung.	☐	☐	☐	☐
d) Ich lese Bücher über Themen des Sachunterrichts.	☐	☐	☐	☐
e) Ich löse Sachunterrichtsaufgaben selbstständig.	☐	☐	☐	☐
f) Ich benutze in Sachunterricht einen Computer.	☐	☐	☐	☐

³⁴ nach <https://www.bifie.at/system/files/dl/Schülerfragebogen.pdf>

DER SPIEGEL

Klasse: _____

Code: _____
A B C D E F

1.) Was ist ein Spiegel? Schreibe auf, was dir dazu einfällt.

2.) Ein Spiegel vertauscht ...

☐ oben und unten

☐ vorne und hinten

☐ links und rechts

3.) Du schaust in einen Spiegel. Wo siehst du dein Spiegelbild?

☐ hinter dem Spiegel

☐ auf dem Spiegel

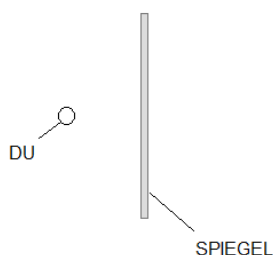
☐ vor dem Spiegel

☐ im Spiegel

4.) Du stehst vor einem großen Spiegel und betrachtest dein Spiegelbild.

Mache ein Kreuz (X) dorthin, wo du dich im Spiegel siehst.

Hilfe: in der Skizze siehst du die Situation von oben



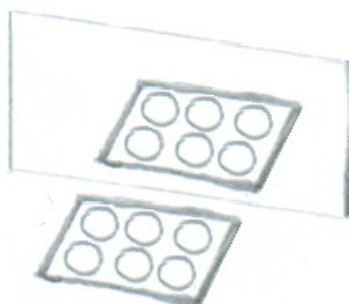
5.) Schreibe das Wort „Senf“ und das Wort „Hallo“ in Spiegelschrift.

SENF

HALLO

6.) Bemale den Malkasten, der vor dem Spiegel steht mit 6 unterschiedlichen Farben (pro Feld eine Farbe).

Zeichne dann das Spiegelbild deines Malkastens in den Spiegel ein.



SPIEGEL – 1

Klasse: _____

Code: _____
A B C D E F

Stelle die Gegenstände, die du bei dieser Station findest vor den Spiegel.

Zeichne hier den **Malkasten**, die Buchstaben **M A U S** und die **Legosteine** vor dem Spiegel und ihr Spiegelbild. Du hast ein Beispiel, wie das aussehen soll.



Halte die großen Buchstaben **L** und **R** vor den Spiegel. Schreibe alles auf, was dir auffällt.

Stelle die zusammengesetzten Legosteine vor den Spiegel. Was ist der Unterschied zwischen dem Bauwerk, das vor dem Spiegel steht und seinem Spiegelbild?

Du hast dir nun viele Dinge vor und im Spiegel angeschaut.
Beschreibe kurz, was der Spiegel vertauscht:

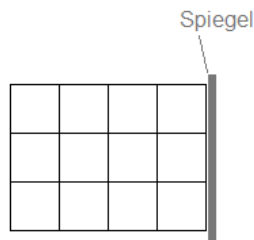
SPIEGEL – 2

Klasse: _____

Code: _____
A B C D E F

Lege das Papier mit Seite **A** vor einen Spiegel. Stelle vier Spielfiguren (1 rot, 1 grün, 1 blau, 1 gelb) auf vier unterschiedliche Felder. In jeder Reihe soll eine Figur stehen. Sieh dir nun das Spiegelbild an.

Stell dir vor, dass von oben ein Foto von dem Blatt, dem Spiegel und dem Spiegelbild gemacht wird und zeichne die Situation hier auf. Zeichne auch die Figuren auf dem Feld und im Spiegelbild ein.



Drehe das Blatt vor dem Spiegel nun um, sodass die Straße zu sehen ist (Seite **B**). Stelle ein kleines Auto auf die Straße und fahre vor und zurück.

Was passiert gleichzeitig mit dem Spiegelbild des Autos? Schreibe es hier auf.

Lege nun Zettel **C** vor dich und einen Spiegel auf den Strich in der Mitte des Zettels.

Lege einen Filzstift **ohne** Stöpsel auf die Linie bei Nummer 3 (siehe Foto). Versuche nun, den Stöpsel so weit nach hinten zu legen, dass es so aussieht, als würde der Stift nun einen Stöpsel haben.

Bei welcher Linie liegt der Stöpsel hinter dem Spiegel? _____

Schau dir den Abstand zwischen dem Stift und dem Spiegel und dann den Abstand zwischen dem Spiegel und dem Stöpsel an.

Der Abstand zwischen Stift und Spiegel ist

☐ größer

☐ kleiner

☐ gleich groß wie der Abstand zwischen Spiegel und Stöpsel.

Was lernst du aus diesen drei Versuchen?

SPIEGEL – 3

Klasse: _____

Code: _____
A B C D E F

Stelle eine Figur vor den Spiegel.

Betrachte das Spiegelbild und beantworte folgende Fragen:

Wie viele Figuren siehst du im Spiegel? _____

Gibt es einen Unterschied zwischen der Figur vor dem Spiegel und ihrem Spiegelbild?

☐ Ja, nämlich:

☐ Nein

Ist das Spiegelbild auch da, wenn du nicht hinsiehst?

☐ Ja

☐ Nein

Vergleiche die Größe des Spiegelbildes mit der Größe der Figur vor dem Spiegel.

Das Spiegelbild ist

☐ kleiner

☐ größer

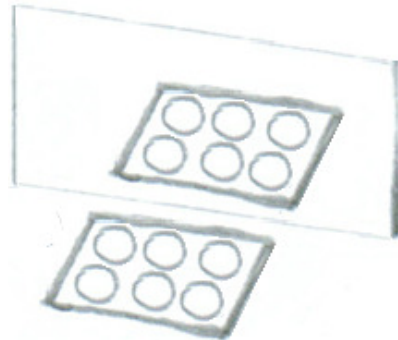
☐ gleich groß

Beschreibe mit deinen eigenen Worten was ein Spiegel macht:

Wofür brauchst du im Alltag einen Spiegel?

SPIEGEL – 1

Stelle den Malkasten vor den Spiegel.



Male 6 verschiedene Farben in den Malkasten (rechts) und male dann das Spiegelbild davon.

Stelle die Legosteine vor den Spiegel.



Zeichne auf, was du im Spiegel und vor dem Spiegel siehst.

Wie sieht das Spiegelbild vom Wort „MAUS“ aus?



☐



☐



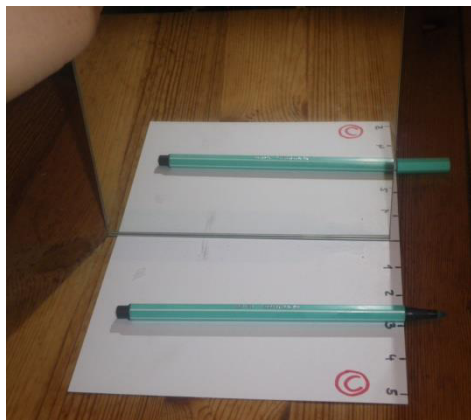
☐



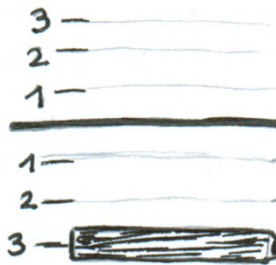
☐



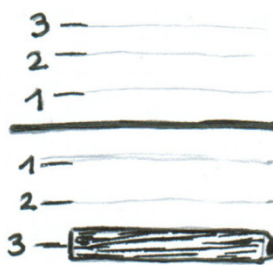
SPIEGEL – 2



Bei welchem Bild liegt der Stöpsel richtig?



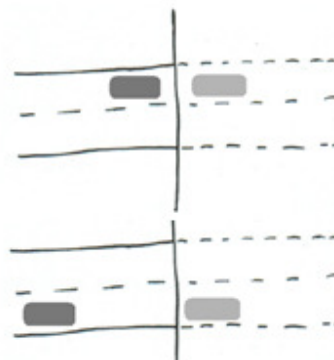
☐ 0



☐ 0



☐ 0



Stimmt die Zeichnung?

- ☐ JA
☐ NEIN – bitte ausbessern



- ☐ JA
☐ NEIN – bitte ausbessern



- ☐ JA
☐ NEIN – bitte ausbessern

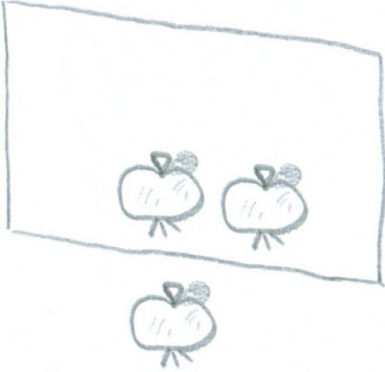
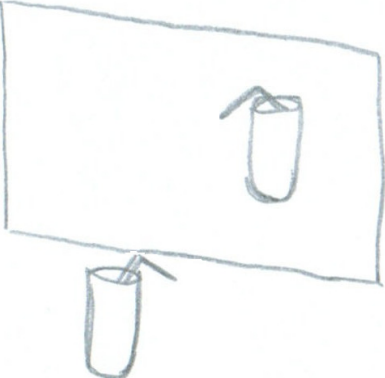
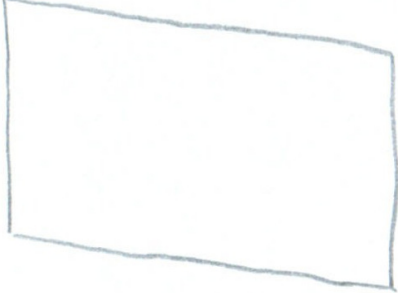
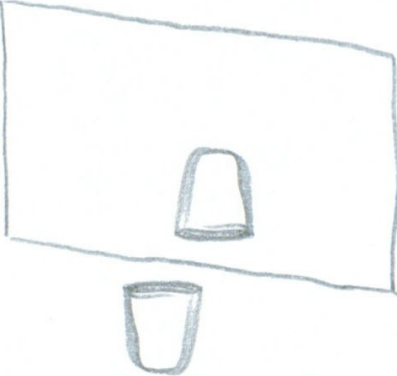
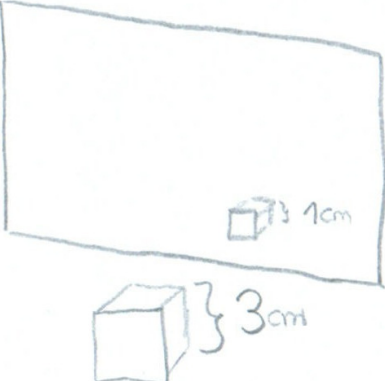


- ☐ JA
☐ NEIN – bitte ausbessern

Fahre mit dem Auto vor und zurück und beobachte es im Spiegel.

SPIEGEL – 3

Was ist falsch? Zeichne es richtig.

NEIN:	JA:
	
	
	
	

Was mir mit Jurdicht gefallen hat. 

1.1 Ich habe bei Jurdicht sehr viele Sachen gelernt 

2.1 Mir gefällt es sehr mit Jurdicht zu arbeiten   Arbeiten

3.1 ~~Dann~~ Darüber freue ich mich sehr dass die Jurdicht da ist 

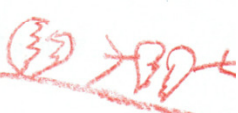
4.1 Ich finde sehr was wir erkläre 

5.1 Ich hoffe sie kommt immer 

6.1 Ich freue mich sehr dass sie die Sach zu Hause bringt  

7.1 Gut dass ich hier in die Schule gehe 

8.1 Ich werde die Sachen was ich 

8. mit Jurdicht gemacht habe behalten 

10.1

11.1

12.1

13.1

Lebenslauf – Judith Freytag

Persönliche Daten

Geburtsdatum: 10. Februar 1990

Staatsbürgerschaft: Österreich

Evangelisch a.b.

Verheiratet

Kind: Jan David (geboren im März 2012)

Mutter: Ruth Freytag, MAS, Leiterin einer Musikschule

Vater: Dipl.-Ing. Martin Freytag, Pflegehelfer

Ausbildung

seit Oktober 2008

Studentin an der Universität Wien,
Lehramtsstudium Physik und

Geographie und Wirtschaftskunde

12. Juni 2008

Matura mit ausgezeichnetem Erfolg

2000-2008

Goethegymnasium, Astgasse 3,
1140-Wien

2004-2008

Ausbildung zur Peer-Mediatorin
ab 2005 regelmäßiger Einsatz als
Mediatorin

Juli/August 2005

Englisch-College in Australien

1996-2000

Volksschule Felbigergasse 97,
1140-Wien

Berufliche Kenntnisse

Dezember 2006 bis
Dezember 2007 sowie
seit Juli 2009

geringfügige Angestellte (Bäckerei
Ströck) *seit Oktober 2010*
verantwortliche Schichtleitung

August 2006, August
2007 und Juli 2010

Ferialarbeit im Verkauf (Bäckerei
Ströck)

Wintersemester 2009
und 2010

Erstsemestrigentutorin am
Physikinstitut

Sept. 2006 bis Juni 2009

Jungscharleiterin

Wien, 1. Oktober 2014