

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
1. Einleitung	2
2. Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit	4
3. Lehrplan der Volksschule.....	5
3.1 Sachunterricht	5
3.2 Kommentar zum Lehrplan der Volksschule	9
4. Lernen durch Tun	11
4.1 Praktisches Lernen.....	12
4.1.1 Praktisches Lernen und Schule	15
4.1.2 Anthropologische Aspekte	16
4.1.3 Praktisches Lernen und Entwicklungspsychologie	17
4.1.4 Praktisches Lernen und Wissenschaft	18
4.2 Handlungsorientierter Unterricht	19
4.2.1 Historischer Abriss	20
4.2.2 Merkmale Handlungsorientierten Unterrichts.....	21
4.2.3 Anthropologische Begründung	22
4.2.4 Der Begriff „Handlung“	23
4.2.5 Sozialisationstheoretische Begründung.....	25
4.2.6 Lern- und Entwicklungspsychologische Aspekte	26
4.2.7 Das Experiment als Arbeitsform im Handlungsorientierten Unterricht.....	28
4.3 Lernen mit allen Sinnen.....	29
4.3.1 Der Sehsinn – die visuelle Wahrnehmung	31
4.3.2 Der Hörsinn – die auditive Wahrnehmung	32
4.3.3 Der Tastsinn – die taktile Wahrnehmung.....	32
4.3.4 Der Geruchssinn – die olfaktorische Wahrnehmung	33
4.3.5 Der Geschmackssinn – die gustatorische Wahrnehmung	34
4.3.6 Die Sinne und ihre Bedeutung für den Unterricht.....	35

5. Fragebogenuntersuchung	38
5.1 Interesse an Themengebieten	42
5.1.1 Interesse an Themen nach einzelnen Themengebieten	45
5.1.2 Unterschiede Stadt-Land	48
5.1.3 Unterschiede nach Altersgruppen der Lehrer.....	50
5.1.4 Unterschiede nach Geschlecht.....	53
5.1.5 Unterschiede öffentliche und private Schulen.....	55
5.2 Interesse an der Durchführung von Experimenten	57
5.2.1 Unterschiede Stadt-Land	59
5.2.2 Unterschiede nach Altersgruppen der Lehrer.....	61
5.2.3 Unterschiede nach Geschlecht.....	62
5.2.4 Unterschiede öffentliche und private Schulen.....	63
5.3 Offene Fragen	64
6. Versuchsanleitungen zu den ausgewählten Experimenten	66
Versuch 1: Wasser hat eine Haut?.....	67
Versuch 2: Schwimmer oder Nichtschwimmer?	69
Versuch 3: Die Reise des Tintentropfens	71
Versuch 4: Wer ist da so durstig?	74
Versuch 5: Das „leere“ Glas	76
Versuch 6: Taucherglocke für Gummibären.....	78
Versuch 7: Kerzen löschen	80
Versuch 8: Der etwas andere Feuerlöscher	82
Versuch 9: Die Blaskraft des Backpulvers.....	84
Versuch 10: Wie entstehen Wolken?	87
Versuch 11: Eisen + Wasser + Luft = ?	89
Versuch 12: Jetzt knallt´s	91
Versuch 13: Brauselimonade selbst gemacht.....	93
Versuch 14: Was macht das Cola „light“?.....	96
Versuch 15: Was ist in den Säcken vom Bäcker?	98
Versuch 16: Rotkraut oder Blaukraut?	101
Versuch 17: Die Schwedenbombe wird erwachsen.....	105
Versuch 18: So ein Schleimer!.....	107
Versuch 19: Eine Batterie aus Zitronen.....	110

Versuch 20: Wie kann man Eisen, Salz und Sand trennen?	112
Versuch 21: Filzstiftfarben lernen laufen	115
Versuch 22: Was macht die Smarties® bunt?	118
Versuch Z1: Dichtemesser selbst gemacht.....	120
Versuch Z2: Wo ist die Stärke?	122
Versuch Z3: Wie kann man Wasser, Salz und Sand trennen?	124
Versuch Z4: Das widerspenstige Kügelchen.....	127
7. Materialien- und Geräteauswahl für die Experimente	129
7.1 Materialien – Set.....	130
7.2 Zusätzliche Materialien	131
8. Feedback.....	133
8.1 VS Neckenmarkt: 16. 11. 2006 – 4. Klasse	135
8.1.1 Feedback Lehrerin (VOL Angelika LEITGEB).....	135
8.1.2 Interpretation Feedback Lehrerin	136
8.1.3 Feedback Schüler	137
8.1.4 Interpretation Feedback Schüler.....	137
8.2 VS Grimmenstein: 14. 5. 2007 – 4. Klasse.....	138
8.2.1 Feedback Lehrerin (VD Margit GREINER)	138
8.2.2 Interpretation Feedback Lehrerin	138
8.2.3 Feedback Schüler	139
8.2.4 Interpretation Feedback Schüler.....	140
8.3 VS Neckenmarkt: 11. 6. 2007 – 3. Klasse	140
8.3.1 Feedback Lehrerin (VOL Christine HEINRICH)	140
8.3.2 Interpretation Feedback Lehrerin	141
8.3.3 Feedback Schüler	141
8.3.4 Interpretation Feedback Schüler.....	142
8.3.5 Feedback Eltern.....	143
8.4 VS Neckenmarkt: 15. 6. 2007 – 4. Klasse	143
8.4.1 Feedback Schüler	144
8.4.2 Interpretation Feedback Schüler.....	144

8.5 VS Neckenmarkt: 10. 1. 2008 – 4. Klasse	145
8.5.1 Feedback Schüler	145
8.5.2 Interpretation Feedback Schüler.....	146
8.6 Zusammenfassung.....	147
9. Überprüfung der Nachhaltigkeit	149
9.1 VS Neckenmarkt: 16. 11. 2006 – 4. Klasse	149
9.1.1 Fragestellungen und Auswertung (15 Schüler).....	149
9.2 VS Grimmenstein: 14. 5. 2007 – 4. Klasse.....	152
9.2.1 Fragestellungen und Auswertung (20 Schüler).....	152
9.3 VS Neckenmarkt: 11. 6. 2007 – 3. Klasse	155
9.3.1 Fragestellungen und Auswertung (15 Schüler).....	155
9.4 VS Neckenmarkt: 15. 6. 2007 – 4. Klasse	157
9.4.1 Fragestellungen und Auswertung (14 Schüler).....	157
9.5 VS Neckenmarkt: 10. 1. 2008 – 4. Klasse	159
9.5.1 Fragestellungen und Auswertung (15 Schüler).....	159
9.6 Interpretation der Ergebnisse	162
10. Initiativen zum chemischen Experimentieren	
mit Volksschulkindern.....	164
10.1 Initiativen in Österreich.....	164
10.1.1 Kinderuni – Universität Wien	164
10.1.2 VCÖ – Woche der Chemie.....	166
10.1.3 Mitmachlabor – TU Wien	167
10.1.4 Mitmachlabor – IfC Graz	167
10.1.5 Chemobil Kärnten	168
10.2 Initiativen in Deutschland	168
10.2.1 Die CIPSI-AG	168
10.2.2 Lernort Labor	170
10.2.3 Akademie für Lehrerfortbildung – Dillingen	170
10.2.4 „Experimentieren mit Tini und Toni“	171
10.2.5 Forschungsexpress – IPN Kiel	172

11. Schlusswort	173
12. Literatur	175
12.1 Primärquellen	175
12.2 Sekundärquellen.....	180
12.3 Internetquellen	180
13. Liste der Tabellen.....	182
14. Liste der Grafiken	184
15. Anhang	185
15.1 Fragebogenuntersuchung	185
15.1.1 Zusätzliche Tabellen und Grafiken	185
15.2 Feedback	194
15.2.1 Brief Klassenlehrerin VS Neckenmarkt (3. Klasse).....	194
15.2.2 Brief Eltern VS Neckenmarkt (Eltern 3. Klasse)	195
15.2.3 Zeitungsberichte	196
15.3 Überprüfung der Nachhaltigkeit	199
15.3.1 VS Neckenmarkt: 16. 11. 2006 – 4. Klasse	199
15.3.2 VS Grimmenstein: 14. 5. 2007 – 4. Klasse	200
15.3.3 VS Neckenmarkt: 11. 6. 2007 – 3. Klasse	201
15.3.4 VS Neckenmarkt: 15. 6. 2007 – 4. Klasse	202
16. Lebenslauf	203

Vorwort

Die vorliegende Diplomarbeit basiert auf einem Projekt des AECCC¹ (Austrian Educational Competence Centre Chemistry) mit dem Titel „Einfache chemische Experimente für die Volksschule“, das mein persönliches Interesse an naturwissenschaftlicher Frühförderung widerspiegelt.

Die frühe Konfrontation von Schülern mit chemischen Zusammenhängen in der Natur und deren Thematisierung mittels altersadäquater chemischer Experimente erinnert mich an meine eigene Volksschulzeit, in der im Rahmen des Sachunterrichts nur vereinzelt Experimente aus dem Bereich der Biologie durchgeführt wurden. Als Studentin des Lehramts Chemie finde ich dies aus heutiger Sicht sehr schade, da es nicht nur möglich, sondern auch aus entwicklungs- und lerntheoretischer Sicht definitiv sinnvoll ist, Schülern im Volksschulalter chemische Zusammenhänge ihrer Umwelt experimentell zu vermitteln, wie dies auch die zahlreiche Literatur zum Thema „Chemisches Experimentieren mit Kindern“ verdeutlicht. Bei der näheren Beschäftigung mit diesem Gebiet wurde mir außerdem bewusst, dass es überaus wichtig ist, der in der Gesellschaft verankerten skeptischen bzw. negativen Einstellung zur Chemie schon in früher Kindheit zu begegnen und diese möglichst in positiver Weise zu beeinflussen. Dieser Aspekt und die Tatsache, dass es für Kinder sowohl interessant als auch sinnvoll ist, sich Grundzüge chemischen Wissens durch einfache Experimente anzueignen, sind als die Grundpfeiler der vorliegenden Arbeit anzusehen.

Das Gelingen dieser Diplomarbeit, im Besonderen des empirischen Teils davon, wurde maßgeblich von der Kooperation und Mithilfe der Lehrer von Volksschulen in Wien und im Burgenland, speziell der Volksschulen Neckenmarkt und Grimmenstein, den Betreuern dieser Arbeit, Herrn Dr. C. Luef und Herrn Univ.-Prof. H. Ipser vom Institut für Anorganische Chemie/Materialchemie, ermöglicht. Die Durchführung der Fragebogenaktion wurde vom Landesschulrat für Burgenland und vom Stadtschulrat für Wien unterstützt. Nicht zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, ohne deren finanzielle und vor allem seelische Unterstützung mein Studium und somit auch die vorliegende Arbeit nicht machbar gewesen wären. Außerdem gilt mein Dank meinen Freunden und besonders auch meinem Freund für ihren uneingeschränkten moralischen Beistand im Laufe dieser Diplomarbeit.

¹ Die nationalen Fachdidaktikzentren verfolgen das Ziel, im Bereich des Lehrens und Lernens des jeweiligen Faches forschend, entwickelnd und beratend sowie durch Lehre und Weiterbildung tätig zu sein. Die Ergebnisse sollen sowohl in den Unterricht, in die Lehrerbildung und Schulentwicklung, in die Wissenschaftsgemeinschaft als auch als Steuerungswissen in Bildungsverwaltung und Bildungspolitik einfließen (<http://aeccc.univie.ac.at/>; 12.2.2008).

1. Einleitung

Wie schon im Vorwort der vorliegenden Arbeit erwähnt, wurde meine Diplomarbeit durch ein Projekt des AECCC (Austrian Educational Competence Centre Chemistry) mit dem Titel „Einfache chemische Experimente für die Volksschule“ initiiert und gefördert. Das Anliegen dieser Initiative ist es, Experimente aus dem Bereich der Chemie so auszuwählen und zu optimieren, dass sie für Kinder im Volksschulalter, speziell für Schüler der vierten Schulstufe, geeignet sind. Der österreichische Lehrplan der Volksschule sieht für die vierte Schulstufe vor, wie auch in dieser Arbeit noch genauer beschrieben wird, dass die Schüler unter anderem anhand von Experimenten Sachzusammenhänge aus dem Fachgebiet Chemie erkennen und selbst erforschen können. Deswegen ist es ein Hauptziel dieser Arbeit, einfache chemische Experimente in Form eines Experimentiersets zusammen zu stellen, das die benötigten Materialien und Geräte enthält. Hier wird besonderes Augenmerk auf Sicherheitsaspekte und möglichst geringe Kosten („low cost – Experimente“) gelegt. Eine Fragebogenuntersuchung, die sich an Volksschullehrer in Wien und im Burgenland richtete zeigte, dass das einfache chemische Experimentieren in der Volksschule großen Anklang finden würde, sofern geeignete Materialien und Unterlagen zur Verfügung stünden und die Lehrkräfte in das chemische Experimentieren eingeführt würden. Zudem beeinflusste die angesprochene Fragebogenuntersuchung die Auswahl der Experimente in hohem Maße, da speziell Versuche zu den Themengebieten, die die Volksschullehrer als besonders interessant für ihre Schüler erachteten, ausgewählt wurden.

Das Ziel, Kinder schon früh in Form von Experimenten mit naturwissenschaftlichen Aspekten zu konfrontieren, wird im deutschsprachigen Raum bereits seit einiger Zeit von zahlreichen Initiativen verfolgt. Die Besonderheit des Projekts „Einfache chemische Experimente für die Volksschule“ des AECCC ist darin zu sehen, dass das chemische Experimentieren nicht wie bei vielen anderen Initiativen dieser Art auf einzelne Projektstage beschränkt sein, sondern zu einem fixen Bestandteil des Sachunterrichts der Volksschule werden soll.

Die vorliegende Arbeit ist wie folgt aufgebaut:

Zu Beginn soll verdeutlicht werden, warum einfache chemische Experimente im Sachunterricht der Volksschule nicht nur ihren Platz finden können, sondern vielmehr müssen. Dazu werden der Lehrplan und der Kommentar zum Lehrplan der Volksschule mit Fokus auf die vierte Schulstufe zusammengefasst dargestellt und interpretiert, in dem das

chemische Experimentieren dezidiert erwähnt und gefordert wird. Danach wird anhand von existierender Literatur zu diesem Thema erläutert, welche Vorteile das Lernen durch praktisches Arbeiten aus entwicklungspsychologischer und lerntheoretischer Sicht mit sich bringt. Im nächsten Kapitel dieser Arbeit wird die bereits angesprochene Fragebogenuntersuchung präsentiert und interpretiert, die als Grundlage für die nachfolgend angeführten Versuchsanleitungen diente. Die Materialien, die für die ausgewählten und optimierten Versuche benötigt werden, sind darauf folgend in Listenform angeführt. Da die Experimente mit Volksschülern der vierten und teilweise auch dritten Schulstufe in deren Volksschulen vor Ort ausprobiert wurden, wird in der vorliegenden Arbeit ebenfalls das Feedback präsentiert und interpretiert, das die Schüler und deren Klassenlehrer nach dem Experimentieren gaben. Um zu sehen, ob die Kinder sich auch tatsächlich Wissen aneigneten, wurde zwei bis drei Wochen nach der Durchführung der Versuche, in einem Fall sogar etwa ein halbes Jahr danach, mittels einer Überprüfung der Nachhaltigkeit in Form eines einfachen Fragebogens eruiert, wie viel Wissen die Schüler beim chemischen Experimentieren sammeln und behalten konnten. Im Anschluss daran werden andere Projekte und Initiativen im deutschsprachigen Raum kurz vorgestellt, um einen Überblick über die Arbeit zu verschaffen, die im Bereich der naturwissenschaftlichen Frühförderung durch chemische Experimente geleistet wurde und gegenwärtig geleistet wird.

Zum Schluss ist an dieser Stelle noch anzumerken, dass der Gender-Aspekt in der vorliegenden Arbeit keineswegs ignoriert wird, obwohl wahrscheinlich vielen Lesenden auffallen wird, dass in allen Fällen lediglich die männliche Form verwendet wird. Der Grund hierfür besteht darin, dass der Lesefluss nicht unnötig gestört werden soll und man sich dementsprechend gezielter auf die Inhalte konzentrieren kann. Deswegen sind die in dieser Arbeit häufig vorkommenden Begriffe „Lehrer“ und „Schüler“ als Oberbegriffe zu verstehen, die uneingeschränkt sowohl für LehrerInnen als auch für SchülerInnen gelten sollen und verwendet werden.

Zudem werden in der vorliegenden Arbeit die Termini „Experiment“ und „Versuch“ als gleichbedeutende Begriffe angesehen, obwohl manche Autoren diese – wenn auch teilweise nur geringfügig – unterscheiden.

2. Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit

Wie schon im Vorwort und in der Einleitung der vorliegenden Diplomarbeit erwähnt wurde, besteht das Hauptziel dieser Arbeit darin, ein für Volksschüler adäquates Experimentierset zusammen zu stellen, das neben an das Alter angepassten einfachen Versuchsanleitungen auch die benötigten Materialien enthalten soll. Dabei sind folgende Fragen zu berücksichtigen, auf die im Laufe der Arbeit die entsprechenden Antworten gegeben werden sollen:

- Inwiefern ist das einfache chemische Experimentieren im aktuellen Lehrplan der Volksschule für die vierte Schulstufe vorgesehen?
- Welche entwicklungs- und lernpsychologischen Aspekte und Vorteile bringt das Lernen durch Tun mit sich?
- Wie stehen Volksschullehrer dem chemischen Experimentieren im Rahmen des Sachunterrichts der Volksschule gegenüber und welche Themen halten sie dafür im Speziellen für interessant?
- Haben Volksschüler tatsächlich Freude an einfachen Experimenten und lernen dabei auch etwas?
- Welche anderen ähnlichen Projekte existieren bereits im deutschsprachigen Raum?

Diese Fragen sollen in der vorliegenden Arbeit mit Hilfe von Literatur, Umfragen und der Durchführung von einfachen chemischen Experimenten mit Volksschülern in deren Schulen diskutiert und letztendlich beantwortet werden. Anschließend sollen unter Berücksichtigung der erlangten Einsichten Versuchsanleitungen zu ausgewählten chemischen Experimenten und eine Liste mit den dafür benötigten Materialien erstellt werden, die im endgültigen Experimentierset enthalten sein sollen.

3. Lehrplan der Volksschule

Da sich die Lehrenden und somit auch deren Unterricht am aktuellen Lehrplan der Volksschule zu orientieren haben und dies wahrscheinlich auch nach bestem Wissen und Gewissen in die Tat umsetzen, muss dieser bei der Behandlung der Frage „Warum und an welcher Stelle des Volksschulunterrichts sollen und können chemische Experimente überhaupt ihren Platz finden?“ im Vorfeld genauerer Betrachtung unterzogen werden.

Schon einer der ersten Teile dieses Lehrplans, der das allgemeine Bildungsziel beschreibt, nennt zusammengefasst die verschiedenen Aufgaben, die die Grundschule zu erfüllen hat. Darunter findet man auch eine Aufgabe des Volksschulunterrichts, die für dieses Thema von spezieller Bedeutung ist und die wie folgt beschrieben wird:

Entwicklung und Vermittlung grundlegender Kenntnisse, Fertigkeiten, Fähigkeiten, Einsichten und Einstellungen, die dem Erlernen der elementaren Kulturtechniken (einschließlich eines kindgerechten Umganges mit modernen Kommunikations- und Informationstechnologien), einer sachgerechten Begegnung und Auseinandersetzung mit der Umwelt sowie einer breiten Entfaltung im musisch-technischen und im körperlich-sportlichen Bereich dienen (Wolf 2004a: 20).

Ein anderes Ziel des Unterrichts in der Volksschule besteht darin, die Schüler „ausgehend von den eher spielorientierten Lernformen der vorschulischen Zeit zu bewusstem, selbstständigem, zielerreichendem Lernen hin[zu]führen“ (Wolf 2004a: 20).

3.1 Sachunterricht

In einem folgenden Kapitel des Lehrplans der Volksschule werden die für die vorliegende Arbeit speziell erheblichen Bildungs- und Lehraufgaben, sowie der Lehrstoff und die didaktischen Grundsätze des Unterrichtsfachs Sachunterricht im Detail besprochen (Wolf 2004a: 197-229).

Demnach soll der Sachunterricht dazu dienen, dass die Schüler sich ihre Lebens- und Umwelt begreiflich machen können. Dementsprechend ist es ein Anliegen des Sachunterrichts, anhand von Beispielen die vielfältigen Anschauungsmöglichkeiten der Wirklichkeit und die Bedeutung des Schülers als Mensch in dieser zu erschließen. Der Unterricht soll also so gestaltet werden, dass er sowohl als kindgerecht als auch sachgerecht verstanden werden kann, und soll in weiterer Folge die Schüler zu einer differenzierteren Sicht ihrer Umwelt

führen und somit eigenverantwortliches Handeln als sein Ziel definieren. Zu diesem Zweck ist es auch wichtig, dass der Schüler sich durch den Erwerb von Kenntnissen und Einsichten und das Erlernen von fachspezifischen Arbeitsweisen den Grundbegriffen und Gesetzen seiner Lebenswelt annähert (Wolf 2004a: 197).

Im Lehrplan wird das Unterrichtsfach Sachunterricht in folgende Erfahrungs- und Lernbereiche gegliedert (Wolf 2004a: 198):

- Gemeinschaft
- Natur
- Raum
- Zeit
- Wirtschaft
- Technik

Die Planung des Sachunterrichts soll auf die Alltagserfahrungen und Lebenswelten der Schüler eingehend Bezug nehmen, und weiters sollen diverse Zusammenhänge (aus der Umwelt/Lebenswelt) in den Köpfen der Schüler „durch situationsorientierte Unterrichtsansätze [und] durch handelnde Arbeitsweisen (z.B. entdeckendes Lernen, projektorientiertes Lernen)“ (Wolf 2004a: 198) hergestellt werden.

Zu den oben angeführten Teilbereichen, in die der Sachunterricht unterteilt wird, ist zu sagen, dass für die vorliegende Arbeit der Bereich „Technik“ von größter Bedeutung ist, wobei auch der Bereich „Natur“ an dieser Stelle erwähnt werden soll, da es auch hier einige Berührungspunkte mit dem Thema „Einfache chemische Experimente für die Volksschule“ gibt. Unter anderen beinhalten die Ziele des Sachunterrichts auch die folgenden (Wolf 2004a: 198f.):

Anzustreben ist ein Verständnis für die Natur als der Lebensgrundlage des Menschen und für den Menschen selbst als einen Teil der Natur. Unterrichtsarbeit muss über das Gewinnen von Grundkenntnissen zum Erlernen fachspezifischer Arbeitsweisen und schließlich zu verantwortungsbewusstem Verhalten gegenüber der Natur und dem eigenen Körper führen.

Nach dieser allgemeinen Einleitung werden im Lehrplan der Volksschule im Anschluss die einzelnen Erfahrungs- und Lernbereiche in ausführlicher Art und Weise definiert, wobei hier ausschließlich, aus Gründen, die schon weiter vorne in dieser Arbeit erläutert wurden, auf den Bereich „Technik“ eingegangen werden soll. In der Einleitung der Erläuterung zu diesem Erfahrungs- und Lernbereich heißt es:

Die Arbeit im Erfahrungs- und Lernbereich Technik geht von der Begegnung des Schülers mit technischen Gegebenheiten, mit Naturkräften und Stoffen in seiner Umwelt aus (Wolf 2004a: 200).

Zudem wird hier angesprochen, dass den Schülern bewusst werden soll, dass sie ein Teil dieser Umwelt sind und als solcher durch ihre Taten aktiv in diese eingreifen. Weiters soll vermittelt werden, dass sie dadurch auch für ihre Lebenswelt verantwortlich sind. In diesem Erfahrungs- und Lernbereich sollen die Schüler außerdem fachspezifische Arbeitsweisen kennen lernen und folglich durch das Gewinnen von Kenntnissen und Einstellungen ein verantwortungsbewusstes Umgehen mit Stoffen und Geräten erlernen (Wolf 2004a: 200).

Die Inhalte, die in diesem Teilbereich des Sachunterrichts ihren Platz haben sollen, werden im Lehrplan der Volksschule jeweils für die Grundstufe I und II, sowie innerhalb der Grundstufen für jede Schulstufe einzeln besprochen. Obwohl das Thema „Experimentieren“ auch in der Grundstufe I erwähnt wird, soll hier im Besonderen auf die Grundstufe II eingegangen werden, da dieses Thema hier einen speziellen Stellenwert hat.

In der dritten Schulstufe etwa „soll durch probierendes und konstruierendes Tun neben elementaren Handlungserfahrungen und grundlegenden Einsichten auch die Arbeitsweise des Experimentierens erworben werden“ (Wolf 2004a: 222).

Ein Ziel des Unterrichts wird hier unter dem Punkt „Stoffe und ihre Veränderungen“ zusammengefasst, der aus den Teilbereichen „Kenntnisse über Stoffe und ihre Veränderungen erweitern“, „Spezifische Arbeitsweisen erweitern: Experimentieren“ und „Sachgemäßes und verantwortungsbewusstes Handeln im Umgang mit Stoffen erkennen“ besteht. Hier wird explizit angesprochen, dass Experimente im Unterricht durchgeführt und deren Ergebnisse festgehalten werden sollen. Die Termini „Experiment“ und „Versuch“ werden im Lehrplan der Volksschule, ebenso wie in der vorliegenden Arbeit, als gleichbedeutend angesehen und verwendet (Wolf 2004a: 223).

Was den Teil des Lehrplans betrifft, in dem der technische Bereich des Sachunterrichts der Volksschule detailliert besprochen wird, ist zu bemerken, dass auch hier großer Wert auf das Gebiet „Stoffe und ihre Veränderungen“ gelegt wird, dessen Inhalte auszugsweise wie folgt beschrieben werden (Wolf 2004a: 225):

- Luft als lebensnotwendigen Stoff [...] kennen
- Umweltbelastende Stoffe (z.B. Abgase, Kunststoffe, Waschmittel) und Verfahrensweisen zu deren Beseitigung kennen
- Experimente und einfache Versuchsreihen durchführen [...]
- Verfahrensweisen zur Beseitigung
- Die Kennzeichnung gefährlicher Stoffe und andere Hinweise [...] dazu beachten
- Umweltgerechtes Handeln bei der Anschaffung, beim Gebrauch und bei der Beseitigung bestimmter Stoffe erlernen

Im Anschluss an diese Erläuterungen wird im Lehrplan ausdrücklich darauf hingewiesen, dass im Unterricht „sicherzustellen [ist], dass über die allgemeinen didaktischen Grundsätze hinaus Lernprozesse in konkreten Erlebnis-, Handlungs- und Sachzusammenhängen ermöglicht werden“ (Wolf 2004a: 225).

Außerdem sollen die Lehrer in ihren didaktischen Maßnahmen im Erfahrungs- und Lernbereich „Technik“ beachten, dass Kinder in diesem Alter ein überaus großes Interesse an ihrer Lebenswelt, also an technischen, physikalischen und chemischen Bereichen ihrer Umwelt zeigen. Zudem weist der Lehrplan der Volksschule in besonderer Weise auf Schülerversuche hin:

Neben der unmittelbaren Begegnung mit der Wirklichkeit kommt dem Versuch, vor allem dem Schülerversuch, besondere Bedeutung zu. Er integriert sämtliche fachspezifische Arbeitsweisen und fördert Lernbereitschaft, Verantwortungsbewusstsein und Kooperationsfähigkeit (Wolf 2004a: 229).

3.2 Kommentar zum Lehrplan der Volksschule

Im „Kommentar zum Lehrplan der Volksschule“ (Wolf 2004b: 336-344) beschreibt Karl Umgeher den Erfahrungs- und Lernbereich „Technik“. Dabei spricht er bei den Begründungen und Zielsetzungen über die verschiedenen Themengebiete, die in diesem Bereich des Sachunterrichts aufgegriffen werden können und auch sollen. Für die vorliegende Arbeit als besonders interessant gilt hier, dass der Autor die Bildungs- und Lehraufgaben wie folgt definiert (Wolf 2004b: 336):

- Die Arbeit im Erfahrungs- und Lernbereich Technik geht von der Begegnung des Schülers mit technischen Gegebenheiten, mit Naturkräften und Stoffen in seiner Umwelt aus.
- Anzustreben ist das Verständnis, dass der Mensch in das Ordnungsgefüge der Natur eingebettet, von den Naturgesetzen abhängig und für die Auswirkungen seiner Eingriffe verantwortlich ist.
- Dieser Erfahrungs- und Lernbereich hat über das Erlernen fachspezifischer Arbeitsweisen das Gewinnen von Grundkenntnissen und Einsichten zu vermitteln und zu sachgerechtem und verantwortungsbewusstem Umgang mit Stoffen und technischen Geräten anzuleiten.

Weiters diskutiert Umgeher die didaktischen Konzeptionen, die in diesem Bereich zu tragen kommen sollen. Er beginnt damit, dass es wichtig ist, den Schülern die Grundbegriffe und Kenntnisse zu vermitteln, die zu einem naturwissenschaftlichen Denken führen, in dem auch die Zusammenhänge verschiedener Teilbereiche erkannt werden. Als zusätzlich sehr bedeutenden Punkt bezeichnet er das Erlernen von Arbeitsweisen, die in den Naturwissenschaften einen großen Stellenwert besitzen. Zudem zählt der Autor die Teilbereiche auf, die in diesem Rahmen zum Unterricht gehören sollten (Wolf 2004b: 337):

1. Das Beobachten
 - als planmäßiges, zielgerichtetes Wahrnehmen [...] als Ausgangspunkt für das Beschreiben von Zustandsformen, Zustandsänderungen und Vorgängen [...]
 - als Erfassen von Abläufen, die sich über einen längeren Zeitraum erstrecken (Durchführen von Experimenten)
2. Das Klassifizieren
 - durch Bestimmen von Strukturen, Merkmalen und Klassenbezeichnungen [...]
3. Das Quantifizieren mit Maß und Zahl [...]
4. Sachgerechter Umgang und sachgemäßes Handeln [...]
5. Durchführen von Experimenten [...]
6. Schlussfolgern
 - als Ableitung aus einem erkannten und verfügbaren Prinzip [...]
 - als Übertragen gewonnener Einsichten auf neue Sachverhalte [...]

Der Lehrstoff im Erfahrungs- und Lernbereich „Technik“ ist in folgende Subkategorien gegliedert: „Technische Gegebenheiten in der Umwelt des Kindes“, „Kräfte und ihre Wirkungen“ und „Stoffe und ihre Veränderungen“. Wie schon erwähnt, soll aus Gründen der Relevanz für die vorliegende Arbeit hier näher auf den letzten Teilbereich des Sachunterrichts eingegangen werden, obgleich zu bemerken ist, dass das Experiment auch in den anderen Unterkapiteln seinen Stellenwert einnimmt (Wolf 2004b: 338-342).

Zum Punkt „Stoffe und ihre Veränderungen“ ist zu sagen, wie schon bei der Diskussion des Lehrplans bemerkt wurde, dass die Schüler der Grundstufe II in diesem Bereich allgemeines Wissen über Stoffe und deren Veränderungen erwerben und zu neuen und fachspezifischen Arbeitsweisen hingeführt werden sollen, die von den Schülern dann auch direkte und aktive Anwendung erfahren. Umgeher sieht es auch als sehr wichtig an, dass den Schülern der Terminus „Stoff“ nahe gebracht wird. Dazu meint er: „Der Erwerb des Begriffes „Stoff“ und das „Erkennen von Veränderungen“ ist für technische Bildung (besonders aus dem Gesichtspunkt der Chemie) wesentlich“; deshalb erläutert der Autor dieses Gebiet in detaillierter Form und nennt diverse Inhalte, die im Sachunterricht behandelt werden können bzw. sollen (Wolf 2004b: 342):

- Was ist Stoff [...]
- Merkmale von Stoff (unspezifische Merkmale):
 - Ein und derselbe Stoff kann in verschiedener Form, Größe, [etc.] auftreten.
- Spezifische Merkmale
 - Zustandsformen: Merkmale wie: fest – flüssig – gasförmig [...]
- Stoff und Umwelt
 - Erdöl [...] Erze [...]

Zusammengefasst kann also festgestellt werden, dass der Lehrplan der Volksschule als Grundstein des Unterrichts einen Bereich vorsieht, in dem einfache chemische Experimente unumstritten ihren Platz finden können und müssen, da dezidiert vom Experimentieren und dem zugehörigen Beobachten die Rede ist. Die Durchführung solcher Versuche würde außerdem mit Sicherheit zu einer Bereicherung, nicht nur in Bezug auf möglichst vielfältige Lehrmethoden, des Volksschulunterrichts, sowohl für Schüler als auch für deren Lehrer, beitragen.

4. Lernen durch Tun

Dass das aktive Tun im Lernprozess einen überaus wichtigen Stellenwert einnimmt, hat man schon lange vor unserer Zeit entdeckt:

**Erzähle mir und ich vergesse,
Zeige mir und ich erinnere.
Lass es mich tun und ich verstehe.**

(Konfuzius², 551 – 479 v. Chr.)

Der Begriff „handlungsintensives Lernen“ ist in den 1990er Jahren im Zusammenhang mit diversen schulreformpädagogischen Neuerungsbestrebungen in Mode gekommen und soll an dieser Stelle skizziert dargestellt werden, da dieser Ansatz eine eindeutige und logische Grundlage für den Einsatz von chemischen Experimenten im Sachunterricht der Volksschule bildet.

Im Gegensatz zu weit verbreiteten kognitiv orientierten Unterrichtsmodellen soll das handlungsintensive Lernen den Schüler als aktiv handelndes Individuum berücksichtigen und in den Lernprozess einbinden. Die theoretische Begründung eines solchen Unterrichts ist auf anthropologische, soziologische und kognitionspsychologische Erkenntnisse zurückzuführen (Möller 1997: 134).

Doch am Anfang sollte wohl der Begriff „handlungsintensives Lernen“ selbst einer genaueren Betrachtung und Erklärung unterzogen werden. In diesem Zusammenhang ist auffällig, dass in der Literatur keine homogene Definition des Terminus zu finden ist. Trotzdem ist in einigen Ansätzen, die den Schüler als handelnd Partizipierenden am Unterrichtsgeschehen ansehen, eindeutig ein gemeinsamer Nenner zu finden, nämlich die Ansicht, dass diese Art von Unterricht dem Schüler „einen handelnden Umgang mit den Lerngegenständen ermöglicht“ (Möller 1997: 135).

² Konfuzius (551-479 v. Chr.): war ein chinesischer Philosoph und der Begründer des Konfuzianismus. Er gründete eine Schule für Philosophie. Der zentrale Wert seiner Lehren war die Ordnung, die durch Achtung anderer Menschen erreichbar sei (<http://de.wikipedia.org/wiki/Konfuzius>; 15.2.2007)

Im Folgenden soll in der vorliegenden Arbeit also auf die Ansätze des „Praktischen Lernens“, des „Handlungsorientierten Unterrichts“ und des „Lernens mit allen Sinnen“ eingegangen werden, um einen Überblick über die theoretischen Grundlagen, die in allen Fällen für eine aktive und handelnde Auseinandersetzung der Volksschüler, also auch für eine Einführung von chemischen Experimenten in der Volksschule, sprechen. Die genannten Unterrichtsmodelle gehen auf verschiedene Ursprünge zurück. Bekannte Pädagogen, Psychologen und Philosophen, wie etwa Gaudig, Kerschensteiner, Montessori, Dewey und Habermas, haben einen erheblichen Anteil zur Entwicklung dieser Unterrichtsmodelle beigetragen, und obwohl die Traditionslinien ihrer Ansätze, wie schon vorher erwähnt, teilweise sehr unterschiedlich sind, ist hier festzuhalten, dass die Kernaussage für den Unterricht im Endeffekt überall die selbe zu sein scheint (Möller 1997: 135).

4.1 Praktisches Lernen

Das Praktische Lernen ist nach Gudjons (2001b: 249) ein Unterrichtskonzept, das neben anderen unter dem Schlagwort „Didaktik zum Anfassen“ konstruiert wurde und sich deutlich auf die Reformpädagogik des frühen 20. Jahrhunderts bezieht. Das Praktische Lernen wird vom Autor wie folgt definiert (Gudjons 2001b: 250):

Praktisches Lernen: ein (vor allem von der Tübinger Arbeitsgruppe um Andreas Flitner) entwickeltes und mit zahlreichen Beispielen erprobtes Konzept zur stärkeren Verknüpfung von Kopf und Handarbeit [...].

Fauser, Konrad und Schönig, Mitarbeiter der Projektgruppe Praktisches Lernen³, fügen hinzu, dass die Auswahl des Begriffs, dass das „Praktische“ an sich schon die Wichtigkeit der eigenen Tätigkeit und Erfahrung betont und somit eine wesentliche Grundlage für das Lernen bildet. Obwohl der Terminus erst im Zusammenhang mit den Bildungsreformen der 1960er und 1970er Jahre geprägt wurde, geht der Grundgedanke des Praktischen Lernens weit zurück; schon in der deutschen Klassik wurden ähnliche Ziele im Bereich der Bildung

³ Projektgruppe Praktisches Lernen (Tübingen): wurde 1983 von der deutschen Akademie für Bildungsreform gegründet, um das Förderprogramm „Praktisches Lernen“ (mit dem Ziel, das Praktische Lernen in der Schule zu verankern) fachlich, administrativ und finanziell zu unterstützen, weiters um die Erfahrungen aus dem Programm zu analysieren und weiterzugeben (<http://www.pl-jena.de/grund.html>; 13.5.2007).

angesprochen, die dann im Zuge der Reformpädagogik wieder aufgegriffen wurden und auch in heutigen reformpädagogischen Ansätzen zu finden sind (Projektgruppe Praktisches Lernen 1998: 12f.).

Der Begriff und das Unterrichtsmodell Praktisches Lernen wurden von Fauser, Mack, Spies, Fintelmann, Flitner und anderen geprägt. Obwohl der Terminus, wie auch manche Autoren selbst bemerken, vielleicht etwas unglücklich gewählt wurde, da er auf den ersten Blick implizieren könnte, dass es hier „allein um den Erwerb praktischer Fähigkeiten und Fertigkeiten“ (Möller 1997: 136) geht, hat sich der Begriff des Praktischen Lernens durchgesetzt.

Dass Bildung auch immer eine praktische Komponente beinhalten und die Schule dieser Forderung ebenfalls nachgehen soll, ist nicht eine Erfindung des 20. oder gar 21. Jahrhunderts, sondern wurde schon früher in der Erziehungsgeschichte erkannt. Pestalozzi⁴, der sich für eine „gemeinsame Bildung von Kopf, Herz und Hand“ (Projektgruppe Praktisches Lernen 1998: 50) aussprach, wird in diesem Zusammenhang oft zitiert. Anzumerken ist außerdem, dass die durch das praktische Lernen erlangten Fertigkeiten und Erfahrungen nicht isoliert betrachtet werden sollen; das Ziel besteht vielmehr darin, dass das so genannte Schulwissen mit dem außerschulischen Leben in Zusammenhang gebracht wird (Projektgruppe Praktisches Lernen 1998: 50).

Flitner (2001: 93f.) bemerkt, dass diese Unterrichtsmethode unter dem Schlagwort „Praktisches Lernen“ in den 1980er Jahren wieder aufgegriffen und durch Initiativen wie die Robert Bosch Stiftung⁵ gefördert und publik gemacht wurde. Das Praktische Lernen bezeichnet also eine Lehrmethode, die neben den sonst üblichen Aktivitäten in der Schule wie Lesen und Schreiben einen besonders großen Wert auf Praxis legt. Außerdem weist der Autor auch auf die eigentliche Bedeutung des Begriffs hin, die einen engen Zusammenhang zwischen Handeln, Denken und Wissen impliziert. Diese Zusammengehörigkeit muss für den

⁴ Pestalozzi, Johann Heinrich (1746-1827): war ein Schweizer Pädagoge Schul- Sozialreformer, Philosoph und Politiker. Besonderes Augenmerk richtete er auf die Elementarbildung der Kinder, wobei er einen ganzheitlichen Ansatz vertrat (http://de.wikipedia.org/wiki/Johann_Heinrich_Pestalozzi; 13.5.2007).

⁵ Robert Bosch Stiftung (Gründung 1964): die Stiftung ist eine Kapitalgesellschaft, deren Ziel die Verwirklichung gemeinnütziger und sozialer Bestrebungen ist. Sie ist die größte unternehmensverbundene Stiftung in Deutschland. Die Zwecke der Stiftung sind ausschließlich gemeinnützig und werden operativ und fördernd umgesetzt. Ihre Arbeit konzentriert sich unter anderen auf die Bereiche „Wissenschaft und Forschung“, „Bildung und Gesellschaft“ und „Gesellschaft und Kultur“ (http://de.wikipedia.org/wiki/Robert_Bosch_Stiftung; 13.5.2007).

Schüler erkennbar bleiben, und die Schule hat die Aufgabe, sie für die Kinder erfahrbar zu machen, sodass diese erkennen, dass schulisches Wissen und Wirklichkeit eine Einheit bilden. Flitner (2001: 94) beschreibt das Hauptziel Praktischen Lernens wie folgt:

Und es heißt vor allem: zu einem „Wissen“ führen, das nicht bloß gelehrt und zur Kenntnis genommen, sondern selbst erlebt worden ist; zu Erfahrungen, die man mit eigenen Händen greifen, mit eigenen Sinnen vollziehen, mit eigener Aktivität bewältigen kann.

Laut diesem Ansatz soll sich der Unterricht nicht nur auf rein kognitiv orientierte Aspekte beschränken, es geht vielmehr um „die notwendige Ergänzung intellektueller Lernprozesse durch primäre sinnlich-ganzheitliche Erfahrung“ (Fauser/Mack 1994: 272). Möller (1997: 136) weist im Zusammenhang mit der oben genannten Definition des Begriffs darauf hin, dass für sie selbst Praktisches Lernen nicht mit Handlungsorientiertem Unterricht, auf den später in der vorliegenden Arbeit näher eingegangen werden soll, gleichzusetzen sei, wie es andere Autoren (z.B. Klafki) vorschlagen. Die Autorin hält es hier mit Fauser und Mack (1994: 274), die der Meinung sind, dass auch das Erforschen und Erkunden und nicht allein die Projektarbeit bildende Erfahrungen darstellen (Möller 1997: 137).

Flitner (2001: 97) merkt zudem an, dass neben den alt hergebrachten kognitiv orientierten Unterrichtsmethoden dieser „praktische“ Zugang vielen Kindern das Lernen erleichtern würde, da solche Lernformen der Natur des Kindes als Mensch eher entsprechen. Es ist aber nicht anzustreben, auf die in öffentlichen Schulen übliche kognitive Wissensvermittlung gänzlich zu verzichten, da diese Teil des modernen Denkens und Lebens ist, doch „wenn sie nicht ständig an die Basis des konkreten Handelns und Sehens zurückgebunden werden, beginnen die Mühlen [...] bald leer zu drehen.“ (Aebli 1981: 396).

Laut Fauser (1988: 149f.) vermischt das Praktische Lernen Lebensnähe, Praxis und Tätigsein. Sein Anliegen ist es weiters, den Beitrag dieses Ansatzes zum viel erwähnten „Lebensbezug“ der Schule bzw. des Unterrichts sowohl bildungs- als auch schultheoretisch zu erläutern. Es ist wichtig, dass das Praktische Lernen nicht nur auf bloßes Tätigsein reduziert wird, obwohl dies als motivierende Komponente betrachtet werden kann und somit auch eine große, doch eher sekundäre Bedeutung für die Bildung hat. Vielmehr muss „dem praktischen Lernen eine substantielle und nicht nur eine instrumentelle Bildungsbedeutung zukomm[en]“ (Fauser 1988: 149), was durch eine anthropologische Begründung erreicht werden kann, die das Praktische als wichtigen Bestandteil des Lernens ansieht.

Gemäß den Ansichten von Eckart Liebau (1983: 2) soll Praktisches Lernen die Schüler dazu bringen, sich Fähigkeiten und Erfahrungen anzueignen, die erst durch die Zusammenarbeit von Hand und Verstand möglich werden. Dabei geht es sowohl direkt um diverse handwerkliche Fähigkeiten, die dem Schüler bei der Bewältigung gegenwärtiger und zukünftiger Aufgaben helfen sollen, als auch um „ganzheitliche, sinnhafte Erfahrungen bei der Bewältigung von Aufgaben, die Körper, Geist und Psyche fordern“ (Liebau 1983: 2).

Weiters kritisiert Liebau (1983: 3) die heutigen Methoden des Unterrichts und der Schule an sich und bemerkt, dass diese bislang noch nicht alle ihre Mittel ausgeschöpft hat, um zu dem Lebens- und Erfahrungsraum zu werden, zu dem sie im besten Fall werden könnte und sollte. Der Autor spricht sich dezidiert für Praktisches Lernen in der Schule aus und ist der Ansicht, dass diese Unterrichtsmethode einen erheblichen Beitrag zur Erreichung dieses Ziels leisten könnte. Dementsprechend kann Praktisches Lernen

[...] wenigstens exemplarisch ganzheitliche, unmittelbare Erfahrungen eröffnen; und es kann eine einsichtige, als sinnvoll erfahrbare Gegenwart bieten, die Raum für Persönlichkeitsentwicklung in der Auseinandersetzung mit einer konkreten Aufgabe schafft (Liebau 1983: 3f.).

4.1.1 Praktisches Lernen und Schule

Bei der Diskussion um das Praktische Lernen im Zusammenhang mit der Schule setzt Fauser (1988: 151) zunächst bei historisch-gesellschaftlichen Komponenten an, die durch die Einführung der Pflichtschule und somit der Einrichtung der Schule als Institution, die das Lernen an einen isolierten Platz auslagert, dazu beigetragen haben, dass der heutigen Schule die Praxisnähe großteils fehlt. Fauser sieht diese Trennung von Leben und Lernen als Teil des gesellschaftlichen „Fortschritts“, den er in diesem Fall nicht als Fortschritt im eigentlichen Sinne betrachtet. Es ist also sinnvoll, wenn nicht sogar notwendig, die Praxis wieder in die Schule zu bringen, was durch Praktisches Lernen erreicht werden soll (Fauser 1988: 151). Das hier dargestellte Problem beschreibt Fauser (1988: 152) wie folgt:

[D]urch diese Trennung [werden] [...] dem Lernen gleichsam die Wurzeln abgeschnitten, durch die es sich von Erfahrung und Praxis nährt und einen festen Stand wahrt. Praktische Tätigkeit betrachten wir, und das macht die Verschulung des Lernens zum Problem, als unerläßliches Moment des Lernens und der Bildung.

Deshalb sollte das Praktische Lernen auf jeden Fall Einzug in den „normalen“, täglichen Unterricht halten. Bei einer genaueren Betrachtung des (Volksschul-)Unterrichts ist zu erkennen, dass das Praktische Lernen in Form von Gruppenarbeiten und Projekten bereits realisiert wurde. Diese Aktivitäten stellen aber leider immer noch eher die Ausnahme als die Regel in unseren Schulen dar (<http://www.pl-jena.de/grund.html>; 13.1. 2007).

Obwohl das Prinzip des Praktischen Lernens am Anfang ausschließlich für die Sekundarstufe diskutiert wurde und erst später Einzug in den Bereich der Primarstufe hielt (Möller 1997: 137), gibt es gerade in der Volksschule eindeutig eine Vielzahl von Einsatzgebieten für diese Art des Unterrichts. Meist jedoch wird der Anwendungsbereich, in dem es zu Praktischem Lernen im engeren und eigentlichen Sinn kommt, auf Gebiete wie etwa die Arbeit im Schultheater oder auf die Gestaltung der Schule beschränkt. (Fauser/Mack 1994: 270). Doch, wie Möller (1997: 137) anmerkt, sind die „Ziele des praktischen Lernens [...] wie im handlungsorientierten Unterricht konkrete Ergebnisse“, was ja auch auf das Durchführen von chemischen Experimenten im Sachunterricht zutreffen würde.

4.1.2 Anthropologische Aspekte

In der Phylogenetik, einem Teilgebiet der Biologie, wird sehr oft die evolutionäre Entwicklung der Greifhand erwähnt. Die Ausbildung der Hand mit Daumen und Fingern befähigt den Menschen dazu, „gezielt zu *greifen* und [damit auch] zu *begreifen* [...]“ Greifen und Begreifen, Erfassen und Urteilen gehören anthropologisch eng zusammen“ (Fauser 1988: 156); der Mensch befasst sich dementsprechend handelnd mit seiner Umwelt. Deshalb wird die Hand auch oft als das „Organ der Organe“ bezeichnet, weil sie uns erlaubt, die ganze Welt zu erfahren, mit ihr in Kontakt zu treten und sich mit der Umwelt auseinanderzusetzen, was durch kein anderes menschliches Organ in dieser Weise möglich ist. Zudem ist der Mensch auch in Sachen Bildung und Lernen auf die Hand angewiesen.

Kulturell betrachtet ist es die Hand mit all den Fertigkeiten, die sie erlernen kann, die den Ausgangspunkt für neue Technologien, für den Fortschritt an sich bildet (Fauser 1988: 155ff.).

Um den Menschen als Ganzes einzubeziehen, müssen jedoch auch andere anthropologische Aspekte eingebracht werden. Der Jenaer "Service-Pool Praktisches Lernen" (<http://www.pl-jena.de/grund.html>; 13.1. 2007) fasst eine Auswahl dieser wie folgt zusammen:

Den Menschen sehen wir heute aber als ein tätiges und auf das Handeln angelegtes Wesen; in seiner besten Form muß Lernen wesentlich als ein Weg eigener Tätigkeit wahrgenommen werden und stellt eine aktive, gestaltende Leistung dar, für die hinreichende Spielräume freier Aktivität und eigenständiger Gestaltung notwendig sind. [...] [A]uch abstrakte Erkenntnisse und intellektuelle Leistungen [können sich] [...] ohne leibhaftige und aktive Erfahrungen nicht voll entwickeln. Schließlich ist eigene Praxis nicht nur als Anwendungsfeld für das Wissen, sondern als Prüfstein, Gegenlager und Anregungsquelle für Lernen und Bildung während der gesamten individuellen Entwicklung wesentlich.

4.1.3 Praktisches Lernen und Entwicklungspsychologie

Die entwicklungspsychologischen Untersuchungen und Werke von Piaget belegen, dass ein wesentlicher Zusammenhang zwischen aktiver Tätigkeit, also dem sensomotorischen Handeln auf der einen und kognitiven Operationen des Denkens und Lernens auf der anderen Seite besteht. In seiner Theorie sind also das Konkrete und das Abstrakte untrennbar miteinander verbunden, „das reale Handeln [bildet] die Vorstufe zur gedanklichen Operation“ (Fauser 1988: 152). Weiters führt Piaget diesen Zusammenhang auf die durch die empirische Psychologie gewonnenen Einsichten in die Natur des Kindes zurück:

[Die] kognitive Eigenständigkeit des Kindes verdankt sich einer aktiv-konstruktiven, einer tätigen Auseinandersetzung mit der Realität. Es ist diese tätige Weise der Realitätsverarbeitung, auf der die Entwicklung des Denkens beruht. Das Subjekt der piaget'schen Psychologie ist ein produktiv-realitätsverarbeitendes, ein *tätiges Subjekt* (Fauser 1988: 153).

4.1.4 Praktisches Lernen und Wissenschaft

Fausser et al. (Projektgruppe Praktisches Lernen 1998: 17) beziehen sich in der Diskussion um das Praktische Lernen als pädagogischen Begriff auf die Wissenschaftsorientierung, die Unterricht an sich aufweisen sollte und erläutern zu diesem Thema:

Wissenschaftsorientierung bedeutet auch, daß das Lernen nicht nur Ergebnisse aus der Wissenschaft übernimmt, sondern selbst durch Probieren, Untersuchen, Experimentieren, Entwerfen, Problemlösen, durch das genaue Beobachten der Phänomene, durch das aktive Handeln Wege beschreitet und Mittel anwendet, wie sie für die Wissenschaft charakteristisch sind.

Um speziell vom Praktischen Lernen zu sprechen, kann festgestellt werden, dass dieses Unterrichtsmodell im besten Fall zu einem Lernen führt, das auf die Praktiken zurückgreifen soll, aus denen sich die Lerninhalte entwickelten, wie zum Beispiel im Fall der Naturwissenschaften aus Naturbeobachtung und Experimenten. Zudem kommt noch, dass das Praktische Lernen daran anknüpfen will, dass es viele Kinder gibt, die den Zugang zum Abstrakten einfacher durch andere als rein kognitive Unterrichtsmethoden, wie z.B. handwerkliches Tätigsein, zu finden in der Lage sind (Flitner 2001: 96f.).

Die Art und Weise, wie der Sachunterricht mit naturwissenschaftlichen Inhalten umgeht, soll auf jeden Fall berücksichtigen, dass „das wissenschaftliche Befassen mit der Natur zugleich eine lebendige Erfahrung darstellt, in die der Mensch in seiner Ganzheit involviert ist – mit seinen *Sinnen* und zugleich mit seinem *Verstand*.“ (Aissen-Crewett 1997: 146). Das Ziel sollte also sein, die Schulsituation grundlegend zu verbessern und den Schülern eine aktive Teilnahme an ihrem eigenen Wissenserwerb zu ermöglichen.

4.2 Handlungsorientierter Unterricht

Um den Handlungsorientierten Unterricht mit dem Thema der vorliegenden Arbeit zu vernetzen, ist es nötig, dieses Unterrichtsmodell genauer zu betrachten und mit dem technischen Bereich des Sachunterrichts der Volksschule in Verbindung zu bringen. Nuding (2000: 23) räumt dem Handlungsorientierten Lernen eine wichtige Rolle im Sachunterricht ein. Die Begründungen hierfür sollen im Folgenden näher erläutert werden.

Wie der Begriff schon vermuten lässt, hat Handlungsorientiertes Lernen mit „handeln“ zu tun. Die Termini „behandeln“, „verrichten“ und „tun“ stehen damit in engem Zusammenhang. Das Kind als Mensch wird aber nicht zum Handeln erzogen, vielmehr liegen diverse Handlungen in seiner Natur. Schon bei Kleinkindern kann man beobachten, dass sie aktiv handeln; sie spielen alleine oder mit anderen Kindern z.B. in der Sandkiste und bauen dabei Berge, begießen sie mit Wasser oder ebnen sie wieder ein. Man könnte vermuten, dass diese Form der Handlung chaotisch ist. Doch der Schein trügt: dieses Handeln hat innere Ordnung (Nuding 2000: 23). Auch die Welt der Erwachsenen ist von Handlungen bestimmt, was darauf schließen lässt, dass das Handeln in uns stark verwurzelt ist. Der Unterricht sollte dies aufgreifen und, so gut es geht, zu seinen Gunsten nutzen (Aebli 1983: 179).

In der Diskussion um Handlungsorientiertes Lernen zitiert Möller (1997: 135) Gudjons (1992), Bönsch (1991), sowie Jank und Meyer (1991), die Handlungsorientierten Unterricht durch Produkt- und Schülerorientiertheit charakterisieren. Weiters wird die „Ganzheitlichkeit (das heißt der Unterricht beansprucht Kopf, Herz und Hand; das Lernen ist kognitiv, emotional und praktisch orientiert)“ (Möller 1997: 135) bei diesem Ansatz von den Autoren unterstrichen. Zudem wird von Gudjons und Jank/Meyer besonders die gegenseitige Wechselwirkung von Kopf- und Handarbeit und die Signifikanz deren Ausgewogenheit betont. Obwohl alle Autoren den Projektunterricht als die Reinform des Handlungsorientierten Unterrichts bezeichnen, gibt es in der täglichen Schulpraxis ihrer Meinung nach durchaus auch andere bzw. abgewandelte Formen des Handlungsorientierten Lernens, die pädagogisch durchaus als sinnvoll betrachtet werden können und Einsatz finden sollen (Möller 1997: 135f.).

Um auf den Sachunterricht im Speziellen zu sprechen zu kommen, unterstreicht Kaiser (1999: 185) den Grundgedanken des Handlungsorientierten Lernens, welcher dezidiert auf das Verstehen zielt, das durch das aktive Handeln mit dem Konkreten und Gegenständlichen gestärkt werden soll. Dieser Aspekt nimmt in der aktuellen Auseinandersetzung mit Sachunterrichtskonzeptionen einen beachtlichen Stellenwert ein.

4.2.1 Historischer Abriss

Reiner Frontalunterricht, also rein vorgetragenes Wissen, gilt schon seit Jahrzehnten nicht mehr als zeitgemäß. Besonders die Reformpädagogen (z.B. Kerschensteiner) sprechen sich seit den 1970er Jahren vehement gegen diese Art des rein lehrerzentrierten Unterrichts aus. Trotzdem hat der so genannte Frontalunterricht seine Berechtigung und soll weiter als Unterrichtsmethode, natürlich nur im Kontext mit anderen Ansätzen, in der Schule Anwendung finden (Nuding 2000: 30f.).

Konzepte, die auf praktische Tätigkeit im Unterricht Wert legen, gehen bis in das 17. Jahrhundert zurück. Comenius⁶ sprach sich damals für eine Form der Wissensvermittlung aus, die alle Sinne berücksichtigen und so das Lernen erleichtern sollte. In Rousseaus Roman „Emile“ wird ein Bildungsideal widerspiegelt, das den Menschen als Ganzes in den Prozess einbindet und aus heutiger Sicht als Beispiel für Handlungsorientiertes Lernen angesehen werden kann. Auch Pestalozzi spricht sich für eine Bildung aus, die Verstand, Herz und Hand miteinander verknüpfen soll (Jank/Meyer 1991: 346).

Eine bedeutendere Rolle in der Entwicklung hin zum Handlungsorientierten Unterricht aber hatten, wie schon vorher erwähnt, die Reformpädagogen wie Montessori, Kerschensteiner, Gaudig, Reichwein oder Langermann. Sie alle trugen, obgleich ihre Ansätze und Ziele oft recht unterschiedlich waren, zur Entwicklung dieses Unterrichtsmodells bei und waren der Auffassung, dass die Aktivität, das Handeln des Schülers für den Wissenserwerb von großem Nutzen, wenn nicht sogar unumgänglich sei (Jank/Meyer 1991: 348f.).

⁶ Comenius, Johann Amos (1592 – 1670): wurde in Südostmähren geboren und war ein Philosoph, Theologe und Pädagoge (http://de.wikipedia.org/wiki/Johann_Amos_Comenius; 14.4.2007).

4.2.2 Merkmale Handlungsorientierten Unterrichts

Die Merkmale, die ein solcher Unterricht haben kann bzw. soll, wurden schon von zahlreichen Fachdidaktikern, Erziehungs- und Bildungswissenschaftlern diskutiert. Unter dem Begriff Handlungsorientierter Unterricht in seiner ursprünglichen bzw. Reinform wird von der Mehrheit der Autoren der Projektunterricht oder andere, etwas abgewandelte Formen dieses Ansatzes verstanden (Nuding 2000: 24).

Meyer (1980: 211) betrachtet die folgenden drei Merkmale als besonders wichtig:

- 1) Schüler und Lehrer versuchen gemeinsam unter Einbeziehung möglichst vieler Sinne etwas zu machen, das durchaus auch einen sinnvollen Gebrauchswert haben kann.
- 2) Die Schüler werden an der Festlegung der Handlungsergebnisse und der Prozesse, die zu diesen führen sollen, beteiligt.
- 3) Handlungsergebnisse sollen möglichst in reale gesellschaftliche Entwicklungen eingreifen.

Gudjons (1987: 10ff., zitiert in Nuding 2000: 25) erweitert diese drei Merkmale und stellt somit den Begriff des Handlungsorientierten Lernens noch klarer dar; er verweist unter anderem auf folgende Punkte:

- Handlungsorientierter Unterricht soll möglichst die Interessen der Beteiligten mit einbeziehen.
- Handlungsorientierter Unterricht soll möglichst einen Bezug zur Wirklichkeit, dem Alltag des Schülers herstellen.
- Die Selbstverantwortung und Selbstorganisation der Schüler soll gefördert werden.
- Im Handlungsorientierten Unterricht sollen die Handlungsziele von Schülern und Lehrern verbunden werden.
- Handlungsorientierter Unterricht ist in der Regel produktorientiert, d.h. es soll ein brauchbares Produkt entstehen, welches aber auch ein „inneres Produkt“ (z.B. die Änderung der Einstellung gegenüber einem Sachverhalt) sein kann.
- Handlungsorientierter Unterricht vereint diverse Unterrichtsformen, wie etwa exemplarisches und entdeckendes Lernen oder erfahrungsbezogenen Unterricht.

Für beide oben erwähnte Autoren ist sowohl das Lernen mit allen Sinnen als auch das Eingreifen in gesellschaftliche Verhältnisse von besonderer Bedeutung. Der Zusammenhang des Schulwissens mit dem täglichen Leben und der Gesellschaft soll dem Schüler im Handlungsorientierten Unterricht näher gebracht und für ihn erfahrbar gemacht werden. Der

Sachunterricht liefert hierfür die besten Voraussetzungen: er ermöglicht, an Alltagserfahrungen anzuschließen und bildet durch das Erleben von weiteren Erfahrungen und Handlungen die Basis für „denkendes Verarbeiten und Verallgemeinern, für ein handlungsorientiertes Lernen“ (Nuding 2000: 26).

Kaiser (2005: 2) stellt fest, dass der Sachunterricht in dieser Form nicht nur als spielerische Variante des „normalen“ Unterrichts betrachtet werden sollte, die wiederum ausschließlich der Vermittlung von Fakten dient, sondern dass handelnder Sachunterricht durch seinen Gesellschaftsbezug auf jeden Fall das entdeckende und aktive Fragen der Kinder fördern kann und soll. Doch, wie Giest (1999: 39) bemerkt, ist es von großer Bedeutung, dass die Schüler nicht nur aktiv um der Aktivität willen sind, sondern vielmehr kommt es darauf an, dass diese Aktivität zu einer Tätigkeit führt, die den Wissenszuwachs im Sinne des Bildungsprozesses begünstigt.

Nach Bönsch (1991: 185) kann zusammengefasst gesagt werden, dass Handlungsorientierter Unterricht zumindest einige der weiter oben genannten und/oder der folgenden Merkmale in der einen oder anderen Art aufweist: die Aktivität des Schülers ist hoch; das Lernen ist als kognitiv, emotional und an der Praxis orientiert zu betrachten. Anders ausgedrückt: Der Zusammenhang und die gegenseitige Abhängigkeit von Verstand, Herz und Hand spielen im Handlungsorientierten Unterricht eine bedeutende Rolle.

4.2.3 Anthropologische Begründung

Popp (1994: 57ff.) stellt fest, dass sich die Fachbereiche der Psychologie, Soziologie und Pädagogik jeweils immer nur auf einen Teil dessen spezialisiert haben, was das eigentliche Kindsein ausmacht. Die Psychologie etwa beschränkt sich auf die Erläuterung der „Stufen der kognitiven, sozialen oder moralischen Entwicklung“ (ebd.). In Anlehnung an das Thema dieser Arbeit sollen an dieser Stelle aber besonders die Arbeiten der Schulpädagogik erwähnt werden, die sich um altersgemäße Inhalte und Methoden drehen und die sich stark an den Erkenntnissen der Entwicklungs- und Lernpsychologie orientieren. Der Autor übt aber Kritik an der Entwicklungspsychologie an sich und im Besonderen an der Arbeit von Piaget. Nach Popp war das Vorgehen Piagets nicht einwandfrei, da dieser „abweichende“ Antworten der Kinder einfach aus der Auswertung ausschloss und sogar behauptete, dass Kinder in keiner

Weise philosophisch oder abstrakt denken könnten. Popp führt hier an, dass neuere Untersuchungen sehr wohl zeigen, dass Kinder ab einem bestimmten Alter in der Lage sind, schlussfolgernd und reflektiert zu denken.

Langeveld (1965, zitiert in Nuding 2000: 27) sieht es als biologische Grundgegebenheit an, dass für das Lernen des Menschen in seinen jüngsten Jahren die Sinnlichkeit und Organerfahrung eine bedeutende Rolle spielen. Der Verstand und die Hand sind somit in enger Beziehung zu sehen, wenn es um Lernprozesse geht. Machen wir uns nur bewusst, dass die komplexen Bewegungen der Hand nur von Statten gehen können, wenn das Gehirn die „richtigen“ Impulse liefert. Außerdem kommt es zu einer neuronalen Verarbeitung sensorischer Informationen, wobei das Auge sozusagen als „Vermittler“ zwischen Gehirn und Hand fungiert. Die Vielfältigkeit der menschlichen Hand wird auch durch die Tatsache widerspiegelt, dass vom Gehirn etwa zehn Mal so viele Impulse zur Steuerung der Hand ausgehen müssen wie zur Steuerung des Fußes. Außerdem wird ein sehr großer Teil des Gehirns ausschließlich dafür benötigt, dieses höchst komplexe und sensible Sinnesorgan zu kontrollieren (Ostheeren 1998: 29, zitiert in Nuding 2000: 27f.). Schon bei den Primaten war die Hand außerordentlich gut entwickelt und (Nuding 2000: 28):

Die Hand greift als vielseitiges Instrument der Wahrnehmung, der Erkenntnis und der Kommunikation in die Welt ein, ergreift sie und macht sie somit begreiflich. Kant bezeichnet sie deshalb als „Werkzeug des Geistes“.

4.2.4 Der Begriff „Handlung“

Die Fähigkeit, überhaupt bewusst handeln zu können, zeichnet den Menschen, im Gegensatz zum Tier, dessen Taten zum Großteil durch bloßen Instinkt gesteuert werden, aus. Nuding (2000: 29) merkt an, dass Handeln immer „in gesellschaftlichem Kontext, häufig planmäßig, zielgerichtet und mit spezifischem Sinn“ geschieht. Unter Sozialwissenschaftlern herrscht keine Einigkeit über die Definition des Begriffs „Handlung“, obwohl ihre Ansichten sich größtenteils überschneiden.

Bönsch (1991: 183) versteht unter „Handlung“ das für den Handelnden bedeutsame Bearbeiten eines Themas, das immer aus kognitiven (z.B. Erörterungen) Aspekten besteht, für den Partizipierenden Identifikationscharakter besitzt, einen bestimmten Gebrauchswert aufweist und praktisches Tun sowie Ergebnisse mit einschließt.

Habermas (1999: 126ff.) nennt vier Dimensionen des Handelns:

1. teleologisches Handeln
2. normenreguliertes Handeln
3. dramaturgisches Handeln
4. kommunikatives Handeln

Obwohl alle vier Dimensionen sehr wohl an den verschiedenen Stellen im Sachunterricht zu finden sind und sich auch durchaus überschneiden, ist für die vorliegende Arbeit das teleologische Handeln von größter Bedeutung, da das Experimentieren im Sachunterricht hier einzuordnen ist. Teleologisches Handeln bezeichnet das Handeln, das auf einen eindeutigen Zweck ausgerichtet ist (Nuding 2000: 30). Generell dient das

Handeln [...] dabei immer dem Gewinnen neuer Erfahrungen und dem Erwerb von Wissen, das andererseits wiederum der notwendigen Orientierung für Handeln dient. Wissen und Handeln sind eng miteinander verschränkt.

Doch auch hier scheint es keine eindeutige Einigkeit über die verschiedenen Formen bzw. Dimensionen des Überbegriffs Handeln zu geben. Wie schon erwähnt, spricht Habermas beim Experimentieren im Sachunterricht von „teleologischem Handeln“, gleichzeitig wird aber von anderen Autoren wie z.B. Wöll häufig der Terminus „instrumentelles Handeln“ für diesen Bereich verwendet. Wöll (1999: 19) definiert diesen Begriff folgendermaßen:

Mit dem Begriff des instrumentellen Handelns bezeichnen wir die in naturwissenschaftlich-technisch orientierten Handlungszusammenhängen durchgeführte, in Standardfällen über Verständigungsprozesse koordinierte Veränderung, Untersuchung oder Herstellung von Objekten.

Doch die aktive Auseinandersetzung, das Handeln allein reicht nicht aus, um zu einem Wissenszuwachs zu gelangen, wie auch Möller (2006: 275) anmerkt. Die Autorin betont das kognitiv-konstruktive Element des Handelns; d.h. die Abhängigkeit zwischen Denkprozessen und Handlung macht das Handeln erst bedeutsam und für das Lernen von Nutzen. Die Methode, also das Handeln, kann als Mittel zum Zweck gesehen werden, um zum eigentlichen Ziel des Unterrichts, nämlich dem Wissenserwerb, zu gelangen.

4.2.5 Sozialisierungstheoretische Begründung

Der Wandel des Kindes und seiner Stellung in der Gesellschaft seit dem Mittelalter spielen mitunter eine Rolle für die Auswahl der heutigen Unterrichtsmodelle. Das Kind hat im Laufe der Zeit immer mehr einen bedeutenden und eigenständigen Stellenwert in der Gesellschaft eingenommen und wird heute mehr denn je in seiner Gesamtheit als kostbares Mitglied dieser gesehen und hat individuelle Bedürfnisse, denen auch in der Schule Rechnung getragen werden soll (Nuding 2000: 32f.).

Dementsprechend plädiert Gudjons (2001a: 41) eindeutig für eine Veränderung der Unterrichtsmethoden in der heutigen Schule und betont deren Notwendigkeit:

[A]us einer Analyse der veränderten Bedingungen der Sozialisation und der sich grundlegend wandelnden Kulturaneignung von Kindern und Jugendlichen [ergeben sich] unübersehbare Argumente für eine notwendige Veränderung der Unterrichtskultur in Richtung einer Betonung der (Wieder-) Gewinnung aktiv-aneignender Formen des Lernens[.]

Laut Rolff und Zimmermann (1985: 109f.) haben die heutigen Kinder eine Vielzahl spezieller Bedürfnisse und bestimmte Arten, sich Wissen anzueignen, z.B. durch das Spielen. Trotzdem unterscheiden sich die Kinder von heute schwerwiegend von den Kindern aus vergangenen Tagen, weil die aktive Komponente ihres Lebens immer mehr reduziert wird, wie man z.B. auch an modernem Spielzeug sehen kann, das oft nur mehr das Drücken eines Knopfes abverlangt. Dadurch geht die Eigentätigkeit natürlich in hohem Maße verloren, die aber „die intensivste Form der Aneignung von Erfahrungen [darstellt], weil sie – je nach Umständen – alle Sinne anspricht [...] [und] die materielle Grundlage der Erkenntnistätigkeit [ist]“ (Nuding 2000: 34). Für den Lehrer besteht die Aufgabe nun darin, diese Eigentätigkeit der Schüler zu aktivieren, wobei wichtig ist, dass sich die Handlungen des Schülers nicht nur auf das Selbermachen beschränken, sondern „einen Erkenntnisprozess in Gang setzen“ (Nuding 2000: 36).

Auch Gudjons (2001a: 70) betont den Zusammenhang von Kopf und Hand; er stellt fest: „Denken geht aus dem Tun hervor und wirkt als Handlungsregulation auf dieses zurück“. Der Autor merkt außerdem an, dass sich für den Unterricht daraus die Konsequenz ergibt, dass nicht länger nur die Vermittlung von Faktenwissen das Ziel sein soll, sondern vielmehr der Unterricht sich auszeichnen soll durch die aktive Rolle des Lernenden, wobei Denken und Tun in wechselseitiger Beziehung stehen (Gudjons 2001a: 70).

4.2.6 Lern- und Entwicklungspsychologische Aspekte

In der kognitiven Lerntheorie wird das Lernen als Produkt von „informationsverarbeitenden Aktivitäten“ (Nuding 2000: 37) gesehen. Der Lernende muss sowohl neue Erlebnisse unter Einbeziehung gefestigter Muster verarbeiten als auch neue Muster für neue Situationen aufbauen können. Piaget spricht dies mit der Theorie von Assimilation und Akkomodation an (Nuding 2000: 37). Die grundlegende entwicklungspsychologische Idee Piagets besteht darin, dass die

Weltaneignung sich [...] sinnlich-praktisch ergibt, daß alles Lernen von materialisierten Handlungen ausgeht und über Versprachlichung, Bewußtmachung zu geistigen Operationen führt, daß konkretes praktisches Tun immer der Ausgang ist, ehe [...] formales Denken, rein gedankliches Reflektieren Platz greift (Bönsch 1991: 186).

Für den Unterricht folgt daraus eine wechselseitige Abhängigkeit von Schüler und Lernsituation (Nuding 2000: 37). Bandura (1986: xi ff.) merkt an, dass es von besonderer Bedeutung ist, dass die Schüler sich mögliche Handlungen auch symbolisch aneignen. Das bedeutet, dass der Mensch schon vor dem eigentlichen Handeln ein innerliches Konstrukt aufbaut, wie und mit welchen Konsequenzen gehandelt werden kann. Das Lernen wird hier als Zusammenspiel von sozialen Faktoren, kognitiven Prozessen und Folgen des persönlichen Handelns auf die Umwelt gesehen. Deshalb sollen Schüler schon in jungen Jahren selbst mit verschiedensten Lerngegenständen umgehen, d.h. sie sollen experimentieren, Materialien analysieren etc. und so ihr Wissen erweitern.

Aebli (1983: 182) sieht Handlungen als „zielgerichtete, *in ihrem inneren Aufbau verstandene Vollzüge*, die ein fassbares Ergebnis erzeugen“. Das Handlungswissen wird in schematischer Weise aufgebaut und muss nicht andauernd von neuem konstruiert werden, d.h. der Ablauf von bestimmten Handlungen (z.B. das Linksabbiegen beim Fahrradfahren) wird so gespeichert, dass dieser auf neue Situationen ohne Probleme übertragbar ist. Die Steuerung durch das Zentralnervensystem sorgt dafür, dass die Handlungen geordnet ablaufen und gegebenenfalls mit Hilfe der Sinne an die Umwelt angepasst werden (Nuding 2000: 38f.).

Nach der praktischen Tätigkeit soll es dann nach Aebli (1983: 200ff.) zum Prozess der Verinnerlichung kommen. Dabei werden die einzelnen Arbeitsschritte in Gedanken noch einmal durchgegangen, wobei das vorliegende sichtbare Resultat der Handlung unterstützend wirkt. Es können danach andere Aktivitäten folgen, die zum Aufbau der Verinnerlichung

beitragen sollen, welche „zum Nachdenken und Vergegenwärtigen“ (Nuding 2000: 41) dient. Die Arbeit von Galperin und Leontjew (1979, zitiert in Nuding 2000: 41) kann als Grundstein für diese Theorie angesehen werden. Ihrer Meinung nach haben „alle menschlichen Handlungen ihre Grundlage in der materiellen, gegenständlichen und gesellschaftlichen Tätigkeit des Menschen“ (Nuding 2000: 41).

Die Entwicklungspsychologie beschäftigt sich seit jeher mit dem Verhältnis von Entwicklung und Lernen. Laut Piaget ist die Entwicklung, also die „Reifung“, als Voraussetzung für das Lernen zu sehen, obwohl auch andere Faktoren, wie etwa die Anregung durch die Lebenswelt, mitbestimmen, welches Niveau an Entwicklung letztendlich erreicht werden kann. Der Unterricht kann also eindeutig Einfluss auf die Entwicklung nehmen. Laut Piaget durchläuft ein Kind vier Stufen der intellektuellen Entwicklung, wobei an dieser Stelle nur auf die für die vorliegende Arbeit relevante eingegangen werden soll. Das Volksschulalter stellt die konkret-operationale Phase dar (Nuding 2000: 41f.), die folgendermaßen charakterisiert wird:

Mit konkreten Dingen gelingen jetzt bereits logische Operationen, wobei die angewandten Prinzipien nicht immer voll bewusst werden. Es ist die Zeit, wo Anschaulichkeit, Lebensnähe, Selbsttätigkeit, Handlungsorientierung u.a. als didaktische Prinzipien größte Bedeutung erlangen (Nuding 2000: 42).

Zusammengefasst lassen sich hier folgende Schlussfolgerungen für den Sachunterricht ziehen (Huber 1985: 62 ff.):

- Es sind bestmögliche Voraussetzungen für die kindliche Entwicklung zu schaffen, indem ein kognitiver Konflikt erzeugt wird.
- Der so genannte entwicklungsfördernde Sachunterricht muss den Kindern zeigen, dass ihre bisherigen Strategien zwar nicht völlig sinnlos, aber noch nicht ausreichend sind.
- Besonders experimentelle Ansätze sind hierfür bestens geeignet und offerieren überaus gute Lernanreize.

Außerdem ist es außerordentlich wichtig, dass sich die Kinder aktiv über ihre Fortschritte freuen können und so mit Spaß an der Sache weiterarbeiten. Schüler „müssen Erfolge erleben können, wenn sie erfolgreich lernen sollen.“ (Nuding 2000: 44). Zu diesem Zweck ist Handlungsorientiertes Lernen im Sachunterricht bestens geeignet (Nuding 2000: 44).

4.2.7 Das Experiment als Arbeitsform im Handlungsorientierten Unterricht

Die Arbeitsformen im Handlungsorientierten Unterricht sollen „tätiges Denken und denkendes Tun und somit letztlich die geforderte Handlungsorientierung umsetzen“ (Nuding 2000: 45). Dementsprechend beziehen sich Arbeitsformen sowohl auf verschiedene Arbeitstechniken als auch auf diverse soziale Aspekte. Unter Arbeitstechniken versteht man logisch-abstrakte (z.B. die Hypothesenbildung) und motorisch-konkrete Methoden zur Erkenntnisgewinnung. Die sozialen Aspekte begründen sich auf Sozialformen, wie etwa Einzel- oder Gruppenarbeiten (Nuding 2000: 45). Das Experiment wird vom Autor dezidiert als für den Handlungsorientierten Unterricht adäquate Arbeitsform angesprochen, auf die im Folgenden, entsprechend dem Thema der vorliegenden Arbeit, näher eingegangen werden soll.

Die Frage, was Kinder nun dazu veranlasst, sich Inhalte gut anzueignen, war der Startpunkt zahlreicher Forschungsprojekte. Die Ergebnisse sprechen eindeutig für das Schülerexperiment, wie unter anderem durch die Untersuchung der American Audivisuell Society belegt wird. Demnach behält der Mensch durchschnittlich etwa „20% [...] von dem, was wir hören, [...] 30% von dem, was wir sehen [...jedoch] von dem, was wir selber sagen, formulieren können [...] 80% und gar 90% von dem, was wir selbst tun“ (Witzenbacher 1985: 17). Das reine Zuhören mag also vielleicht für einige Schüler ausreichend sein, aber das selbstständige Durchführen eines Experiments ist eindeutig einem überaus großen Behaltenswert zuträglich, es trägt zum Verständnis bei. Schülerexperimente haben hohen Anschauungsgrad, lösen Neugier aus, schulen die Beobachtungsgabe und führen zu nachhaltigem Lernen. Zudem ist das Experiment in besonderer Weise dazu geeignet, die Schüler zu motivieren, da es eine spannende und lebendige Form des Wissenserwerbs darstellt (Nuding 2000: 57f.).

Hellberg-Rode und Limke (1999: 146) bemerken, dass das naturwissenschaftliche Experiment ein klassisches Verfahren in der Forschung und Erkenntnisgewinnung der Naturwissenschaften darstellt und als solches im Sachunterricht in angemessener Form Anwendung finden kann und soll. Weiters erklären die Autoren (1999: 147f.) in Anlehnung an Piaget, dass es für Kinder besonders in der so genannten „konkret-operationalen Phase“ außerordentlich wichtig ist, ihre Um- und Lebenswelt in entdeckender und experimenteller

Weise kennen zu lernen und die Vorgänge in ihr zu hinterfragen, wofür der Sachunterricht geradezu prädestiniert scheint.

Haubrich (1977: 180) unterstreicht den positiven Charakter des Experiments und betont vor allem die Dynamik des Prozesses, die es den Schülern leicht macht, sich auf das Wesentliche zu konzentrieren und letztendlich zu einem Wissenserwerb führt, der abrufbar, ganzheitlich und dauerhaft ist.

Auch Schmidtke (1995: 16) bescheinigt dem experimentellen Unterricht einen großen Gebrauchswert in Sachen beobachten, protokollieren, vergleichen und schlussfolgern. Der Autor betont weiters, dass es in der kindlichen Natur liegt, selbst tätig sein zu wollen, zu suchen und zu forschen. Das Experiment, das so unter anderem zur Anregung des Fragetriebs führt und dem Sachunterricht eine klassisch wissenschaftsorientierte Note verleiht, kann und soll also auch aus diesem Grund die Methode der Wahl im Handlungsorientierten Unterricht sein, da „[d]as Schüler(innen)experiment [...] damit zweifellos zu den wichtigen Arbeitsformen und zentralen Aspekten handlungsorientierten Lernens [zählt]“ (Nuding 2000: 63). Zudem erwähnen Becker und Klein (1998: 6, zitiert in Nuding 2000: 63) die nicht unwichtige Tatsache, dass diese Art des Unterrichts auch die motorischen Fähigkeiten der Kinder schult und durch die Veranschaulichung von Alltagsgeschehnissen nicht nur zum Lernerfolg, sondern auch erheblich zur Förderung der Kreativität beiträgt.

4.3 Lernen mit allen Sinnen

Als drittes und letztes Unterrichtsmodell soll an dieser Stelle das „Lernen mit allen Sinnen“ angeführt werden, das in der Literatur auch oft unter dem Schlagwort „ganzheitliches Lernen“ erwähnt wird. Dieser Ansatz findet seine Begründung in zahlreichen Ergebnissen der Neuropsychologie, die die überaus große Wahrscheinlichkeit einer Abhängigkeit der Wirksamkeit des Gelernten von dessen Aufnahme über möglichst multisensorische Wege betont (Möller 1997: 137).

Wie das Praktische Lernen und der Handlungsorientierte Unterricht ist das Lernen mit allen Sinnen keine Erfindung unserer Zeit. Schon die Reformpädagogik, die bereits mehrmals in

der vorliegenden Arbeit angesprochen wurde, stellte die Forderung nach einem tätigen und kindgerechten Unterricht (<http://www.uni-oldenburg.de/roesa/theorie.htm>; 22. 3. 2007).

Die Ursprünge des Lernens mit allen Sinnen gehen jedoch sogar bis zu Aristoteles⁷ zurück, der auf die große Bedeutung der sinnlichen Wahrnehmungen hinwies. Comenius, dessen Arbeit schon in einem früheren Kapitel erwähnt wurde, folgte in seinem Werk „Didactica magna“ dieser Tradition und betonte darin die Wichtigkeit der Einbeziehung der fünf Sinne in die Bildung (Potthoff 1996: 11).

Locke⁸ galt ebenfalls im 17. Jahrhundert, so wie auch Comenius, als Verfechter dieser Unterrichtsmethode. Von ihm stammt der Ausspruch: „Nichts ist im Verstand, was nicht vorher in den Sinnen war“ (Zimmer 2000: 21). Auch Pestalozzi, auf den schon früher in der vorliegenden Arbeit eingegangen wurde, plädierte für ein „Lernen mit Kopf, Herz und Hand“. (<http://www.kindergartenpaedagogik.de/419.html>; 22. 3. 2007)

Das Lernen mit allen Sinnen stellt also, wie schon erwähnt, keine völlig neue Unterrichtsmethode dar, obwohl sie von den oben angeführten Grundsätzen ausgehend bis heute immer wieder verändert und weiterentwickelt wurde. Doch die Grundidee ist über die Zeit hinweg die gleiche geblieben: sinnliche Erfahrungen und geistige Erkenntnis stehen in engem Zusammenhang und können als Teile eines Ganzen verstanden werden, die sich gegenseitig beeinflussen und aufeinander angewiesen sind (Zimmer 2000: 22f.). Heute werden diese Behauptungen außerdem von diversen Lerntheorien und den Erkenntnissen der modernen Psychologie und Hirnforschung untermauert (Zitzlsperger 1993: 197).

Der Mensch hat schon als Neugeborener die Fähigkeit, seine Umwelt über alle Sinne zu erfahren und mit ihr dadurch in Kontakt zu treten, was für seine körperliche, geistige und emotionale Entwicklung von äußerst großer Bedeutung ist. Es ist bekannt, dass Säuglinge und Kleinkinder in den ersten Lebensjahren extrem hohe Lernleistungen aufweisen; diese Lernleistungen entstehen dabei stets über die Sinne. Später verlangsamt sich zwar das Tempo des Lernens, jedoch wird immer noch mit dem ganzen Körper und somit über die unterschiedlichsten Sinneseindrücke gelernt, was besonders für junge Kinder und jene, die mit

⁷ Aristoteles (384 v. Chr. – 322 v. Chr.): gilt neben Sokrates und seinem Lehrer Platon als der bedeutendste griechische Philosoph. Er war außerdem ein wichtiger Naturforscher und einer der einflussreichsten Denker der abendländischen Geistesgeschichte, der zahlreiche Disziplinen entweder selbst begründete oder entscheidend beeinflusste. (<http://de.wikipedia.org/wiki/Aristoteles>; 30.6.2007)

⁸ Locke, John (1632 – 1704): einflussreicher englischer Philosoph, ein Hauptvertreter des englischen Empirismus. (http://de.wikipedia.org/wiki/John_Locke; 30.6.2007)

dem abstrakten Denken Schwierigkeiten aufweisen, von großem Vorteil zu sein scheint (Flitner 2001: 239f.). Deshalb ist es wichtig, besonders jungen Schülern die Möglichkeit zu bieten, ihre Sinne auch beim Lernen in der Schule einzusetzen und zu schulen, damit das Gehirn die unterschiedlichen Sinneseindrücke verarbeiten und zu einem Ganzen zusammensetzen lernt und das Denkvermögen des Kindes bestmöglich reifen kann. (<http://www.spielundzukunft.de/www.spielundzukunft.de/index.php?StoryID=927&PHPSESSID=a43b40893e6d>; 25. 3. 2007)

Um aufzuzeigen, was im Detail unter dem Begriff Lernen mit allen Sinnen verstanden wird, und um seine Bedeutung für den Unterricht zu erklären, ist es zuerst notwendig, die fünf klassischen Sinne etwas näher zu betrachten und ihre Rolle bei der Wahrnehmung und für diese zu definieren. Unter den Begriff „klassische Sinne“ fallen der Seh-, der Hör-, der Tast-, der Geruchs- und der Geschmackssinn, die jeweils ein eigenes Organ beanspruchen. Daneben lassen sich auch noch andere Sinnesgebiete wie etwa der vestibuläre Sinn ausmachen, die jedoch an dieser Stelle nicht weiter besprochen werden sollen, da sie für die vorliegende Arbeit von untergeordneter Relevanz sind (Knauf und Politzky 2000: 21).

4.3.1 Der Sehsinn – die visuelle Wahrnehmung

Die Mehrzahl der Eindrücke von unserer Umwelt erhalten wir über unsere Augen. Außerdem ist es auch meistens das, was wir sehen, was uns einen ersten Eindruck über die verschiedensten Situationen oder andere Menschen verschafft. Zu bedenken gilt es hierbei, dass optische Eindrücke in hohem Maß von der Perspektive des Betrachters abhängen. So kann die Bedeutung ein und desselben visuellen Reizes von Mensch zu Mensch stark variieren, je nachdem, welche Bedeutung ihm der einzelne Mensch zukommen lässt. Im täglichen Leben sind wir andauernd auf unsere visuelle Wahrnehmungsfähigkeit angewiesen, um uns zum Beispiel in einem Raum orientieren zu können oder um auch einfach nur sicher über die Straße zu gehen. Die Wahrnehmungsfähigkeit beinhaltet somit die Aufnahme, die Verarbeitung und die Interpretation optischer Reize, die über das Sehzentrum des Auges zum Gehirn gelangen, wie auch die gezielte Reaktion auf diese. Einen überaus bedeutenden Aspekt des Sehens stellt mit Sicherheit das visuelle Gedächtnis dar, das uns dazu befähigt, Situationen und Handlungen in Form von inneren Bildern zu reproduzieren und so als

wichtiger Bestandteil unserer Erinnerung zu betrachten ist, die für die kognitive Entwicklung eine wichtige Rolle spielt.

(http://wwwcs.uni-paderborn.de/schulen/plpb/seh_/unt/unt_mb/fsp_wahr.htm,
<http://www.bleibergquellenkolleg.de/projekt/kol/sinne.htm>, 1. 4. 2007)

4.3.2 Der Hörsinn – die auditive Wahrnehmung

Die Ohren des Menschen nehmen fortlaufend die unterschiedlichsten Geräusche und Töne der Umwelt wahr. Zum Unterschied zu den Augen können wir unsere Ohren aber nicht schließen und sind so stets für auditive Reize empfänglich. Weiters stellt die auditive Wahrnehmung über die menschlichen Ohren eine Grundlage für die zwischenmenschliche Kommunikation dar, oder anders ausgedrückt: die Entwicklung von Sprache setzt voraus, dass der Mensch die Schallwellen über das auditive System aufnehmen kann. Außerdem kann mit Hilfe der Ohren die Entfernung und Richtung von Schallquellen identifiziert werden. Neben der wichtigen Bedeutung des Hörsinns für die Sprachentwicklung spielt die auditive Wahrnehmung auch eine erhebliche Rolle bei der Gedächtnisbildung. Mit Hilfe der Ohren werden Geräusche, Töne und Sprache erfasst und gespeichert, um gegebenenfalls danach wieder in Erinnerung gerufen werden zu können. Wenn die Augen geschlossen bleiben, kann der Hörsinn intensiviert werden, da so die Konzentration nun nicht mehr über die visuelle Wahrnehmung verläuft und ablenkende optische Reize vermieden werden.

(http://wwwcs.uni-paderborn.de/schulen/plpb/seh_/unt/unt_mb/fsp_wahr.htm,
<http://www.bleibergquellenkolleg.de/projekt/kol/sinne.htm>; 1. 4. 2007)

4.3.3 Der Tastsinn – die taktile Wahrnehmung

Die Haut als größtes sensorisches Organ des menschlichen Körpers bildet die Grundlage für die taktile Wahrnehmung des Menschen. Der Tastsinn ermöglicht es uns also, mit dem ganzen Körper zu fühlen, zu tasten und Reize und Berührungen aus unserer Umwelt zu erleben, wobei unsere Hände und Fußsohlen besonders empfindlich auf die Reize von außen reagieren. Über den Tastsinn kann der Mensch eine Vielzahl an Informationen, wie etwa Formen und Maße von Gegenständen, aus seiner Umgebung sammeln und interpretieren. Doch um auch

konkrete Details zu erkennen, ist das Zusammenspiel des Tastsinns mit anderen Sinnen notwendig (Seitz 1990: 43f.).

Gleich wie bei der auditiven Wahrnehmung, wird auch die taktile Wahrnehmung verbessert, wenn die Augen geschlossen sind und somit visuelle Reize ausgeschlossen werden. Der Tastsinn ist weiters schon ab der Geburt für den Menschen von besonderer Bedeutung. Berührungen symbolisieren Schutz und Geborgenheit für die Säuglinge und werden außerdem zur Kommunikation mit der Umwelt genutzt, wie Zimmer es ausdrückt: „Die taktile Kommunikation ist die erste Sprache des Kindes, auf der die verbale Sprache aufbaut.“ (Zimmer 2000: 110).

4.3.4 Der Geruchssinn – die olfaktorische Wahrnehmung

Die Nasenhöhle des Menschen, genauer gesagt die Riechschleimhaut, die darin liegt, ist mit Geruchssinneszellen ausgestattet. Diese sind für die olfaktorische Wahrnehmung verantwortlich, in jeder Sekunde den verschiedensten Gerüchen aus unserer Umwelt ausgesetzt und leiten die aufgenommenen Sinneseindrücke zur Verarbeitung an unser Gehirn weiter. Die Wahrnehmungsschwelle des Menschen für Geruchsstoffe liegt je nach Duftstoff unterschiedlich hoch; nur vier mg des in Knoblauch vorkommenden Methanthiol in 10^8 m^3 Luft oder ein mg Vanille in 10^3 m^3 Luft reichen aus, um als Geruch vom Menschen wahrgenommen zu werden. Doch um auch zu erkennen, um welchen Geruch es sich handelt, muss die Konzentration etwa 50 Mal höher sein. Der Mensch ist in der Lage, mehrere tausend verschiedene Gerüche von einander zu unterscheiden, im Vergleich zu den vier Geschmacksrichtungen eine beachtliche Anzahl. Gerüche prägen sich schnell in unser Gedächtnis ein und können selbst Jahrzehnte später Erinnerungen an bestimmte Situationen und Emotionen in uns wecken. Der eigentliche Zweck des Geruchssinns liegt in der Erkennung und Warnung vor Gefahren aus der Umwelt. Wenn wir etwa riechen, dass etwas brennt oder, dass die Nahrung, die wir zu uns nehmen wollen, verdorben sein könnte, wird unser Gehirn aufmerksam und kann dementsprechend reagieren. Die Wirkung von Gerüchen auf unseren Organismus wird auch in der so genannten Aromatherapie genutzt, in der ätherische Öle eingesetzt werden, die wohltuend und anregend wirken können und somit der Konzentrationsfähigkeit zuträglich sind. Die Nase sollte aber nicht überstrapaziert werden, wie es durch das Erleben von zu intensiven Gerüchen oder zu vielen Gerüchen innerhalb

kurzer Zeit passieren könnte, da unser Riechorgan uns dann gegebenenfalls auch im Stich lassen oder irreführen kann.

(<http://www.physik.uni-bremen.de/physics.education/schwedes/text/febsinne.htm>,
<http://de.wikipedia.org/wiki/Geruchssinn>,
<http://www.aerztezeitung.de/panorama/events/default.aspx?sid=327501>; 12. 4. 2007)

4.3.5 Der Geschmackssinn – die gustatorische Wahrnehmung

Die gustatorische Wahrnehmung verläuft über die Zunge, die die vier Hauptgeschmacksrichtungen süß, salzig, sauer und bitter an jeweils einer bestimmten Stelle erkennen kann. Daneben entdeckte ein japanischer Forscher 1908 eine fünfte Geschmacksqualität („Umami“), die als fleischig und herzhaft beschrieben werden kann und bei besonders proteinreichen Nahrungsmitteln zu finden ist. Die Glutaminsäure, die auch in der Lebensmittelindustrie als Geschmacksverstärker Anwendung findet, ist für diese fünfte Geschmacksrichtung verantwortlich. Da noch nicht ganz geklärt ist, wo auf der Zunge man diese Geschmacksqualität tatsächlich schmecken kann, beschränkt man sich hier häufig auf die vier Hauptgeschmacksrichtungen. Süße Stoffe werden an der Zungenspitze, salzige und saure Stoffe an den Rändern und bittere Stoffe besonders am Zungenrund wahrgenommen. Durch den Speichel wird die Nahrung über die ganze Zunge verteilt und der Geschmack setzt sich aus den einzelnen Nuancen zusammen, deren Vielfalt fast keine Grenzen zu haben scheint. Dabei ist die Wahrnehmungsschwelle höher im Vergleich zu Duftstoffen; sie liegt bei etwa 1000 Molekülen pro Milliliter Lösung. Ein Erwachsener besitzt ca. 2000 Geschmacksknospen, in denen sich wiederum je etwa 50 Nervenfasern verzweigen. Der Geschmackssinn hat seine eigentliche Bedeutung in der Kontrolle der Nahrung, die wir zu uns nehmen, wobei er immer durch den Geruchssinn unterstützt wird. So reagiert unser Geschmackssinn zum Beispiel besonders empfindlich auf pflanzliche Bitterstoffe, da diese zu einer Schädigung führen könnten.

(<http://www.physik.uni-bremen.de/physics.education/schwedes/text/febsinne.htm>;
<http://de.wikipedia.org/wiki/Umami>; 12. 4. 2007)

In der Lebensmittelindustrie wird auch oft auf künstliche Aromastoffe zurückgegriffen, die die Illusion eines bestimmten natürlichen Aromas schaffen sollen. Doch die Geschmacksnerven können und sollen auf natürliche Aromen sensibilisiert werden. Zimmer

(2000: 151) weist in diesem Zusammenhang auf folgenden Ausspruch von Kükelhaus (1956: 13) hin: „Der Sinn der Sinne [...] liegt [...] darin, süß von süß, sauer von sauer, bitter von bitter zu unterscheiden, und darin, das Bittere in Süßem, das Saure in Salzigem zu erschmecken.“.

4.3.6 Die Sinne und ihre Bedeutung für den Unterricht

Die sinnliche Wahrnehmung des Menschen beschränkt sich in den seltensten Fällen nur auf einen Sinn. Meistens spielen mehrere Sinnesbereiche zusammen und liefern so das Gesamtbild, das von uns wahrgenommen wird. Wenn wir uns zum Beispiel in der Natur bewegen, wenn es regnet, sehen wir die Regentropfen, fühlen sie auf der Haut, nehmen den Geruch der feuchten Umwelt wahr, hören das Plätschern und können die Tropfen vielleicht auch schmecken, wenn sie uns ins Gesicht fallen. Dieses Zusammenwirken aller Sinne findet also sogar in einfachsten, täglichen Situationen statt und wird häufig als sensorische Integration bezeichnet:

Durch die sensorische Integration wird erreicht, daß alle Abschnitte des Zentralnervensystems miteinander zusammenarbeiten und damit eine sinnvolle und angemessene Auseinandersetzung des Menschen mit seiner Umgebung möglich ist. (Zimmer 2000: 156)

Jeder Mensch favorisiert jedoch bestimmte Sinnesbereiche und setzt sie beim Wahrnehmen der Umwelt auf verschiedene Weise ein. Deshalb ist es für den Unterricht von großer Bedeutung, möglichst alle Sinne der Schüler anzusprechen und zu aktivieren, da so jeder Schüler seine bevorzugte Strategie weiterverwenden und dies somit zum Lernerfolg beitragen kann (Zwissig und Perren-Klingler 1995: 27).

Die Einbeziehung möglichst aller Sinne in den Lernprozess fördert auch Konzentration und Erinnerungsvermögen, denn, wie Zwissig und Perren-Klingler (1995: 27) es ausdrücken:

Jede menschliche Erfahrung basiert auf den fünf Sinnen. Die Erinnerung an eine Erfahrung wird durch die innere sensorielle Repräsentation gespeichert. [...] Die fünf Sinne sind somit die Basiselemente unseres äusseren [...] wie auch inneren Verhaltens [...] Ein Kind, das „klar sehen“ muss, um zu verstehen, bevorzugt das Visuelle. Ein Kind, dem vorgelesen werden muss, damit es versteht, bevorzugt das Auditive [...].

Deshalb ist es von großer Bedeutung, dass den Kindern ein vielfältiges Lernangebot bereitgestellt wird und somit jedes Kind die Möglichkeit hat, seine(n) bevorzugten Sinnesbereich(e) zum Lernen zu gebrauchen. Dies nützt nicht nur dem Schüler, weil er so leichter lernen kann, sondern auch dem Lehrer, da er seinem Ziel, den Schülern etwas begreiflich zu machen, auf diese Weise einfacher näher kommt.

Außerdem kann durch Berücksichtigung dieser Erkenntnisse ein positives Lernklima erzeugt werden, da die Lerninhalte mit positiven Emotionen verbunden und somit die damit assoziierten inneren Bilder effektiver im Gedächtnis gespeichert werden. Das „Lernen mit allen Sinnen“ bietet also sicherlich, natürlich nur im Zusammenspiel mit anderen Unterrichtsmethoden, eine Möglichkeit, eine Lernumwelt für die Schüler zu schaffen, in der sie als Individuen berücksichtigt und gefördert werden.

(<http://www.physik.uni-bremen.de/physics.education/schwedes/text/febsinne.htm>;

12. 4. 2007)

So ist nach Klewitz und Reuter (1994: 246) die logische Schlussfolgerung für den Unterricht, dass „jede Denkentwicklung und Begriffsbildung [...] Erfahrung und Aktivität voraussetzt, [...] die im Grundschulalter im praktischen, konkreten Handeln besteht“.

Den Unterricht nach den Prinzipien des „Lernens mit allen Sinnen“ zu gestalten, heißt also, die sinnliche Wahrnehmung zum „Fundament der Erkenntnis zu machen und nicht umgekehrt [...]“ (Heckt 1993: 239). Dazu gehören auf jeden Fall auch das Erforschen, Entdecken und Beobachten mit Hilfe von Versuchen, die dann zu wissenschaftlichen Erkenntnissen führen sollen. Ein Unterricht, der die sinnlichen Erfahrungen des Kindes ausschließt, steht dem entgegen, was in der Natur des Kindes liegt, nämlich dem Erkunden der Welt über die Sinne. Außerdem „verstehen [Kinder] Sachverhalte und Phänomene besser, wenn sie diese selbst erforscht beziehungsweise selbst rekonstruiert haben“ (Knauf und Politzky 2000: 24f.).

Zitzlsperger (1993: 193) stellt darüber hinaus fest, dass die Wahrnehmung immer als Tätigkeit gesehen werden kann und muss. Aufgrund der neuronalen Vorgänge, die dabei ablaufen und beide Hirnhälften beanspruchen, gehört die Wahrnehmung als aktiver Prozess zum Handeln. Die Eindrücke, die wir von unserer Umwelt gewinnen, werden permanent selektiert und interpretiert, und somit können das Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Tasten auf keinen Fall nur als passive Reaktionen gelten:

Denkvorgänge hängen mit Handeln zusammen. Vorstellungs- und Gedankenstrukturen, die gerade beim Handeln entstehen, entwickeln sich über innere und äußere Sinne und werden durch entsprechende kognitive Tätigkeiten erarbeitet, verbessert und gesichert. (Zitzlsperger 1993: 193)

Die Autorin bemerkt weiters, dass die Sinnesorgane als Verbindungsglied zwischen Innen- und Außenwelt des Menschen angesehen werden können und, dass das Lernen durch den Prozess des Wahrnehmens auf verschiedenste Weise im Klassenzimmer gefördert werden kann, wobei sie an dieser Stelle auch das Experiment als Mittel zum Zweck explizit erwähnt (Zitzlsperger 1993: 196).

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass das „Lernen mit allen Sinnen“ eine Unterrichtsmethode darstellt, die im Speziellen bei jüngeren Schülern zu handlungsintensivem Lernen führen und damit auch zu einem positiven Lernerfolg beitragen kann. Doch an dieser Stelle sollte auch darauf hingewiesen werden, dass bei einer Fehlinterpretation dieses Konzepts der dementsprechende Unterricht rasch nur auf die Wahrnehmung mittels Sinneseindrücken beschränkt bleibt und eben nicht zur angestrebten Erkenntnis führen kann. Diese Sichtweise wird von Möller (1997: 137) noch einmal durch folgende Worte unterstrichen:

Das [...] Unbehagen beschleicht auch mich, wenn ich die Fülle von Unterrichtsvorschlägen zum „sinnlichen Lernen“ durchsehe und Beispiele von der Art finde: Ich streichle den Baum und fühle die Rinde.

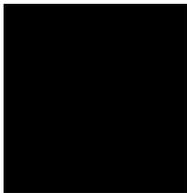
Deshalb ist es von Bedeutung, dass das Lernen mit allen Sinnen im Schulalltag stets in Kombination mit anderen Unterrichtsmethoden und in Maßen seine Anwendung findet, wodurch die positiven Lerneffekte dieser Unterrichtsform erst vollständig zur Geltung kommen können.

5. Fragebogenuntersuchung

Im Winter 2006/2007 wurde eine Fragebogenuntersuchung mit dem Titel „Einfache chemische Experimente für die Volksschule“ durchgeführt, die Aufschluss darüber geben sollte, wie Volksschullehrer dem chemischen Experimentieren im Rahmen des Sachunterrichts allgemein und einer möglichen Einführung von Experimentiersets gegenüberstehen. Diese Fragebogenuntersuchung richtete sich an die Lehrer von je 100 Volksschulen in Wien und im Burgenland. Dabei sollte ermittelt werden, wie die Lehrkräfte prinzipiell dem chemischen Experimentieren in der Volksschule gegenüberstehen und welche Themengebiete dabei für die Schüler voraussichtlich am interessantesten sein würden. Außerdem sollte aufgezeigt werden, ob signifikante Unterschiede im Antwortverhalten zwischen den Lehrern in folgenden Bereichen bestehen: Stadt – Land, öffentliche – private Volksschulen, Alter der Lehrer und Geschlecht der Lehrer. Die Antwortmöglichkeiten zu den Fragen 1, sowie 3-14 wurden in Form einer vierstufigen Skala präsentiert, wobei folgende Skalierung gewählt wurde: 1 = trifft nicht zu, 2 = trifft wenig zu, 3 = trifft eher zu, 4 = trifft sicher zu. Die Fragen 2 und 15 wurden als so genannte offene Fragen gestellt, bei denen den Befragten keine Antworten vorgegeben wurden, sondern die Möglichkeit bestand, mit eigenen Worten seine Meinung kundzutun. Dementsprechend sollen in der Auswertung die Antworten auf die offenen Fragen 2 und 15 gesondert analysiert und interpretiert werden. Die genauen Fragestellungen können dem Original des Fragebogens entnommen werden, das im Folgenden präsentiert wird.

Fragebogen zum Projekt:

„EINFACHE CHEMISCHE EXPERIMENTE FÜR DIE VOLKSSCHULE“



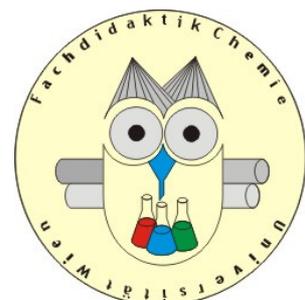
Im folgenden Fragebogen werden Schüler und Schülerinnen, sowie Lehrer und Lehrerinnen mit den Überbegriffen Schüler bzw. Lehrer bezeichnet.

Alter: unter 30 zw. 30 und 45 über 45
Geschlecht: männlich weiblich
Name der Schule: _____
 öffentlich privat

Bewertung: 1 = trifft nicht zu, 2 = trifft wenig zu, 3 = trifft eher zu, 4 = trifft sicher zu

- | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Welche Themengebiete halten Sie für Schüler interessant? | | | | |
| a) Lebensmittel | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Haushaltsprodukte (Essig, Putzmittel, Waschmittel, ...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Pflegeprodukte (Seife, Badesalz, ...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) Gebrauchsgegenstände, Baustoffe (Batterien, Mörtel, ...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e) Wasser | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| f) Luft | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| g) Stofftrennung, Farben (Tinte, Filzstiftfarbe, ...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| h) Kristallisation, Salze | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| i) Verbrennung, Korrosion | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Welche Themengebiete könnten Ihrer Meinung nach für Schüler noch interessant sein? | | | | |
| _____ | | | | |
| _____ | | | | |
| 3. Halten Sie es für sinnvoll, dass Schüler zu den jeweiligen Themengebieten Experimente durchführen (praktisches Arbeiten)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Würden Sie, wenn eine Auswahl an Experimenten zur Verfügung steht, auch tatsächlich Experimente mit den Schülern durchführen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Würden Sie Sets, in denen die benötigten Materialien für die Experimente enthalten sind, sinnvoll finden? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 6. Würden Sie diese Sets auch tatsächlich in Ihrem Unterricht verwenden? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Halten Sie es für sinnvoll, wenn Ihre Schule solche Sets erwerben würde? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Glauben Sie, dass die Schüler Spaß daran hätten, im Rahmen des Sachunterrichts mit solchen Sets praktisch zu arbeiten? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Würden Sie auch Versuche für sinnvoll erachten, die aufgrund ihres zeitlichen Aufwandes einer Blockung von Unterrichtseinheiten bedürfen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. Würden Sie erwarten, dass zu den Versuchen Arbeitsblätter o.ä. zur Verfügung stehen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. Würden Sie (detaillierte) Versuchsbeschreibungen und Anleitungen, sowohl für Schüler als auch für Lehrer, sinnvoll finden? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. Würden Sie didaktische Hinweise zu den Experimenten für Lehrer für sinnvoll erachten? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. Glauben Sie, dass es sinnvoll ist, wenn Volksschüler der vierten Schulstufe mittels Experimenten an naturwissenschaftliche Unterrichtsgegenstände herangeführt werden (z.B. in Hinblick auf ein positives Bild von den Naturwissenschaften oder um der Schwellenangst in HS/AHS vorzubeugen)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. Würden Sie es sinnvoll finden, wenn es eine Art „Einschulung“ für Lehrer zu den oben genannten Sets geben würde (z.B. am PI)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. Wie stehen Sie generell der Einführung von chemischen Experimenten in der vierten Schulstufe gegenüber? - Zusätzliche Bemerkungen, Anregungen, Fragen zum Thema. | | | | |



Danke für Ihre Mitarbeit!

Die Entscheidung für eine Lehrerbefragung beruht auf der Überlegung, dass viele Volksschullehrer durch ihre jahrelange Erfahrung gut einschätzen können, ob chemische Experimente und welche Themengebiete dabei für die Schüler interessant sein könnten. Zudem ist es für Kinder in diesem Alter schwierig, die angesprochenen Aspekte zu beurteilen, wenn sie bislang noch nicht damit in Berührung gekommen sind.

Insgesamt wurden 600 Fragebögen an 100 Wiener Volksschulen und 500 Fragebögen an 100 Volksschulen im Burgenland verschickt. Die Rücklaufquote der Fragebogenuntersuchung belief sich auf insgesamt rund 26, 5% (Schulen) bzw. 18,8 % (Fragebögen). In anderen Worten wurden insgesamt 207 Fragebögen aus Wien und dem Burgenland zur Analyse an das Institut zurückgeschickt und ausgewertet, wovon 155 aus dem Burgenland zurückkamen und 52 aus Wien. In Prozenten wurden also 31 % der Fragebögen aus 41 % der Volksschulen im Burgenland und rund 8,7 % der Fragebögen aus 12 % der angeschriebenen Volksschulen in Wien ausgefüllt und retourniert. Von den 207 Fragebögen wurden 22 (10,6 %) von männlichen und 185 (89,4 %) von weiblichen Lehrern beantwortet, was nicht verwunderlich ist, da im Volksschulbereich weitaus mehr Frauen als Männer als Lehrkräfte tätig sind. Es wurden insgesamt 188 Fragebögen (90,8 %) von Lehrern öffentlicher Volksschulen und 19 (9,2 %) von Lehrkräften privater Schulen ausgefüllt. Das Alter der Lehrer, die die Fragebögen retournierten, verteilte sich beinahe ausschließlich auf zwei Altersgruppen: 91 Lehrer (44 %) waren zum Zeitpunkt der Befragung zwischen 30 und 45 Jahren alt und 107 (51,7 %) fielen in die Altersgruppe der über 45jährigen; nur 9 Lehrkräfte (4,3 %) waren jünger als 30 Jahre. Diese Ergebnisse werden im Folgenden in Tabellenform dargestellt.

Tabelle 5/1a: Anzahl der Befragten nach Geschlecht, Schulart, Alter

	Burgenland	Wien	Summe
männlich	20	2	22
weiblich	135	50	185
Öffentliche Schulen	153	35	188
Private Schulen	2	17	19
Altersklasse 1	1	8	9
Altersklasse 2	72	19	91
Altersklasse 3	82	25	107

Die Auswertung der Fragebögen wurde mit Hilfe der Computerprogramme SPSS⁹ und Excel durchgeführt und soll im Folgenden dargestellt werden. Dabei werden an dieser Stelle ausschließlich die hervorstechenden Aspekte bei der Präsentation der Resultate berücksichtigt und im Detail besprochen, sowie durch Tabellen und Grafiken anschaulich gemacht. Die Auswertungen der Fragestellungen, die keine signifikanten Ergebnisse lieferten, sind sowohl in Tabellen- als auch in Grafikform im Anhang der vorliegenden Arbeit zu finden.

5.1 Interesse an Themengebieten

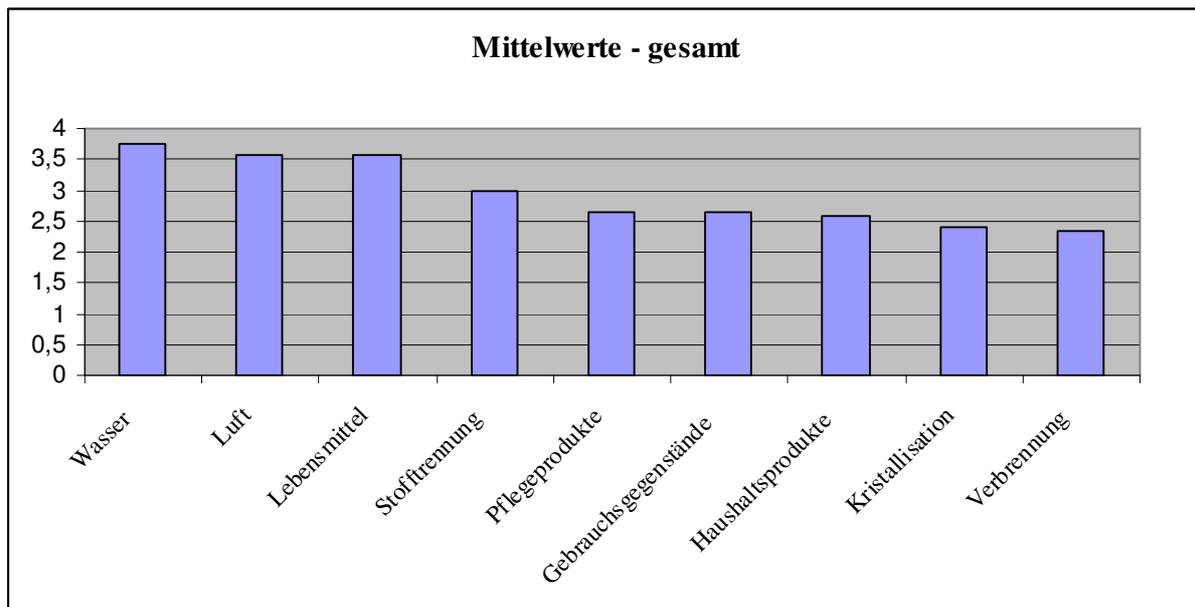
Frage 1, die sich um das mögliche Interesse der Schüler an verschiedenen Themengebieten drehte, wurde von den anderen Fragen getrennt ausgewertet, weil sie inhaltlich auf andere Aspekte abzielte als der Rest der Fragen. Hier soll gezeigt werden, welche Themen bei den Schülern nach Meinung der Lehrer, die diese ja in den meisten Fällen schon seit einiger Zeit kennen, höchstwahrscheinlich besonderes Interesse hervorrufen würden. Auf die Ergebnisse dieser Fragestellung soll bei der Auswahl der Versuche zur Erstellung des geplanten Experimentiersets in besonderem Maße Rücksicht genommen werden.

Tabelle 5/1b: Frage 1 – Mittelwerte aus 207 Fragebögen

	Mittelwert
Wasser	3,7488
Luft	3,5652
Lebensmittel	3,5556
Stofftrennung	3,0000
Pflegeprodukte	2,6329
Gebrauchsgegenstände	2,6329
Haushaltsprodukte	2,5942
Kristallisation	2,3961
Verbrennung	2,3478

⁹ SPSS (Statistical Product and Service Solutions): Statistik- und Analysesoftware für Management, sowie statistische und grafische Datenanalysen mit den gängigsten statistischen Verfahren, häufig in wissenschaftlichen Bereichen und in der Marktforschung eingesetzt (<http://de.wikipedia.org/wiki/Spss>; 13.8.2007).

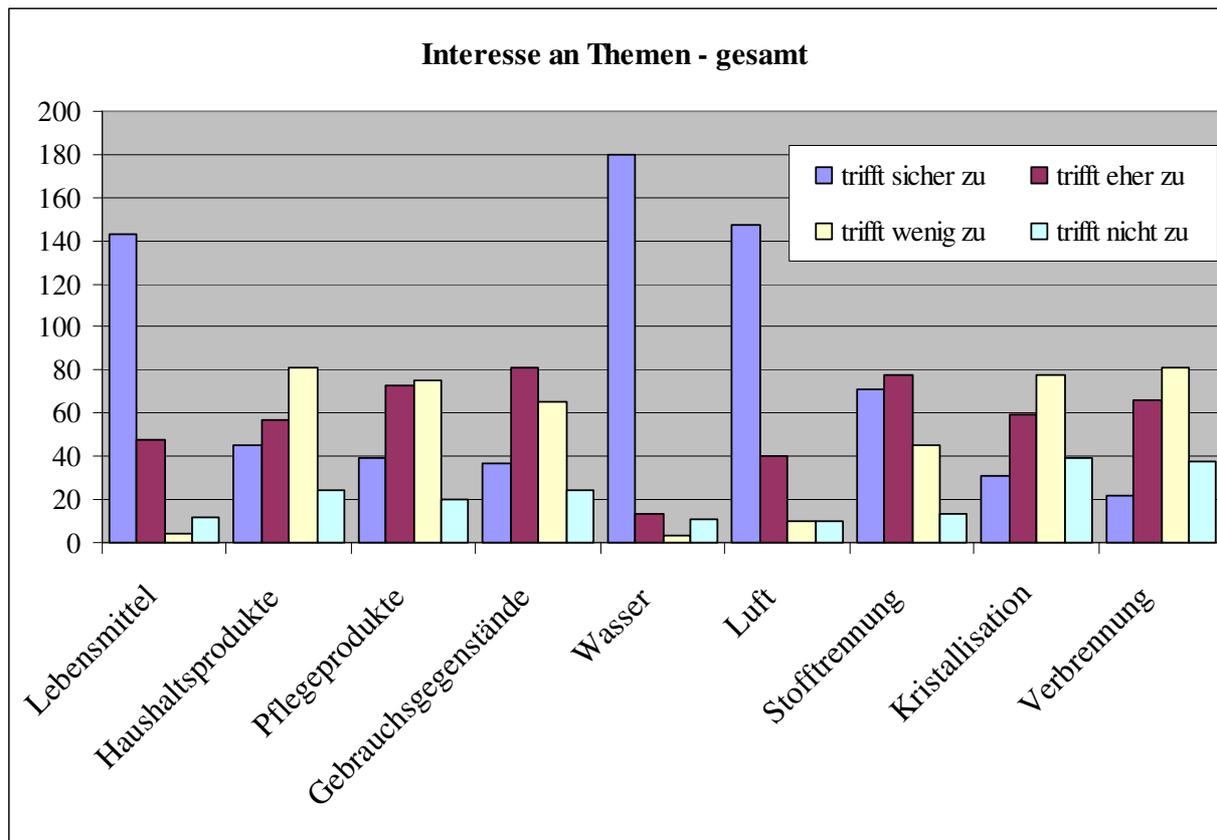
Grafik 5/1: Frage 1 – Mittelwerte aus 207 Fragebögen



Die in Tabelle 5/1b und Grafik 5/1 präsentierten Resultate (Mittelwerte) der Auswertung hinsichtlich Frage 1 zeigen deutlich, dass die Themen „Wasser“, „Luft“, „Lebensmittel“ und auch das Thema „Stofftrennung“ nach Meinung der Lehrkräfte besonderen Anklang bei deren Schülern finden würden und somit natürlich auch den Hauptanteil der auszuwählenden Experimente ausmachen sollten. Hier wurde die Darstellung der Mittelwerte ausgewählt, um einen ersten Überblick zu erhalten. Dazu ist anzumerken, dass kein Themengebiet im Mittel mit einem Wert von unter 2,3 beurteilt wurde und somit alle Befragten jedes der genannten Themen als überdurchschnittlich interessant bewerteten. Diese Ergebnisse sind wahrscheinlich unter anderem darauf zurückzuführen, dass die für besonders interessant befundenen Themengebiete im aktuellen Sachunterricht bereits einen speziellen Stellenwert einnehmen und chemische Experimente dazu wohl äußerst gut in das Unterrichtskonzept vieler Volksschullehrer passen würden.

Im Folgenden sollen die Antworten auf Frage 1 noch einmal in grafischer Form präsentiert werden, in der eine genauere Betrachtung der Antworten möglich ist. Dazu wurde eine Darstellung gewählt, die zusätzlich das Verhältnis der angekreuzten Antworten hinsichtlich der Skala von 1-4 erkennen lässt.

Grafik 5/2: Frage 1 - einzelne Bewertungen



Aus Grafik 5/2 kann man eindeutig erkennen, dass besonders die Themen „Lebensmittel“, „Wasser“ und „Luft“ einen besonderen Stellenwert einnehmen, da sie von einer überragenden Mehrheit der Befragten mit 4 (Interesse trifft sicher zu) bewertet wurden. Dementsprechend soll sich der Großteil der auszuwählenden Versuche für das geplante Experimentierset besonders mit diesen Themen beschäftigen.

Im Folgenden sollen die Resultate zu den einzelnen Themengebieten jeweils separat präsentiert werden. Anders als bei einer Betrachtung der Mittelwerte kann hier die Verteilung der Antworten nach der vorgegebenen vierteiligen Skala genauerer Betrachtung unterzogen werden. Außerdem sollen die Antworten der Volksschullehrer zu den als besonders interessant eingestuften Themengebieten „Lebensmittel“, „Wasser“ und „Luft“ detaillierter als andere beschrieben und analysiert werden. Zu diesem Zweck sollen die Ergebnisse hierzu zusätzlich einzeln in tabellarischer Form dargelegt werden. Zur grafischen Veranschaulichung dieser Ergebnisse dient Grafik 5/2. Die Tabellen zu allen Themengebieten finden sich im Anhang.

5.1.1 Interesse an Themen nach einzelnen Themengebieten

An dieser Stelle sollen die Resultate zu Frage 1 (interessante Themengebiete) detaillierter und im Einzelnen erläutert und illustriert werden. Dazu sollen die Ergebnisse zu den Themengebieten, die als für Volksschüler besonders interessant eingestuft wurden, in Form von Häufigkeitstabellen und zugehörigen Grafiken dargestellt werden, um sie genauerer Betrachtung unterziehen zu können. Die Resultate der anderen Themengebiete sollen an dieser Stelle kurz interpretiert werden, wobei die zugehörigen Häufigkeitstabellen, wie bereits erwähnt, im Anhang dieser Arbeit zu finden sind.

Tabelle 5/2: Interesse am Thema „Lebensmittel“

	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
1,00	12	5,8	5,8
2,00	4	1,9	7,7
3,00	48	23,2	30,9
4,00	143	69,1	100,0
Gesamt	207	100,0	

Besonders auffällig ist hier, dass beinahe 70% der Befragten dieses Themengebiet mit 4 (Interesse trifft sicher zu) bewerteten. Das bedeutet, dass 69,1 % der Lehrer das Thema „Lebensmittel“ als besonders interessant für Schüler erachteten. Dazu kommt, dass zusätzliche 23,2 % der Befragten dieses Themengebiet immer noch mit 3 bewerteten (Interesse trifft eher zu). Dagegen hielten nur ca. 2 % das Thema für wenig, und 5,8 % für nicht interessant.

Das Themengebiet „Haushalt“ wurde insgesamt als nicht überaus interessant erachtet, da knapp 40 % der Befragten diese Frage mit 2 bewerteten (Interesse trifft wenig zu). Obwohl dieses Thema von der Hälfte der Lehrer als interessant eingestuft wurde, scheint der Vergleich mit anderen Themengebieten zu zeigen, dass Experimente zum Thema „Haushalt“ wohl weniger Anklang finden würden.

Experimente zum Thema „Pflegeprodukte“ wurden nur zu etwa 19 % als sehr interessant eingestuft. Trotzdem hält sich das Interesse und Desinteresse an diesem Thema halbwegs die Waage, wie man an der Anzahl der mit 2 und 3 bewerteten Antworten erkennen kann. Doch wie das Thema „Haushalt“ wurde das Thema „Pflegeprodukte“ insgesamt als eher wenig interessant eingestuft.

Die Resultate zum Thema „Gebrauchsgegenstände“ ähneln den Ergebnissen zum Themengebiet „Pflegeprodukte“. Auch dieses Thema wurde von den Lehrern nur zu etwa 18 % als sehr interessant beurteilt. Auch hier antworteten die Befragten zum Großteil mit 2 oder 3, wobei das Interesse insgesamt (Antworten 3 und 4 zusammen) das Desinteresse (Antworten 1 und 2 zusammen) doch noch übertrifft. Trotzdem kann im Vergleich zu anderen Themengebieten (z.B. zum Thema „Luft“) festgestellt werden, dass Experimente zu diesem Thema wohl nicht den größten Anklang finden würden und deshalb auch bei der Versuchsauswahl nicht an erster Stelle stehen sollen.

Tabelle 5/3: Interesse am Thema „Wasser“

	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
1,00	11	5,3	5,3
2,00	3	1,4	6,8
3,00	13	6,3	13,0
4,00	180	87,0	100,0
Gesamt	207	100,0	

Sowohl die Verteilung der Häufigkeiten als auch die der Prozente in Tabelle 5/3 zeigen hier deutlich, dass das Thema „Wasser“ von den Befragten als eines der wichtigsten und für die Schüler wohl am interessantesten bewertet wurde; immerhin haben 87 % der Lehrer dieses Themengebiet mit 4 bewertet (Interesse trifft sicher zu). Dagegen haben insgesamt nur etwa 7 % der Lehrkräfte das Thema „Wasser“ als nicht bzw. wenig interessant eingestuft.

Tabelle 5/4: Interesse am Thema „Luft“

	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
1,00	10	4,8	4,8
2,00	10	4,8	9,7
3,00	40	19,3	29,0
4,00	147	71,0	100,0
Gesamt	207	100,0	

Das Thema „Luft“ scheint neben den Themen „Wasser“ und „Lebensmittel“ das Themengebiet zu sein, das über äußerst großes Interessenspotenzial verfügt. Über 90 % der Befragten hielten dieses Themengebiet für eher bzw. sicher interessant, wobei zu bemerken ist, dass über 70 % der Lehrer Experimente zum Thema „Luft“ als für ihre Schüler als besonders interessant (4 = Interesse trifft sicher zu) einordneten. Zudem waren es nur unter 10 % der Befragten, die dieses Thema als nicht sehr oder gar nicht interessant bewerteten.

Zum Thema „Stofftrennung“ ist zu sagen, dass nur etwa 35 % der befragten Volksschullehrer Experimente zu diesem Thema für überaus interessant hielten. Ein möglicher Grund hierfür könnte sein, dass viele Lehrer nicht wussten, was genau zu diesem Themengebiet zählt. Insgesamt waren die Befragten aber trotzdem zu über 70 % der Meinung, dass dem Thema eher oder sicher Interesse zukommen würde, was sich auch im relativ hohen Mittelwert der Analyse widerspiegelt. Deshalb sollen einige Versuche zu diesem Themengebiet in die endgültige Auswahl der Experimente mit eingeschlossen werden.

Die Ergebnisse, die man aus der Auswertung zum Thema „Kristallisation“ erhält, scheinen eine klare Sprache zu sprechen. Anders als erwartet, bewertete mehr als die Hälfte der Befragten dieses Thema als nur unzureichend interessant. Diese Aussage wird außerdem durch die Tatsache unterstützt, dass nur 15 % der Lehrer dem Thema „Kristallisation“ zutrauten, überdurchschnittlich großes Interesse bei Volksschülern hervorrufen zu können.

Die Resultate zum Themengebiet „Verbrennung“ ähneln denen zum Themengebiet „Kristallisation“ stark. Auch hier geben die Befragten zu mehr als 50 % an, dass Experimente zu diesem Thema für die Schüler wohl von nicht sehr großem Interesse sein würden. Nur ca. 10 % der befragten Lehrkräfte schrieb diesem Themengebiet hohes Potential zu, Interesse bei den Schülern erwecken zu können. Deswegen sollen Experimente zum Thema „Verbrennung“, wie auch solche zum Thema „Kristallisation“, bei der aktuellen

Zusammenstellung der Experimente nur eine untergeordnete Rolle spielen. Ein möglicher Grund für diese Resultate könnte das mangelnde Vorwissen der Lehrkräfte zu diesen Themengebieten sein, und dass diese somit vielleicht nicht genau wussten, was diese Bereiche genau beinhalten und wie chemische Experimente dazu aussehen könnten. Zudem könnten viele Lehrer das Thema „Verbrennung“ als sehr gefährlich eingestuft haben, und da sie nicht wollen, dass ihre Schüler mit offenem Feuer hantieren, schrieben sie diesem Thema vielleicht wenig Interesse zu. Dementsprechend spiegelt dieses Resultat vielleicht wider, dass viele Volksschullehrer die „Verbrennung“ möglicherweise selbst nicht wirklich verstehen, weshalb sie diesem Thema ablehnend gegenüber stehen und in Folge keine Experimente mit „Feuer & Flamme“ mit ihren Schülern durchführen wollen.

5.1.2 Unterschiede Stadt-Land

Wie schon erwähnt, richtete sich die hier ausgewertete Umfrage an Schulen in Wien und im Burgenland. Deshalb erscheint es auch sinnvoll, die Ergebnisse zu Frage 1 auf mögliche Unterschiede zwischen Stadt und Land zu beleuchten. Dafür wurden mit SPSS die Mittelwerte der Stadt- und Land-Stichprobe mittels multivariater Varianzanalyse¹⁰ verglichen und die jeweiligen Signifikanzen ermittelt, wobei definitionsgemäß eine Signifikanz von unter 0,05 aussagt, dass ein bedeutender Unterschied besteht. Wenn also die Signifikanz gesamt unter 0,05 beträgt, ist zumindest bei den Antworten zu einer Frage der entsprechenden Kategorie ein signifikanter Unterschied festzustellen. In diesem Fall werden die Resultate einzeln auf mögliche Signifikanzen überprüft (Signifikanzen speziell).

Zur Überprüfung etwaiger Unterschiede im Antwortverhalten zwischen Stadt und Land wurden 155 Fragebögen aus dem Burgenland und 52 aus Wien analysiert.

¹⁰ Die Varianzanalyse ist ein datenanalytisches, statistisches Verfahren, das Varianzen und Prüfgrößen berechnet, um auf mögliche Gesetzmäßigkeiten der Daten zu schließen. Dabei wird die Varianz einer oder mehrerer Zielvariable(n) durch den Einfluss einer oder mehrerer Einflussvariablen (Faktoren) erklärt. Je nachdem, ob eine oder mehrere Zielvariable(n) vorliegen, spricht man von univariater bzw. multivariater Varianzanalyse (<http://de.wikipedia.org/wiki/Varianzanalyse>; 15.8.2007).

Tabelle 5/5: Frage 1 - Signifikanz Stadt/Land gesamt

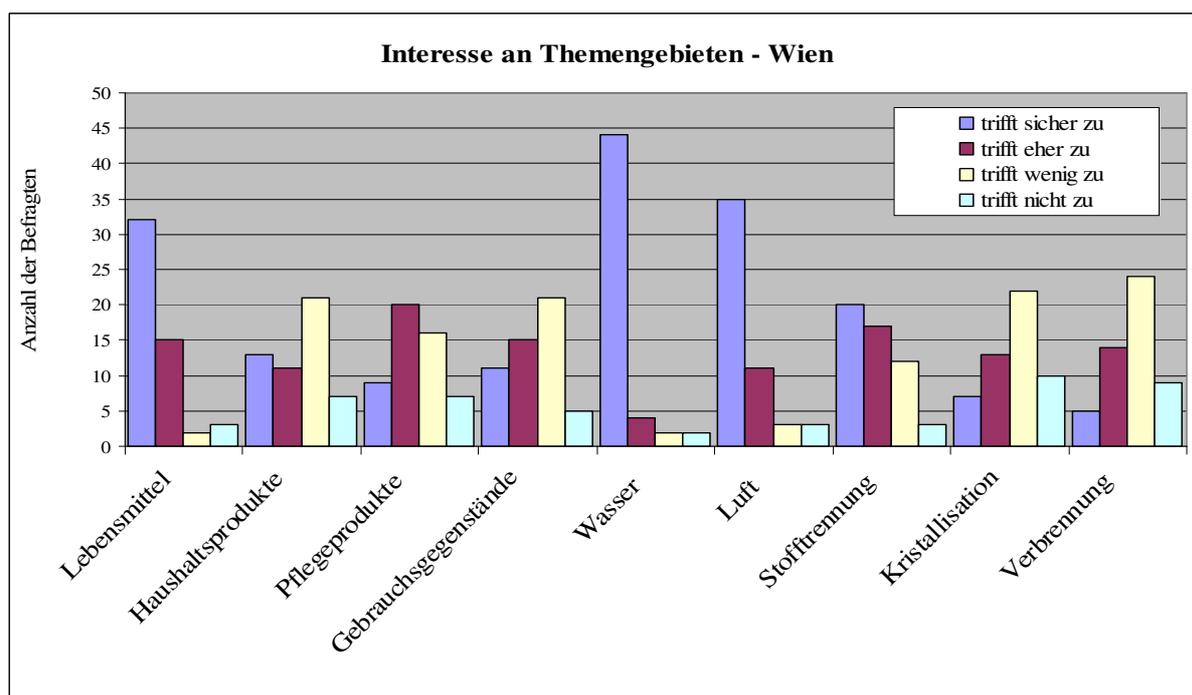
Effekt	Signifikanz
StadtLand	0,972

Tabelle 5/6: Frage 1 - Signifikanzen Stadt/Land speziell

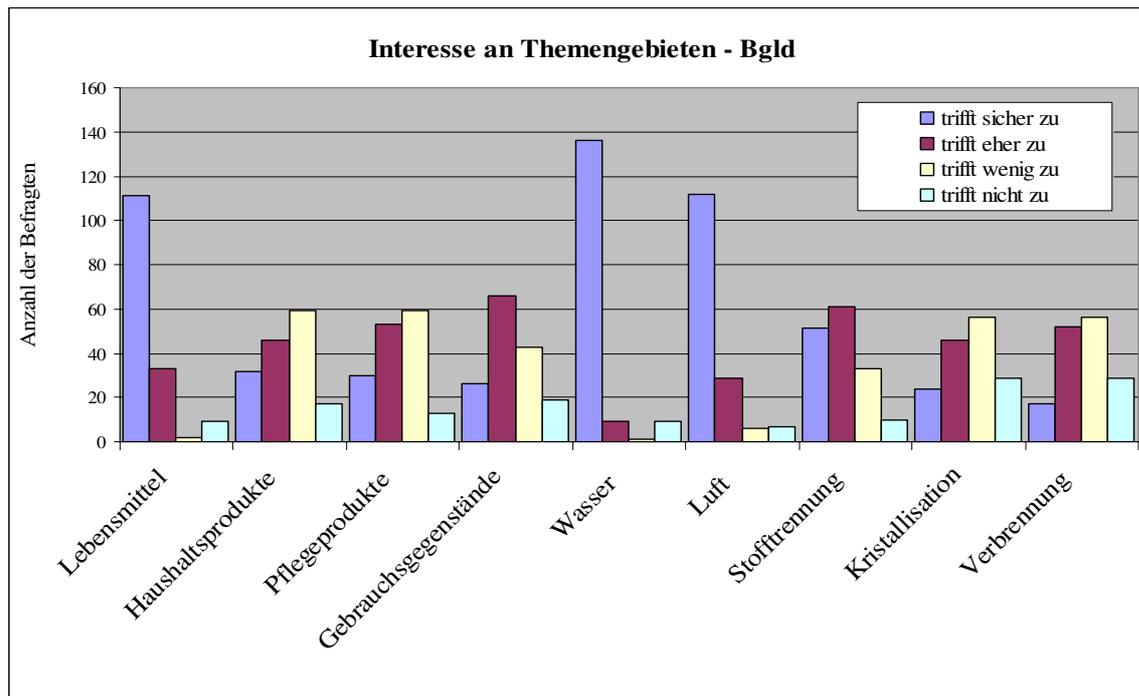
Quelle	Abhängige Variable	Signifikanz
StadtLand	Lebensmittel	0,327
	Haushaltsprodukte	0,412
	Pflegeprodukte	0,605
	Gebrauchsgegenstände	0,713
	Wasser	0,838
	Luft	0,497
	Stofftrennung	0,860
	Kristallisation	0,947
	Verbrennung	0,871

Aus den oben dargestellten Tabellen 5/5 und 5/6 ist zu erkennen, dass die Signifikanz bei allen Themengebieten, die im Fragebogen angeführt waren, deutlich über dem Grenzwert von 0,05 liegt. Das bedeutet, dass der Unterschied beim Antwortverhalten zwischen Stadt und Land als nicht signifikant zu bewerten ist. In anderen Worten kann man sagen, dass die Befragten aus Stadt und Land die gleichen Themen als mehr bzw. weniger interessant bewerteten, wie auch aus den Grafiken 5/3 und 5/4 ersichtlich ist:

Grafik 5/3: Frage 1 - Wien



Grafik 5/4: Frage 1 - Burgenland



5.1.3 Unterschiede nach Altersgruppen der Lehrer

Die Volksschullehrer wurden im Fragebogen in drei Altersgruppen eingeteilt, um zu sehen, ob ein Unterschied bei der Interessensbewertung der Themengebiete (Frage 1) zwischen jüngeren und älteren Lehrkräften besteht. Dies soll im Folgenden diskutiert werden, wobei die nächste Tabelle (Tabelle 5/7) zeigt, dass die Altersgruppe der unter 30jährigen aus nur neun Personen bestand und diese somit für die Analyse nur eingeschränkt aussagekräftig ist.

Um herauszufinden, ob sich die unterschiedlichen Altersgruppen in der Interessenseinschätzung unterscheiden, wurde eine multivariate Varianzanalyse über alle Themengebiete gerechnet.

Tabelle 5/7: Anzahl der Befragten gemäß Altersgruppen (Frage 1)

	Wertelabel	N	
Alter	1,00	unter 30	9
	2,00	30-45	91
	3,00	über 45	107

Tabelle 5/8: Frage 1 - Signifikanz Altersgruppen gesamt

Effekt	Signifikanz
Alter	0,009

Tabelle 5/8 zeigt, dass sich die Altersgruppen zumindest in einem Bereich signifikant unterscheiden (Signifikanz $\leq 0,05$). Tabelle 5/9 illustriert, inwieweit bei den einzelnen Themengebieten Unterschiede bestehen. Außerdem zeigt Tabelle 5/9 deutlich, dass hinsichtlich der drei verschiedenen Altersgruppen lediglich beim Thema „Kristallisation“ ein signifikanter Unterschied besteht (Signifikanz = 0,015). Die Befragten haben also je nach Altersgruppe Experimente zur Kristallisation eindeutig als unterschiedlich interessant bewertet. Doch bei den Themengebieten „Haushaltsprodukte“ und „Stofftrennung“ lässt sich eine Tendenz zur Signifikanz erkennen; das heißt, dass die Bewertung des Interessenspotentials dieser beiden Themen seitens der Befragten je nach Alter doch noch sehr unterschiedlich war, obwohl dieser Unterschied als nicht signifikant gilt.

Tabelle 5/9: Frage 1 - Signifikanzen Altersgruppen speziell

Quelle	Abhängige Variable	Signifikanz
Alter	Lebensmittel	0,161
	Haushaltsprodukte	0,097
	Pflegeprodukte	0,252
	Gebrauchsgegenstände	0,991
	Wasser	0,607
	Luft	0,907
	Stofftrennung	0,102
	Kristallisation	0,015
	Verbrennung	0,338

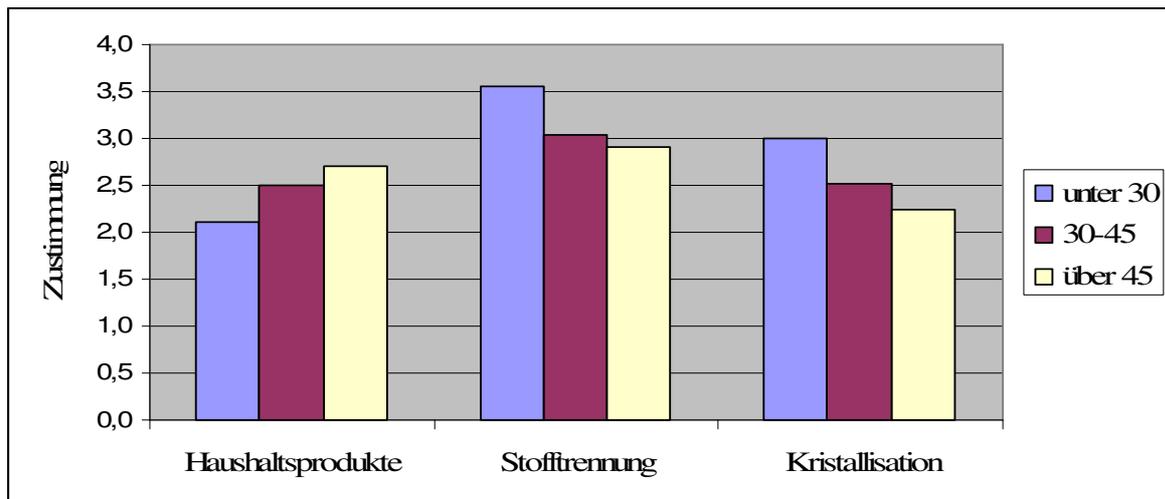
Zur genaueren Analyse müssen allerdings die Mittelwerte der drei Themengebiete „Kristallisation“, „Haushaltsprodukte“ und „Stofftrennung“ in Tabelle 5/10 betrachtet werden. Dabei kann man feststellen, dass sich bei allen drei Themen nur die Meinungen der Altersgruppe der unter 30jährigen und die der über 45jährigen deutlich unterscheiden. Man kann also nur annehmen, dass hier wirklich ein Unterschied besteht, da wie schon weiter oben erwähnt wurde, die Altersgruppe der unter 30jährigen lediglich aus neun Lehrern besteht und somit die unterschiedlichen und niedrigen Fallzahlen in den Gruppen die Analyse erschweren. Trotzdem lassen sich gewisse Tendenzen erkennen: das Interesse an den drei angesprochenen

Themengebieten scheint immer in eine Richtung stärker bzw. schwächer zu werden. Das Thema „Haushaltsprodukte“ wird mit steigendem Alter der Befragten als interessanter bewertet. Gegenteilig verhalten sich die Resultate zu den Themen „Stofftrennung“ und „Kristallisation“. Diesen Themengebieten schreiben die Lehrer mit steigendem Alter immer weniger Interessenspotential für Schüler zu, wie auch Grafik 5/5 illustriert. Die Gründe hierfür könnten sein, dass ältere Volksschullehrer dem Thema „Haushaltsprodukte“ eine höhere Relevanz hinsichtlich der Wissensvermittlung aus der täglichen Lebenswelt der Kinder zusprechen. Auf der anderen Seite könnte es auch sein, dass diese Lehrkräfte selbst schon seit längerer Zeit nicht mit den Themen „Kristallisation“ oder „Stofftrennung“ in Berührung kamen (sofern diese Themengebiete nicht zu ihrem eigenen Unterrichtsrepertoire zählen), da ihre eigene Ausbildungszeit schon eine Weile zurückliegt. Ein weiterer Grund für diese Resultate könnte dementsprechend sein, dass Volksschullehrer älteren Semesters nicht genau wissen, was unter den Themen „Kristallisation“ und „Stofftrennung“ zu verstehen ist und vielleicht dem Neuen bzw. Unbekannten immer mit einer gewissen Skepsis begegnen.

Tabelle 5/10: Signifikante Themengebiete Altersgruppen - Mittelwerte

	Alter	Mittelwert
Haushaltsprodukte	unter 30	2,1111
	30-45	2,5055
	über 45	2,7103
	Gesamt	2,5942
Stofftrennung	unter 30	3,5556
	30-45	3,0440
	über 45	2,9159
	Gesamt	3,0000
Kristallisation	unter 30	3,0000
	30-45	2,5275
	über 45	2,2336
	Gesamt	2,3961

Grafik 5/5: Signifikante Themengebiete Altersgruppen



5.1.4 Unterschiede nach Geschlecht

Weiters wurde ermittelt, ob sich das Antwortverhalten der männlichen und weiblichen Befragten gänzlich oder zumindest teilweise voneinander unterscheidet. Die Antworten der 22 befragten Männer zu Frage 1 (Interesse an Themengebieten) wurden dementsprechend mit den Antworten der befragten Frauen zum gleichen Thema auf signifikante Unterschiede überprüft. Es wurde wiederum eine multivariate Varianzanalyse gerechnet.

Die Resultate werden im Folgenden präsentiert. Anzumerken ist, dass die Fallzahlen in den Gruppen unterschiedlich groß sind und dies die Analysen beeinflussen kann. Es nahmen deutlich weniger Männer als Frauen teil.

Tabelle 5/11: Anzahl der Befragten gemäß Geschlecht

	Wertelabel	N	
Geschlecht	1,00	männlich	22
	2,00	weiblich	185

Tabelle 5/12: Frage 1 - Signifikanz Geschlecht gesamt

Effekt	Signifikanz
Geschlecht	0,002

Die Ergebnisse der multivariaten Analyse in Tabelle 5/12 zeigen, dass es zumindest bei einem Themengebiet Unterschiede im Antwortverhalten zwischen Männern und Frauen gibt. Die in Tabelle 5/13 dargestellten Ergebnisse der univariaten Analysen zeigen, bei welchen spezifischen Themengebieten diese Unterschiede zu beobachten sind. Eine Signifikanz (Tabelle 5/13) ist hier besonders beim Thema „Pflegeprodukte“ zu erkennen, wobei die weiblichen Befragten dem Thema ein deutlich höheres Interessenspotential zuschrieben als ihre männlichen Kollegen (Tabelle 5/14). Bei den Themen „Stofftrennung“ und „Kristallisation“ besteht lediglich eine Tendenz zur Signifikanz, wobei auch hier die befragten Frauen die Themen als für Schüler interessanter einstufen. Diese Resultate werden anhand von Grafik 5/6 noch einmal verdeutlicht.

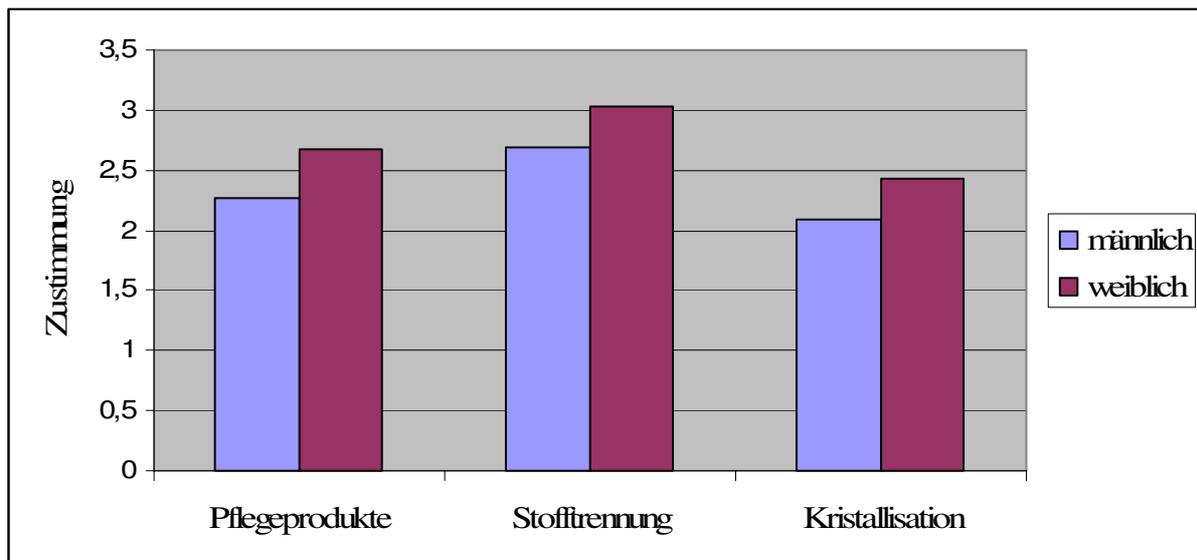
Tabelle 5/13: Frage 1 - Signifikanzen Geschlecht speziell

Quelle	Abhängige Variable	Signifikanz
Geschlecht	Lebensmittel	0,531
	Haushaltsprodukte	0,162
	Pflegeprodukte	0,046
	Gebrauchsgegenstände	0,313
	Wasser	0,439
	Luft	0,686
	Stofftrennung	0,080
	Kristallisation	0,115
	Verbrennung	0,871

Tabelle 5/14: (Tendenziell) signifikante Themengebiete Geschlecht - Mittelwerte

	Geschlecht	Mittelwert
Pflegeprodukte	männlich	2,2727
	weiblich	2,6757
Stofftrennung	männlich	2,6818
	weiblich	3,0378
Kristallisation	männlich	2,0909
	weiblich	2,4324

Grafik 5/6: (Tendenziell) signifikante Themengebiete Geschlecht



5.1.5 Unterschiede öffentliche und private Schulen

Bei der Fragebogenaktion wurden sowohl die Lehrer öffentlicher (Schulart 1) als auch privater Volksschulen (Schulart 2) befragt. Deshalb wurde auch überprüft, ob und wie sich die Meinungen der Lehrkräfte dieser beiden Gruppen zu Frage 1 voneinander unterscheiden. Wie aus den Tabellen 5/15 und 5/16 ersichtlich ist, bestehen Unterschiede im Antwortverhalten zwischen den Lehrern der verschiedenen Schularten. Dieser Unterschied betrifft aber nur das Thema „Kristallisation“, wo ein tendenziell signifikanter Unterschied in den univariaten Analysen ermittelt werden konnte. Weit weniger ausgeprägte Tendenzen zur Signifikanz lassen sich bei den Themen „Lebensmittel“, „Gebrauchsgegenstände“ und „Stofftrennung“ erkennen. Die Lehrkräfte der öffentlichen Schulen hielten demnach Experimente zu den Themengebieten „Kristallisation“, „Lebensmittel“ und „Gebrauchsgegenstände“ für wesentlich interessanter als ihre Kollegen, die an privaten Volksschulen unterrichten. Lediglich das Thema „Stofftrennung“ scheint im Vergleich bei Lehrern von privaten Volksschulen größeren Anklang zu finden (siehe Tabelle 5/17 und Grafik 5/7).

Tabelle 5/15: Frage 1 - Signifikanz Schulart gesamt

Effekt	Signifikanz
Schulart	0,051

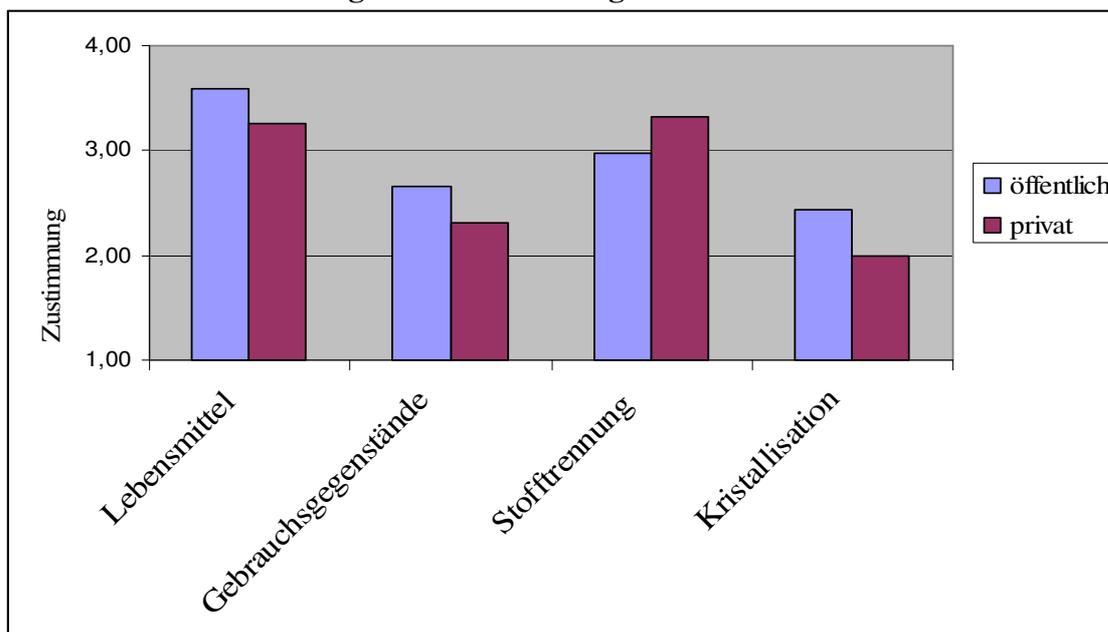
Tabelle 5/16: Frage 1 - Signifikanzen Schulart speziell

Quelle	Abhängige Variable	Signifikanz
Schulart	Lebensmittel	0,094
	Haushaltsprodukte	0,858
	Pflegeprodukte	0,419
	Gebrauchsgegenstände	0,111
	Wasser	0,466
	Luft	0,409
	Stofftrennung	0,110
	Kristallisation	0,059
	Verbrennung	0,219

Tabelle 5/17: Frage 1 - Tendenzielle Signifikanzen Schulart

	Schulart	N	Mittelwert
Lebensmittel	1	188	3,59
	2	19	3,26
Gebrauchsgegenstände	1	188	2,66
	2	19	2,32
Stofftrennung	1	188	2,97
	2	19	3,32
Kristallisation	1	188	2,44
	2	19	2,00

Grafik 5/7: Tendenziell signifikante Themengebiete Schulart



5.2 Interesse an der Durchführung von Experimenten

Die Fragen 3 bis 14 des Fragebogens erfassen, ob chemische Experimente bei Volksschullehrern Anklang und Einsatz finden würden. Um herauszufinden, ob diese Fragen wirklich dasselbe messen, auf einer Dimension laden (Faktorladung) und somit gemeinsam betrachtet werden können, wurde eine Faktorenanalyse¹¹ durchgeführt. Jede Variable gehört also zu dem Faktor, auf dem sie am höchsten lädt und ist anderen Faktoren ähnlich, die auch auf dem gleichen Faktor laden. Die Ergebnisse (Tabellen 5/18 und 5/19) zeigen einen einzigen Faktor mit hohen Ladungen (alle größer als 0,4), was den Ansatz untermauert, dass eine gemeinsame Auswertung der Antworten auf die Fragen 3 bis 14 sinnvoll ist, da ihre Aussagen gut zusammenpassen. In anderen Worten zeigt Tabelle 5/18, dass unter der Annahme, dass alle diese Fragen zusammengehören, rund 68% der Unterschiede in den Antworten erklärt werden kann, was in der Faktorenanalyse einem sehr hohen Prozentsatz entspricht und es somit sinnvoll ist, diese Fragen zusammen auszuwerten.

Tabelle 5/18: Faktorenanalyse – Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte	
	Gesamt	% der Varianz
1	8,201	68,344

¹¹ Durch die Faktorenanalyse kann man aus empirischen Beobachtungen verschiedener manifester Variablen (Observablen) die dazugehörigen latenten Variablen (Faktoren) ermitteln. Die Faktorenanalyse ist also ein datenreduzierendes statistisches Verfahren (<http://de.wikipedia.org/wiki/Faktorenanalyse>; 16.8.2007).

Tabelle 5/19: Faktorenanalyse speziell

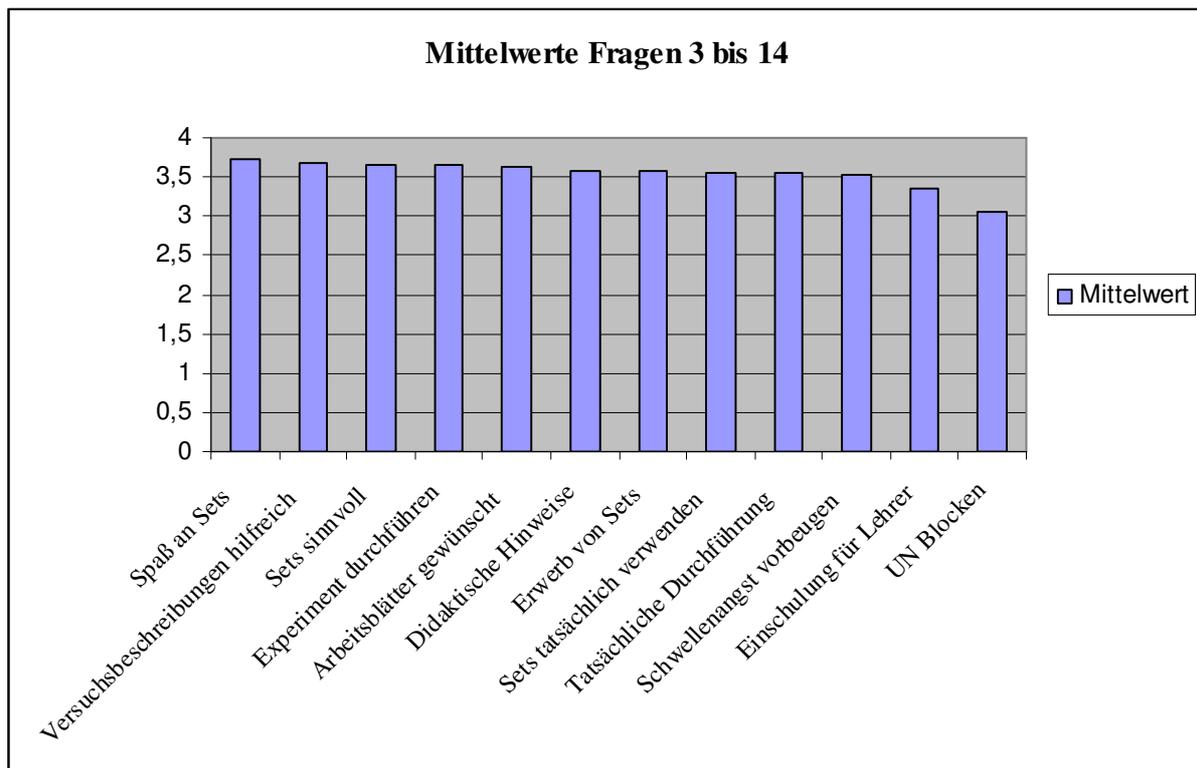
	Komponente
	1
Experiment sinnvoll	0,854
Durchführung	0,880
Set sinnvoll	0,923
Set verwenden	0,886
Set Erwerb	0,865
Set Spaß	0,925
UN blocken	0,458
Arbeitsblätter	0,849
Versuchsbeschreibungen	0,905
Didaktikhinweise	0,804
Schwellenangst	0,832
Einschulung	0,610

Weiters ist anzumerken, dass die Antworten auf die Fragen 3 bis 14 in allen Fällen so zu bewerten sind, dass die Lehrer dem Experimentieren von sehr negativ (1) bis überaus positiv (4) gegenüberstehen. Aus Tabelle 5/20 kann man erkennen, dass die Fragen 3 bis 14 alle einen Mittelwert von mindestens 3 erreichten, wie auch aus Grafik 5/8 hervorgeht. Daraus kann man schließen, dass das chemische Experimentieren insgesamt in der Volksschule bei den Befragten eindeutig großen Anklang finden würde. Dabei ist zu erwähnen, dass besonders der Spaß der Schüler an der Sache und die Bereitstellung geeigneter Versuchbeschreibungen einen hohen Stellenwert einzunehmen scheinen (Tabelle 5/20).

Tabelle 5/20: Fragen 3 bis 14 – Mittelwerte aus 207 Fragebögen

	Mittelwert
Spaß an Sets	3,7198
Versuchsbeschreibungen hilfreich	3,686
Sets sinnvoll	3,657
Experiment durchführen	3,6425
Arbeitsblätter gewünscht	3,6232
Didaktische Hinweise	3,5797
Erwerb von Sets	3,57
Sets tatsächlich verwenden	3,5652
Tatsächliche Durchführung	3,5411
Schwellenangst vorbeugen	3,5169
Einschulung für Lehrer	3,343
UN Blocken	3,0628

Grafik 5/8: Fragen 3 bis 14 – Mittelwerte aus 207 Fragebögen



5.2.1 Unterschiede Stadt-Land

Tabelle 5/21: Anzahl der Befragten Stadt/Land

	Wertelabel	N
StadtLand	1,00	Land
	2,00	Stadt
		155
		52

Tabelle 5/22: Fragen 3 bis 14 Stadt/Land: Signifikanz gesamt

Effekt	Signifikanz
StadtLand	0,022

Die Resultate der Fragen 3 bis 14 wurden, wie auch die zu Frage 1, auf Stadt-Land-Unterschiede geprüft. Daraus ergab sich, wie man anhand von Tabelle 5/23 sehen kann, dass nur bei den Antworten auf die Fragen 12 (didaktische Hinweise sinnvoll?) und 14 (Einschulung für Lehrer sinnvoll?) ein signifikanter Unterschied besteht. Wenn man nun die durchschnittliche Bewertung dieser Fragen betrachtet (=Mittelwerte, Tabelle 5/24), kann man

in beiden Fällen erkennen, dass sowohl didaktische Hinweise als auch mögliche Einschulungen bei den Lehrkräften am Land mehr Anklang finden, wobei hier besonders eine Einschulung deutlich positiver bewertet wurde. Anhand der Grafik 5/9 kann man erkennen, dass die Volksschullehrer am Land diesen Punkten einen höheren Stellenwert zuschrieben als ihre Kollegen aus der Stadt. In anderen Worten bewerteten die Lehrkräfte, die am Land unterrichten, diese Aspekte insgesamt zu einem größeren Anteil mit 3 (trifft eher zu) und 4 (trifft sicher zu).

Weiters ist eine Tendenz zur Signifikanz bei den Antworten auf die Fragen 3 (Experimente sinnvoll?), 4 (tatsächlich Experimente durchführen?) und 10 (Arbeitsblätter erwünscht?) festzustellen. Die Mittelwerte (Tabelle 5/24) liegen auch hier in allen drei Fällen bei den Befragten vom Land höher. Das heißt, dass diese Aspekte insgesamt von Lehrern am Land als sinnvoller bzw. wichtiger eingestuft wurden.

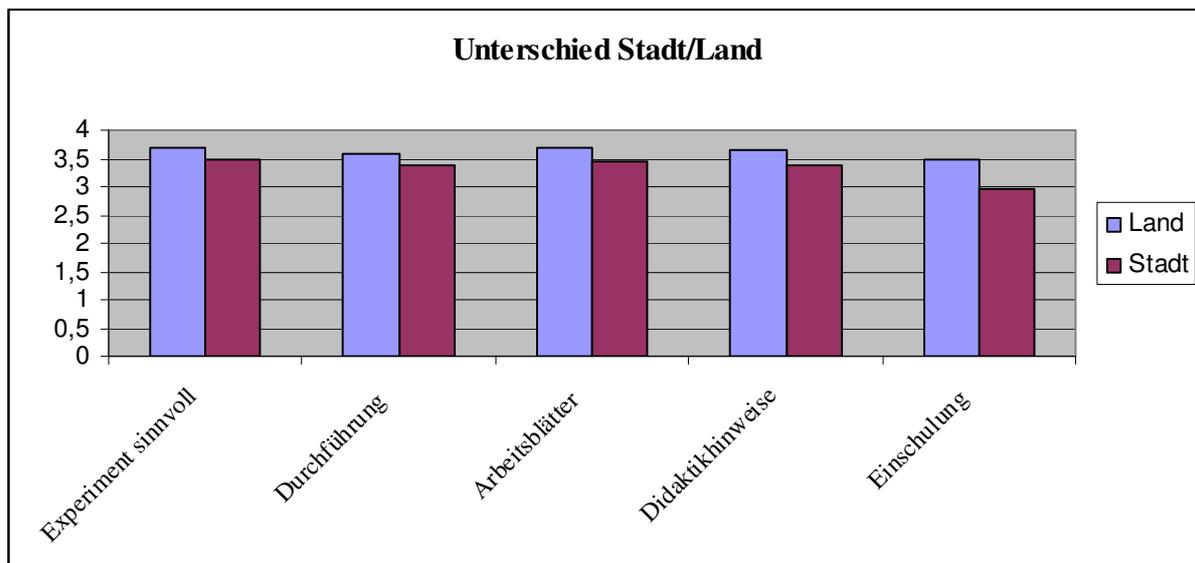
Tabelle 5/23: Fragen 3 bis 14 Stadt/Land: Signifikanzen speziell

Quelle	Abhängige Variable	Signifikanz
StadtLand	Experiment sinnvoll	0,089
	Durchführung	0,103
	Set sinnvoll	0,384
	Set verwenden	0,770
	Set Erwerb	0,734
	Set Spaß	0,336
	UN blocken	0,694
	Arbeitsblätter	0,088
	Versuchsbeschreibungen	0,352
	Didaktikhinweise	0,045
	Schwellenangst	0,357
	Einschulung	0,000

Tabelle 5/24: Fragen 3 bis 14 – Stadt/Land: Mittelwerte (tendenziell) signifikant

		Mittelwert
Experiment sinnvoll	Land	3,6968
	Stadt	3,4808
Durchführung	Land	3,5935
	Stadt	3,3846
Arbeitsblätter	Land	3,6774
	Stadt	3,4615
Didaktikhinweise	Land	3,6452
	Stadt	3,3846
Einschulung	Land	3,4710
	Stadt	2,9615

Grafik 5/9: Fragen 3 bis 14 – Stadt/Land: (Tendenzielle) Signifikanzen



5.2.2 Unterschiede nach Altersgruppen der Lehrer

Auch die Resultate der Fragen 3 bis 14 wurden auf etwaige Unterschiede zwischen den drei schon vorher erwähnten Altersgruppen untersucht. Wie man aus Tabelle 5/26 eindeutig erkennen kann, ergibt sich hier keinerlei Signifikanz. Das heißt, dass die Befragten offensichtlich im Durchschnitt unabhängig vom Alter eine gewisse Meinung vertraten, was sich in der großen Ähnlichkeit der Mittelwerte widerspiegelt.

Tabelle 5/25: Anzahl der Befragten gemäß Altersgruppen

		Wertelabel	N
Alter	1,00	unter 30	9
	2,00	30-45	91
	3,00	über 45	107

Tabelle 5/26: Fragen 3 bis 14 - Altersgruppen: Signifikanz gesamt

Effekt	Signifikanz
Alter	0,848

5.2.3 Unterschiede nach Geschlecht

Weiters wurden die Antworten auf die Fragen 3 bis 14 daraufhin untersucht, ob sich signifikante Unterschiede beim Antwortverhalten zwischen Männern und Frauen zeigen. Dazu ist jedoch anzumerken, dass von den insgesamt 207 beantworteten Fragebögen lediglich 22 von Männern beantwortet wurden und somit der Auswertung dienen konnten. Die Analyse der Antworten auf die Fragen 3 bis 14 hinsichtlich möglicher Unterschiede zwischen dem Antwortverhalten von Männern und Frauen zeigen keine Signifikanz (Tabelle 5/28). Das heißt, dass sich die Antworten der männlichen und weiblichen Befragten auf diese Fragen nicht gravierend voneinander unterschieden und jeweils die gleichen Tendenzen aufwiesen.

Tabelle 5/27: Anzahl der Befragten gemäß Geschlecht

		Wertelabel	N
Geschlecht	1,00	männlich	22
	2,00	weiblich	185

Tabelle 5/28: Fragen 3 bis 14 - Geschlecht: Signifikanz gesamt

Effekt	Signifikanz
Geschlecht	0,312

5.2.4 Unterschiede öffentliche und private Schulen

Da, wie schon früher in diesem Kapitel erwähnt, die Fragebögen neben öffentlichen auch an einige private Volksschulen versandt wurden, soll an dieser Stelle ermittelt werden, ob und inwiefern sich die Resultate hinsichtlich der Fragen 3 bis 14 unterscheiden. Von den 207 Fragebögen, die zur Auswertung dienten, waren 19 von privaten Volksschulen retourniert worden und fließen somit in die Analyse mit ein.

Tabelle 5/29: Anzahl der Befragten gemäß Schulart

	Wertelabel	N	
Schulart	1,00	öffentlich	188
	2,00	privat	19

Tabelle 5/30: Fragen 3 bis 14 - Schulart: Signifikanz gesamt

Effekt	Signifikanz
Schulart	0,780

Wie man aus der Tabelle 5/30 erkennen kann, sind die Unterschiede zwischen öffentlichen und privaten Schulen nicht signifikant. Dementsprechend kann man behaupten, dass die Lehrer von öffentlichen und privaten Schulen ähnliche Meinungen und Einstellungen zu den angesprochenen Themen aufweisen.

5.3 Offene Fragen

Wie schon am Anfang dieses Kapitels erwähnt, enthielt der Fragebogen zwei offene Fragen (Fragen 2 und 15 des Fragebogens), bei denen die Befragten ihre Meinung in eigenen Worten kundtun konnten. Diese Fragen lauteten:

- Welche Themengebiete könnten Ihrer Meinung nach für Schüler noch interessant sein?
- Wie stehen Sie generell der Einführung von chemischen Experimenten in der vierten Schulstufe gegenüber? – Zusätzliche Bemerkungen, Anregungen, Fragen zum Thema.

Die Antworten auf diese Fragen sind detailliert im Anhang angeführt. An dieser Stelle sollen die Resultate zusammengefasst dargestellt und entsprechende Schlussfolgerungen gezogen werden.

Die Frage, bei deren Antwort die Lehrer zusätzliche Themengebiete vorschlagen konnten, wurde nur auf 50 der ausgewerteten 207 Fragebögen beantwortet. Teilweise wurden sehr allgemeine Themen wie „Energie“ oder „Umwelt“ vorgeschlagen. Einige Lehrer führten hier Themen an, die eigentlich eher dem Fachgebiet Biologie zugehörig sind (z.B. „Tiere“, „Pflanzen“ oder „Schädlinge“). Die Themen „Magnetismus“, „Strom“, „Abfall/Müll“ und „Lebensmittel“ wurden öfters erwähnt, wobei das Thema „Lebensmittel“ schon unter Frage 1 zur Auswahl stand. Etwa drei Viertel der Lehrer antworteten nicht auf diese Frage, was nahe legt, dass diese Lehrkräfte schon bei der Beantwortung der vorhergehenden Frage (Frage 1) die Themen ankreuzen konnten, die ihrer Meinung nach die wichtigsten und interessantesten für das chemische Experimentieren im Sachunterricht sind.

Die zweite offene Frage wurde insgesamt von 113, also von etwas mehr als der Hälfte der Befragten beantwortet. Die Meinungen der Lehrer zum chemischen Experimentieren in der Volksschule waren fast ausschließlich positiv. Vereinzelt äußerten die befragten Lehrkräfte aber auch ihre Bedenken. So sprachen einige Lehrer an, dass dafür gesorgt werden müsse, dass die Bezahlung der Sets vom Stadt- bzw. Landesschulrat zu sichern wäre oder dass die Sicherheit beim Experimentieren sowohl für die Schüler als auch für sie selbst gewährleistet sein müsste. Einige Bedenken entstanden sicher dadurch, dass viele Volksschullehrer glauben, dass chemisches Experimentieren in jedem Fall mit der Verwendung von gefährlichen

Chemikalien und Verfahrensweisen zu tun hätte. Die Tatsache, dass die für Volksschüler vorgesehenen Versuche in diesem Fall hauptsächlich mit Supermarktprodukten durchgeführt werden können, wurde den Befragten nicht vorher mitgeteilt, was sicher auch einen erheblichen Anteil an den angeführten Bedenken ausmacht.

Viele Lehrkräfte sprachen sich außerdem dafür aus, dass geeignete Materialien und Versuchsanleitungen zur Verfügung gestellt werden müssten und es für entsprechende Versuchsets eine Einschulung geben müsste. Die Nachfrage nach einer Einführung in das Experimentieren ist verständlich, da die meisten Volksschullehrer wenig Erfahrung in diesem Gebiet mitbringen. Zudem würden wahrscheinlich nicht sehr viele Volksschullehrer mit ihren Schülern Versuche durchführen, die sie nicht selbst vorher schon ausprobiert haben und so eine gewisse Sicherheit und Wissen über die Thematik gewinnen konnten.

Die überwiegende Mehrzahl der Befragten war jedoch der Meinung, dass das chemische Experimentieren mit Sicherheit seinen Platz im Sachunterricht der Volksschule finden könnte und sollte. Zudem stellten viele Lehrer an dieser Stelle fest, dass die Versuche den Schülern wie auch ihnen selbst Spaß machen und außerdem eine Bereicherung für ihren Unterricht darstellen würden:

Ich finde die experimentelle Arbeit im Sachunterricht ganz besonders wichtig, ertragreich und lang anhaltend (Unterrichtsertrag), Anregungen zu Querverbindungen sind besonders gut dadurch gegeben!

Ich bin generell der Meinung, dass Kinder sich die Dinge am leichtesten behalten, die sie handelnd erfahren.

Praktisches Anwenden und Hantieren hinterlässt einen bleibenden Eindruck und steigert die Merkfähigkeit.

6. Versuchsanleitungen zu den ausgewählten Experimenten

Die Fragebogenuntersuchung, die in Kapitel 5 der vorliegenden Arbeit präsentiert wurde, bildete die Grundlage für die chemischen Versuche, die für ein entsprechendes Experimentierset ausgewählt und optimiert wurden. Dabei wurden Experimente zu den Themen ausgesucht, die die Lehrkräfte bei der Fragebogenaktion als für die Schüler am meisten interessant erachteten. Die ausgewählten Experimente wurden dann mit den Schülern der Volksschulen Neckenmarkt (Burgenland) und Grimmenstein (Niederösterreich) ausprobiert. Gemäß den Ergebnissen, die das Feedback (Kapitel 8) der Schüler nach dem Experimentieren und die Überprüfungen der Nachhaltigkeit (siehe Kapitel 9) lieferten, wurden die Versuche noch einmal überarbeitet (z.B. der Alltagsbezug wurde verdeutlicht). Am Ende des Kapitels sind insgesamt vier Zusatzversuche (Z1-Z4) angeführt, die zwar in Volksschulen durchgeführt wurden, aber aufgrund des Feedbacks und der Überprüfungen der Nachhaltigkeit nicht zu den ausgesuchten Versuchen des endgültigen Experimentiersets zählen sollen bzw. nur teilweise in die Endversionen integriert wurden. Bei der Erstellung der Versuchsanleitungen wurde außerdem besonderes Augenmerk auf eine kindgerechte Optik und Sprachwahl gelegt. Im Folgenden werden die Endversionen der Versuchsanleitungen präsentiert.

THEMA WASSER

Versuch 1: Wasser hat eine Haut?¹²

Was du brauchst:

- 1 Becher- oder Trinkglas
- 1 Büroklammer
- 1 Pinzette
- Wasser
- Spülmittel

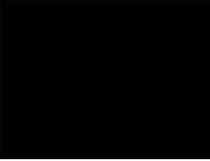
Was du tun sollst:

- Füll das Glas mit Wasser und stell es vor dich hin.
- Nimm die Büroklammer mit der Pinzette. Nun leg sie vorsichtig und flach auf die Wasseroberfläche.

Was siehst du?

- Jetzt gib einen Tropfen Spülmittel in das Wasser, aber nicht direkt auf die Büroklammer.

¹² Der Kinder Brockhaus – Experimente : 26-27

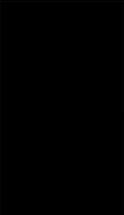


Was ist passiert?

Was hast du beobachtet?

Konnte die Büroklammer auf dem Wasser schwimmen? JA NEIN

Und was ist passiert, als du das Spülmittel ins Wasser gegeben hast?



Was steckt dahinter?

Du hast gesehen, dass die Büroklammer auf dem Wasser schwimmen konnte, obwohl sie aus schwerem Metall besteht. Wenn du den Versuch noch einmal machst, kannst du bei genauem Hinsehen erkennen, dass sich die Oberfläche des Wassers durch das Gewicht der Büroklammer leicht wölbt. Das Wasser hat also tatsächlich so etwas wie eine Haut. Man nennt das die Oberflächenspannung des Wassers. Die Wasserteilchen ziehen sich gegenseitig an. An der Grenzfläche zur Luft können sie aber nur in Richtung Wasser gezogen werden und so bilden die Wasserteilchen eine „Haut“ an der Wasseroberfläche. Die Büroklammer aus Metall konnte aber nur von ihr getragen werden, weil sich ihr Gewicht auf eine relativ große Fläche verteilt. Die Oberflächenspannung ist auch der Grund dafür, dass Blätter, Haare oder Papier auf dem Wasser schwimmen können und warum Wasserläufer nicht untergehen.

Mit dem Spülmittel haben wir diese „Haut“ aber zerstört und deshalb ging die Büroklammer auf einmal unter.



THEMA WASSER

Versuch 2: Schwimmer oder Nichtschwimmer?¹³

Was du brauchst:

- 1 Becher- oder Trinkglas
 - 1 Joghurtbecher
 - 1 Schere
 - etwas Salz
 - etwas Wasser
 - 1 Teelöffel
- 

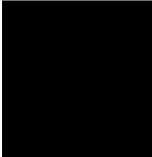
Was du tun sollst:

- Schneide aus dem Joghurtbecher eine Figur aus, die ca. 3cm lang und 1 cm breit ist.
- Füll das Glas zu etwa 3/4 mit Wasser.
- Gib die Figur in das Glas mit dem Wasser und tauch sie unter.

Was passiert?

- Der arme Schwimmer ist also untergegangen? Wie kannst du ihm vielleicht noch helfen, damit er nicht ertrinken muss (denk dabei vielleicht an das Tote Meer und das, was es so besonders macht!)?

¹³ Workshop CIA, Chemielehrerkongress Leoben 2007: Experiment 7



Was ist passiert?

Du hast gesehen, dass der Schwimmer in Wasser untergegangen ist. Und wie konntest du ihn retten? Genau, wenn du Salz (mindestens 3 Teelöffel) in das Wasser gibst, steigt der Schwimmer auf und „überlebt“.



Was steckt dahinter?

Der Joghurtbecher, aus dem du deinen Schwimmer ausgeschnitten hast, besteht aus einem Kunststoff namens Polystyrol. Da Polystyrol eine größere Dichte als Wasser hat, geht der Schwimmer unter. Als du aber das Salz im Wasser aufgelöst hast, hast du eine Salzlösung erhalten, die eine größere Dichte als Wasser hat. Die Salzlösung hatte dann eine größere Dichte als der Schwimmer und deshalb ist dieser aufgestiegen. Das kennst du vielleicht schon, wenn du sowohl in einem See (kein Salzwasser) als auch im Meer (Salzwasser) versucht hast, zu schwimmen. Im Meer ist es dir sicher leichter gefallen, nicht unterzugehen, oder? Und wenn du auch das Tote Meer kennst oder vielleicht schon Fotos davon gesehen hast, weißt du vielleicht, dass man dort auch ohne Schwimmbewegungen nicht untergeht. Unter welchen Umständen gehst du also im Meer nicht unter, ohne zu schwimmen?

THEMA WASSER

Versuch 3: Die Reise des Tintentropfens¹⁴

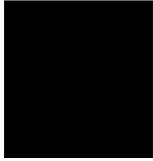
Was du brauchst:

- 3 Becher- oder Trinkgläser
- Wasser
- Öl
- etwas Tinte oder eine Tintenpatrone
- 1 Tropfpipette
- 3 Eier
- Senf
- Essig
- Zitronensaft

Was du tun sollst:

- Gib etwas Öl (daumenbreit) in ein Glas.
- Füll das Glas mit Wasser bis etwa zur Hälfte an und rühr um.
- Warte bis die Flüssigkeiten ihren Platz gefunden haben.
- Gib nun 3-4 Tropfen Tinte in das Glas, warte nach jedem Tropfen ein bisschen ab und tropf den nächsten Tropfen wieder halbwegs auf die gleiche Stelle.

¹⁴ Lück 2005: 49-53; <http://www.grillsportverein.de/grillrezepte/rezept00007151-majonaese-grundrezept.html>;
23.5.2007



Was ist passiert?

Was hast du beobachtet?

Warum glaubst du ist das passiert?

Jetzt kannst du noch einen Zusatzversuch machen:

- Nimm die Eier, schlag sie vorsichtig auf und trenn jeweils das Dotter vom Eiklar, indem du die Schale benutzt. Der Eidotter und das Eiklar sollen in zwei verschiedenen Gläsern landen. Vielleicht hast du das ja schon einmal zu Hause beim Kochen oder Backen gesehen oder vielleicht sogar selbst gemacht.
- Rühr das Eigelb und etwa 1/2 Teelöffel Senf mit dem Mixer auf höchster Stufe so lang, bis das Ganze cremig wird.
- Dann gib das Öl tropfenweise (!) dazu und rühr weiter.
- Zum Schluss rühr noch 1 Esslöffel lauwarmes Wasser unter.

Was kannst du sehen?

Was steckt dahinter?

Wenn das Wasser zum Öl gegeben wird, vermischen sich die beiden Stoffe kurzfristig, aber schon bald trennen sie sich wieder auf. Dies liegt daran, dass Wasser und Öl strukturell anders aufgebaut sind. Das Wasser setzt sich im unteren Teil des Glases ab und das Öl schwimmt oben auf, weil das Öl eine kleinere Dichte hat. Die Tintentropfen dringen zuerst langsam in das Öl ein und sinken, bis sie zur Grenzfläche zwischen Wasser und Öl gelangen, wo sie kurz stehen bleiben. Dabei sind sie immer wie eine Kugel geformt, weil sie sich nicht im Öl lösen und deshalb eine Abgrenzung schaffen wollen. Das gelingt ihnen am besten, wenn sie kugelförmig sind, weil sie so die kleinstmögliche Oberfläche haben.

An der Grenzfläche verharren die Tintentropfen, weil es auch hier eine Oberflächenspannung gibt (vergleiche mit dem Versuch „Wasser hat eine Haut?“), die sie erst durchdringen müssen.

Im Wasser angelangt lösen sich die Tintentropfen schlagartig und verteilen sich. Allgemein kann man sagen: Gleiches löst sich in Gleichem. Deshalb kann man daraus schließen, dass die Tinte einen ähnlichen Aufbau wie Wasser hat.

Und was ist nun mit unserem Versuch mit den Eiern???

Wie du gesehen hast, vermischen sich Wasser und Öl normalerweise nicht. Aber der Eidotter enthält den Emulgator Lecithin, der dafür sorgt, dass die Grenzflächenspannung abfällt und die so genannte Emulsion aus Wasser und Öl jetzt beständig ist. Erinnerst dich dieser Versuch an etwas, das du kennst?

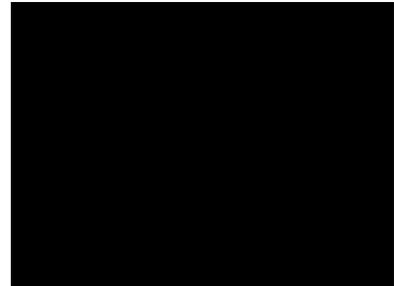
RICHTIG! Wir haben Majonäse hergestellt 😊

THEMA WASSER

Versuch 4: Wer ist da so durstig?¹⁵

Was du brauchst:

- 4 Becher- oder Trinkgläser
- 1 Babywindel
- etwas Watte
- 1 Gefrierbeutel
- 1 Messbecher oder Filmdose
- 1 Teelöffel
- 1 Schere
- Wasser



Was du tun sollst:

- Reiß oder schneide die Windel seitlich auf und gib sie in den Gefrierbeutel.
- Verschließ den Gefrierbeutel mit einer Hand und schüttele ihn kräftig.

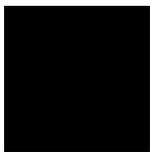
Was kannst du beobachten?

- Nimm die Windel nun aus dem Gefrierbeutel, schneide ein kleines Stück vom Windelvlies ab und gib es in ein Becherglas.
- Schüttele das Pulver aus dem Gefrierbeutel in ein anderes Becherglas.
- Gib ein Stück Watte, das ungefähr so groß wie das Stück Windelvlies ist, in ein drittes Becherglas.

¹⁵ VCÖ Woche der Chemie 2006: Experiment 1

- Jetzt nimm die Filmdose und füll sie mit Wasser. Schütte in alle drei Becher so viele Filmdosen voll Wasser bis das Wasser nicht mehr aufgenommen werden kann. Zähl mit, wie viel Wasser die jeweiligen Stoffe aufnehmen können!!!
- Notiere deine Beobachtungen:

Stoff	Windelpulver	Windelvlies	Watte
Wasser (Filmdosen)			



Was ist passiert?

Du hast gesehen, dass die verschiedenen Materialien unterschiedlich viel Wasser aufnehmen können. Dabei hat das Pulver, das sich in einer Babywindel befindet, am meisten Wasser aufnehmen können, dieser Stoff scheint also besonders saugfähig zu sein.



Was steckt dahinter?

Das Innere einer Windel besteht aus kleinen weißen Kristallen, die Flüssigkeiten (in unserem Fall das Wasser) binden kann. Diese Substanz wird auch als Superabsorber bezeichnet und kann bis zum 100-fachen seines eigenen Gewichts an Flüssigkeit aufsaugen. Chemisch gesehen handelt es sich um lange, kettenförmige Moleküle, die zusätzlich miteinander vernetzt sind. Dadurch ist der Stoff selbst wasserunlöslich. Er kann aber eine große Menge an Wasser aufnehmen und quillt dabei auf.

THEMA LUFT

Versuch 5: Das „leere“ Glas¹⁶

Was du brauchst:

- 1 große Schüssel, zur Hälfte mit Wasser gefüllt
- 2 Bechergläser oder Trinkgläser
- Wasser

Was du tun sollst:

- Füll eines der beiden Gläser mit Wasser und stell es neben das andere Glas. Was befindet sich nun in den beiden Gläsern?

Glas 1: _____ Glas 2: _____

- Nun nimm das „leere“ Glas und tauch es mit der Öffnung nach unten senkrecht und langsam in die Salatschüssel und zieh es dann wieder senkrecht heraus. Greif das Glas innen an. Was kannst du beobachten?

- Tauch das Glas jetzt noch einmal unter, halte es aber diesmal schräg. Was siehst du? _____

Was ist passiert?

Das Glas, das du senkrecht untergetaucht hast, ist innen trocken geblieben. Beim zweiten Mal, als du es dann schräg untergetaucht hast, sind Blasen aufgestiegen. Also muss wohl doch etwas in dem „leeren“ Glas gewesen sein.

¹⁶ Lück 2000: 60-62



Was steckt dahinter?

Du hast feststellen können, dass in dem „leeren“ Glas doch etwas ist, nämlich Luft. Die Luft konnte beim ersten Versuch nicht entweichen. Das Wasser konnte also nicht den Platz der Luft einnehmen und so blieb das Glas innen trocken. Beim zweiten Versuch konnte die Luft seitlich entweichen, was man an den aufsteigenden Luftblasen erkennen konnte.

THEMA LUFT

Versuch 6: Taucherglocke für Gummibären¹⁷

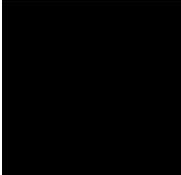
Was du brauchst:

- 1 große Schüssel, zur Hälfte mit Wasser gefüllt
- 1 Becherglas oder Trinkglas
- 1 Gehäuse eines Teelichts
- etwas Watte
- 2 Gummibären

Was du tun sollst:

- Nimm das Aluminiumgehäuse des Teelichts und leg es mit Watte aus.
- Dann legst du die zwei Gummibären vorsichtig in die Mitte dieses „Boots“ und setzt es auf das Wasser in der Schüssel.
- Stülpe das mit Luft befüllte Becher- oder Trinkglas mit der Öffnung nach unten darüber und drück es nach unten. Was passiert mit den Gummibären?

¹⁷ Lück 2000: 60-62



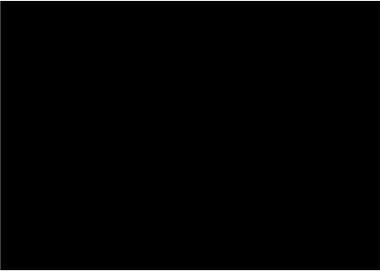
Was ist passiert?

Du hast eine Art Taucherglocke für die Gummibären gebaut. Die Gummibären sind also nicht nass geworden, wie du auch an der trockenen Watte in ihrem Boot sehen kannst.



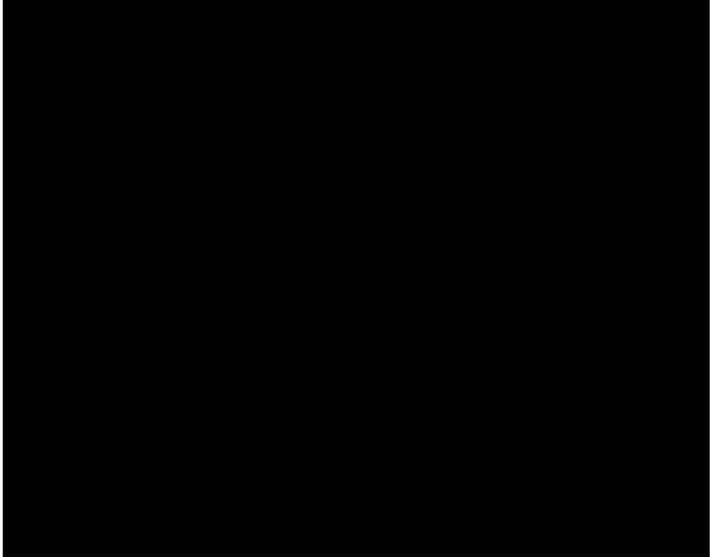
Was steckt dahinter?

Die Luft im Glas ist durch das senkrechte Halten beim Untertauchen im Glas geblieben. So konnte kein Wasser eindringen und den Platz der Luft einnehmen. Anders ausgedrückt: Wo ein Stoff ist, kann gleichzeitig kein anderer sein.



THEMA LUFT
Versuch 7: Kerzen löschen¹⁸

Was du brauchst:

- 2 Teelichter
 - 2 Untersetzer für die Teelichter
 - Streichhölzer
 - 2 verschieden große Becher- oder Trinkgläser
- 



Was du tun sollst:

- Stell die Teelichter auf die Untersetzer und achte darauf, dass keine leicht brennbaren Dinge (z.B. Papier) daneben liegen.
- Zünde die Teelichter mit einem Streichholz an.
- Nun stülpe das kleinere Glas über das eine Teelicht, das größere Glas über das andere und sieh zu, was geschieht.
- Was kannst du beobachten?

¹⁸ Lück 2000: 67, 75-76



Was ist passiert?

Beide Teelichter erlöschen nach einiger Zeit. Doch offensichtlich brennt das Teelicht unter dem größeren Glas länger als das unter dem kleinen Glas. Was könnte der Grund dafür sein?



Was steckt dahinter?

Wie du schon weißt, waren die beiden Gläser nicht leer, sondern mit Luft gefüllt. In dem größeren Glas hat mehr Luft Platz als in dem kleineren. Die Kerze braucht zum Brennen Luft, genauer gesagt den Sauerstoff, der in der Luft enthalten ist. Wenn kein Sauerstoff mehr zur Verfügung steht, erlischt die Kerze. Da im größeren Glas mehr Luft und damit auch mehr Sauerstoff vorhanden ist, kann die Kerze länger brennen.

THEMA LUFT

Versuch 8: Der etwas andere Feuerlöscher¹⁹

Was du brauchst:

- 2 Becher- oder Trinkgläser (250 ml)
- 1 Becherglas (400 ml)
- 2 Teelichter
- 1 Packung Brausepulver
- 1 Packung Backpulver
- etwas Wasser
- etwas Essig
- lange Streichhölzer oder Kaminanzünder

Was du tun sollst:

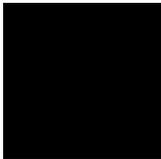
- Nimm ein Glas und füll es zur Hälfte mit Wasser.
- Stell das Teelicht auf das Wasser und zünde es an.
- Gib seitlich neben dem Teelicht das Brausepulver ins Wasser.

Was kannst du beobachten?

- Warum ist das passiert?

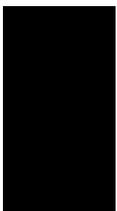
¹⁹ Die Chemie-Werkstatt: 24; Der Kinder Brockhaus – Experimente: 130-131

- Nun werden wir mit einem weiteren Versuch überprüfen, ob deine Vermutungen richtig waren:
- Stell ein Teelicht in ein „leeres“ Glas und zünde es an.
- Nimm das große Becherglas zur Hand und gib 2 Fingerbreit Essig hinein.
- Schütte ein Päckchen Backpulver dazu und warte bis die Reaktion abgeklungen ist.
- Es ist ein unsichtbares Gas entstanden, das du nun über das Teelicht im anderen Glas gießen sollst. Pass auf, dass der Essig nicht ausläuft!



Was ist passiert?

Die brennenden Teelichter wurden in beiden Fällen gelöscht. Was glaubst du war der Grund dafür?



Was steckt dahinter?

Bei beiden Reaktionen ist Kohlendioxid entstanden, das den Platz des Sauerstoffs einnimmt, den die Kerze zum Brennen braucht. Kohlendioxid ist ein farbloses Gas, das schwerer als Luft ist. Deshalb sammelt es sich unterhalb der Luft und wir haben es einfach so von einem Glas in ein anderes umschütten können.

THEMA LUFT

Versuch 9: Die Blaskraft des Backpulvers²⁰

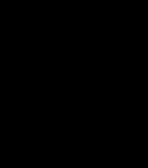
Was du brauchst:

- 1 kleine Flasche (0,5l PET)
- 2 Luftballons
- etwas Essig
- 1 Packung Backpulver

Was du tun sollst:

- Füll etwa zwei Fingerbreit Essig in die Flasche.
- Reiß das Päckchen Backpulver oben auf und halte den Luftballon an der Öffnung zwischen zwei Fingern, sodass du leichter etwas hineinfüllen kannst.
- Knicke die Packung des Backpulvers so, dass du das Backpulver nun einfacher in den Luftballon füllen kannst.
- Stülpe den Luftballon über die Flaschenöffnung und richte ihn auf, sodass das Backpulver in die Flasche fallen kann.
- Warte ein paar Minuten ab, zieh den Luftballon vorsichtig vom Flaschenhals und knote das Ende zu.

²⁰ Der Kinder Brockhaus – Experimente: 82-83

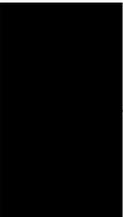


Was ist passiert?

Was hat sich in der Flasche getan, als das Backpulver mit dem Essig reagiert hat?

Was geschah mit dem Luftballon?

Und warum glaubst du ist das mit dem Luftballon passiert?



Was steckt dahinter?

Der Essig und das Backpulver haben miteinander reagiert, der Chemiker sagt, es fand eine heftige chemische Reaktion statt bei der das Gas Kohlendioxid entstanden ist, das wir ja schon kennen gelernt haben. Es wurde so viel Gas freigesetzt, dass es in der Flasche zu einem Überdruck kam und das Kohlendioxid den Luftballon aufgeblasen hat. Um nun die Eigenschaften dieses Gases im Gegensatz zur Luft festzustellen, kannst du den zweiten Luftballon mit Luft füllen und vergleichen.

Die Tatsache, dass Kohlendioxid schwerer ist als Luft kann man ausnutzen, um zu sehen, ob man ohne Gefahr in einen Weinkeller gehen kann. Dort entsteht dieses erstickend wirkende Gas bei der Gärung und sammelt sich am Boden, weil es ja schwerer ist als Luft. Man kann also mit einer brennenden Kerze in einer tief hängenden Laterne den Keller betreten und wenn sie erlischt, ist zu wenig Sauerstoff und zu viel Kohlendioxid vorhanden. Und da der menschliche Körper ja den Sauerstoff zum Atmen braucht, kann man so erkennen, dass man den Raum schnellstmöglich wieder verlassen sollte.

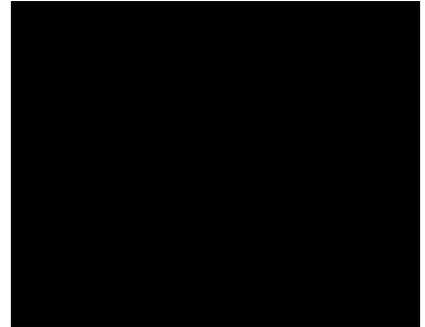
Als Erfinder des Backpulvers gilt der amerikanische Wissenschaftler Eben Norton Horsford, der im 19. Jahrhundert lebte. Beim Backen reagieren das Natriumhydrogencarbonat und das Säuerungsmittel des Backpulvers miteinander. Dabei wird wie in unserem Versuch Kohlendioxid frei gesetzt, das den Teig auflockert, damit das Backwerk nicht „sitzen bleibt“.

THEMA LUFT

Versuch 10: Wie entstehen Wolken?²¹

Was du brauchst:

- 1 kleine Plastikflasche (0,5l PET)
- heißes Wasser (aus der Leitung)
- 1 Streichholz



Was du tun sollst:

- Füll die Plastikflasche zu etwa 1/3 mit heißem Wasser und verschließe sie fest.
 - Drück die Flasche fest mit den Händen zusammen und lass wieder los. Was passiert?
-
- Jetzt zündest du ein Streichholz an, öffnest die Flasche, wirfst das brennende Streichholz hinein und verschließt die Flasche schnell wieder.
 - Drück die Flasche nun wieder mit den Händen fest zusammen und lass wieder los. Was kannst du beobachten?
-
-

Was ist passiert?

Beim ersten Mal, als du die Flasche zusammengedrückt hast, in der sich nur das heiße Wasser befand, hast du nichts beobachten können. Doch als du dann die Flasche zusammengedrückt und wieder los gelassen hast, in die du das

²¹ Workshop CIA, Chemielehrerkongress Leoben 2007: Experiment 4

Streichholz geworfen hattest, ist etwas passiert: beim Zusammendrücken ist der Flascheninhalt klar geblieben und beim Loslassen trübe geworden. Kannst du dir vorstellen, dass du dieses Prinzip schon einmal in der Natur erlebt bzw. gesehen hast? Wenn ja, wo?

Was steckt dahinter?

Das, was du hier im Kleinen in der Flasche beobachtet hast, kannst du an vielen Tagen draußen am Himmel sehen: die Wolken. Du hast also gelernt, was für die Entstehung der Wolken verantwortlich ist:

- der Wasserdampf, der in unserem Versuch vom heißen Wasser gebildet wurde
- Rauch oder Staub, der hier vom brennenden Streichholz kam
- Der Wechsel von Druck (der Hände) und Entspannung vom Druck

Du kennst sicher aus dem Wetterbericht die Ausdrücke „Hochdruckzone“ und „Tiefdruckzone“. Beim Absenken des Drucks (Tiefdruck, in unserem Fall beim Loslassen der zusammengedrückten Flasche) kondensiert der Wasserdampf an den Rauch- oder Staubteilchen und es bilden sich Wolken. Ohne diese Teilchen, die sich in der Atmosphäre befinden, können also keine Wolken entstehen. Beim Zusammendrücken (Hochdruck) verdunsten die kleinen Wassertröpfchen wieder, die die Wolke bilden. Beachte: der Wasserdampf ist nicht sichtbar. Wolken, Nebel, sowie der Dampf, der aus einem Kochtopf mit kochendem Wasser aufsteigt bestehen aus sehr kleinen Tröpfchen von flüssigem Wasser.

THEMA LUFT

Versuch 11: Eisen + Wasser + Luft = ?²²

Was du brauchst:

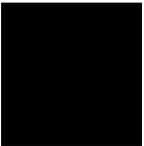
- etwas Stahlwolle
- 1 Reagenzglas
- 1 Becherglas
- etwas Wasser
- 1 wasserfester Stift



Was du tun sollst:

- Stecke etwas Stahlwolle in das Reagenzglas und gib etwas Wasser dazu, sodass die Stahlwolle gut durchfeuchtet ist.
- Gieß etwas Wasser (ca. 1cm hoch) in das Becherglas.
- Stell das Reagenzglas jetzt mit der Öffnung nach unten in das Gefäß.
- Lege das Reagenzglas seitlich an die Wand des Becherglas, sodass es schief steht.
- Jetzt ist deine Geduld gefragt: Lass die Versuchsanordnung zwei bis drei Tage an einem ruhigen Ort stehen und markiere dann den Wasserstand im Reagenzglas.

²² Das große KOSMOS CHEMIELABOR: Versuch 38

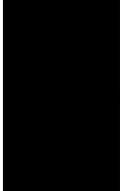


Was ist passiert?

Wenn du ein paar Tage gewartet hast, kannst du sehen, dass etwas passiert ist. Was kannst du beobachten?

Richtig, das Wasser steht jetzt einige Zentimeter hoch in deinem Reagenzglas und die Stahlwolle ist mit einer braunen Schicht überzogen. Die Stahlwolle hat also reagiert, aber womit? Was glaubst du?

Woran erinnert dich das?



Was steckt dahinter?

Die feuchte Stahlwolle hat mit dem Sauerstoff der Luft reagiert. Du kennst den Vorgang sicher unter dem Begriff „Rosten“. Bei dieser Reaktion wird Sauerstoff verbraucht und deshalb steigt auch der Wasserspiegel in deinem Reagenzglas. Aber warum steigt er nicht bis ganz hinauf zur Stahlwolle? Bei der Reaktion wird nur Sauerstoff verbraucht, aber die Luft besteht nur zu 21% aus Sauerstoff. Die anderen Bestandteile der Luft sind Stickstoff (78%), Edelgase und Kohlendioxid.

THEMA LUFT
Versuch 12: Jetzt knallt's²³

Was du brauchst:

- 1 leere Filmdose
- 1 Brausetablette (z.B. Vitaminbrausetablette aus dem Drogeriemarkt)
- etwas Wasser

Was du tun sollst:

- Leg die Küchenrolle als Unterlage auf den Tisch.
- Füll die Filmdose mit etwas Wasser, höchstens bis zur Hälfte und stell sie auf die Küchenrolle.
- Gib eine Brausetablette hinein und verschließe die Dose sofort mit dem Deckel. Geh ein paar Schritte von der Filmdose weg.

Was ist passiert?

Was hast du hier beobachten können?

²³ Die Chemie-Werkstatt: 14

Warum glaubst du ist das passiert?



Was steckt dahinter?

Du hast sicher schon einmal gesehen, wie sich eine solche Brausetablette sprudelnd im Wasser auflöst. Dabei entsteht ein Gas, das Kohlendioxid. Da das Gas viel Platz benötigt, aber die Filmdose verschlossen ist, staut sich großer Druck auf. Der Deckel der Filmdose kann diesem Druck nur bis zu einem gewissen Grad standhalten. Wenn der Druck zu groß wird, fliegt der Deckel mit einem Mal mit hoher Energie in die Luft.

Sicher hast du auch schon einmal bemerkt, dass der Korken von Sektflaschen extra noch mit einem Draht befestigt ist. Auch hier ist das Kohlendioxid in der Sektflasche der Grund dafür. Sobald nämlich der Draht entfernt und der Korken gelockert ist, schießt er mit einem heftigen Knall aus der Flasche.

THEMA LEBENSMITTEL

Unter dieses Thema fällt alles, was man theoretisch auch essen könnte. Du hast sicher gelernt, dass man mit Essen nicht spielen soll. Doch du als kleiner Wissenschaftler spielst hier nicht mit dem Essen, du verwendest es zum wissenschaftlichen Experimentieren. Also, nichts kosten, falls es nicht ausdrücklich erlaubt ist!

Versuch 13: Brauselimonade selbst gemacht²⁴

Was du brauchst:

- 3 Bechergläser (250 ml) pro Gruppe

Jeder:

- ca. 1 Liter Wasser
- 5 Teelöffel Zitronensäure
- 5 Teelöffel Zucker
- 5 Teelöffel Speisesoda
- 1 Trinkglas (ca. 250 ml)
- etwas Lebensmittelaroma
- etwas Lebensmittelfarbe

Was du tun sollst:

a) in der Gruppe:

Stell die 3 Bechergläser vor dich hin und gib in das erste $\frac{1}{2}$ Teelöffel (TL) Zitronensäure, in das zweite $\frac{1}{2}$ TL Zucker und in das dritte $\frac{1}{2}$ TL Speisesoda.

²⁴ Kinderuni Wien 2006; Lück 2000: 45-46

Vergiss nicht, die Gläser zu beschriften. Danach füllst du jedes Becherglas mit 100 ml Wasser auf. Schau, ob die Lösungen sprudeln (Gasentwicklung) und koste ganz wenig (!) davon. Was kannst du beobachten?

	Zitronensäure	Zucker	Speisesoda
Gasentwicklung			
Geschmack			

Wasch die Bechergläser nun mit Wasser aus.

b) in der Gruppe:

Jetzt nimmst du die drei Bechergläser und gibst in das erste Becherglas 1 TL Speisesoda, 1 TL Zucker und 100 ml Wasser. In das zweite Becherglas kommen 1 TL Zitronensäure, 1 TL Zucker und 100 ml Wasser und in das dritte Becherglas 1 TL Speisesoda, 1 TL Zitronensäure, 1 TL Zucker und 100 ml Wasser.

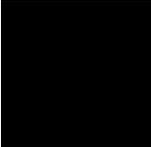
Beschriftungen nicht vergessen ☺! Schreib deine Beobachtungen auf:

1. Becherglas: _____
2. Becherglas: _____
3. Becherglas: _____

c) allein:

Für den dritten Versuch nimmst du das Trinkglas und befüllst es mit 1 gehäufte TL Zitronensäure, 1 gestrichener TL Speisesoda, 2 TL Zucker und 200 ml Wasser. Dann rühr einmal kräftig um. Die Lösung _____.

Du kannst auch ein paar Tropfen Lebensmittelaroma und Lebensmittelfarbe dazugeben. Du hast dir selber eine Brauselimonade hergestellt, koste deine selbst gemachte Limonade!

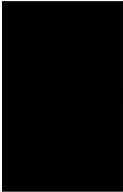


Was ist passiert?

Fass noch einmal zusammen, was du beobachtet hast:

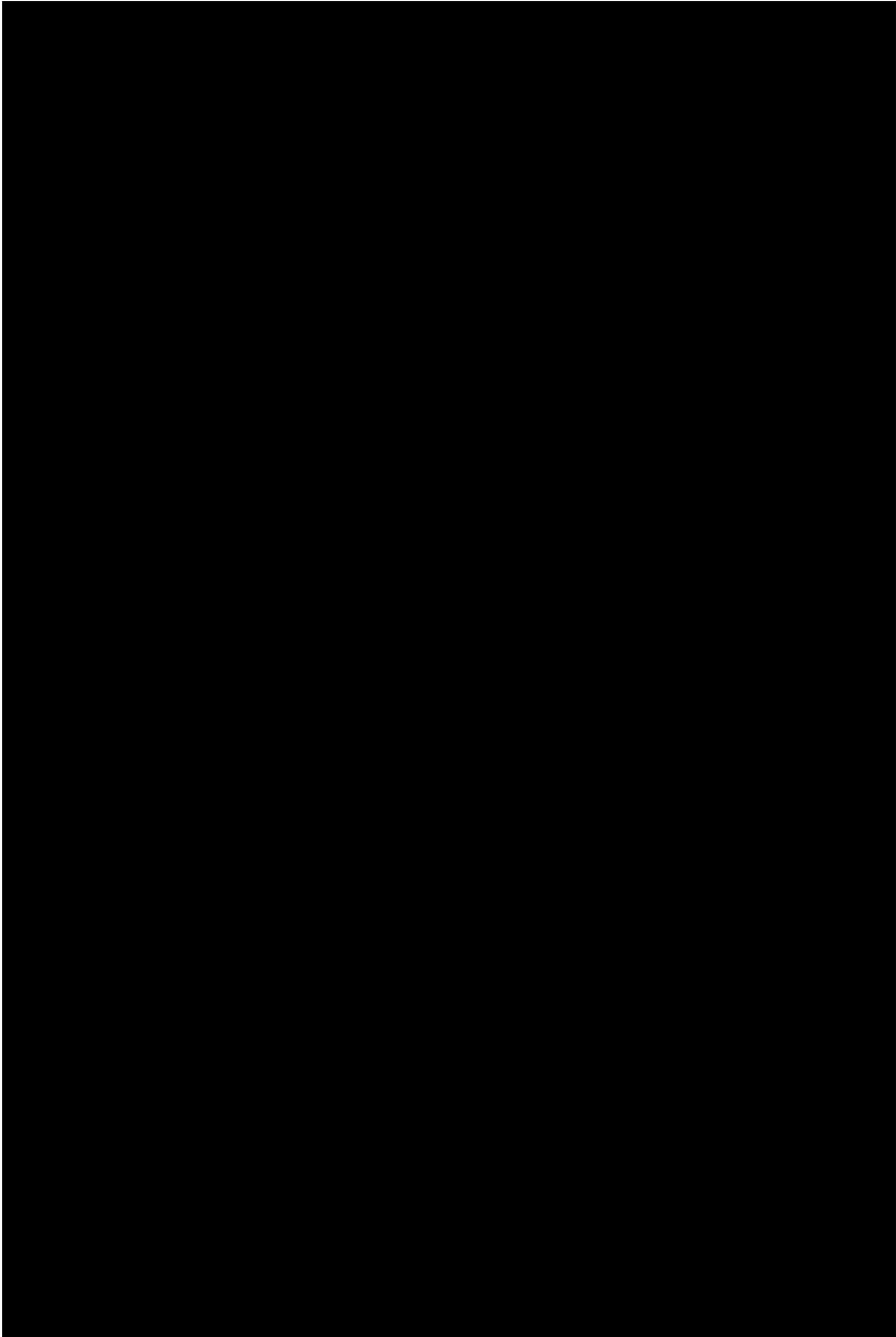
Aus welchen Bestandteilen besteht Brausepulver?

Welche Stoffe musst du miteinander vermischen, damit es „sprudelt“?



Was steckt dahinter?

Du hast gesehen, aus welchen Zutaten Brauselimonade besteht und dass das Speisesoda mit der Zitronensäure im Wasser reagiert und dafür verantwortlich ist, dass ein Gas freigesetzt wird. Dieses Gas heißt Kohlendioxid und ist in vielen Getränken wie z.B. Cola gelöst und prickelt auf der Zunge. Du kennst es dann wahrscheinlich unter dem Namen Kohlensäure. Speisesoda besteht aus Natriumhydrogencarbonat und ist beim Kuchenbacken (als Backpulver) verantwortlich dafür, dass der Kuchen aufgeht und nicht „sitzen bleibt“. Hier wird auch Kohlendioxid frei, das kleine Hohlräume im Teig bildet.





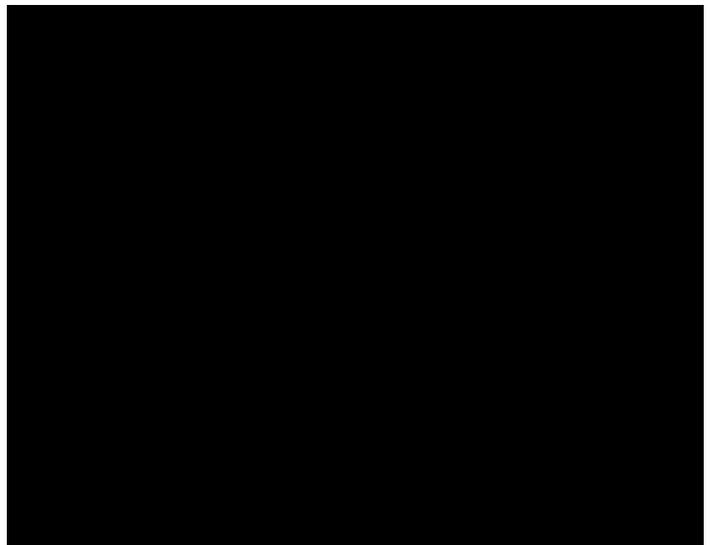
THEMA LEBENSMITTEL

Versuch 15: Was ist in den Säcken vom Bäcker?²⁶

Jetzt ist dein detektivischer Spürsinn gefragt! Der Bäcker hat in seiner Backstube 3 Säcke gefunden, die nicht beschriftet sind. Er kann sich nur noch erinnern, dass sich in einem Sack das Mehl, in einem anderen der Zucker und in dem dritten das Backpulver befindet. Hilf dem armen Bäcker, das Mehl wieder zu finden, damit er auch gutes Brot backen kann.

Was du brauchst:

- 3 Glasschälchen oder Untertassen
- 3 kleine Becher- oder Trinkgläser
- 1 Teelöffel
- etwas Mehl
- etwas Zucker
- etwas Backpulver
- etwas Essig
- iodhaltiges Desinfektionsmittel (z.B. Betaisodona® aus der Apotheke)
- 1 Tropfpipette



Was du tun sollst:

- Schau dir die drei Substanzen (Mehl, Zucker und Backpulver) genauer an und schreib auf, was du siehst:

Substanz	Mehl	Zucker	Backpulver
Aussehen			

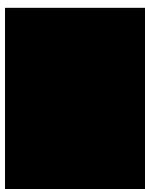
²⁶ Lück 2005: 118-120

- Nimm jeweils einen halben Teelöffel der Substanzen und einen Tropfen des iodhaltigen Desinfektionsmittels. Tipp: Stärke bildet mit Iod eine tiefblaue Verbindung. Was kannst du beobachten?

- Nun nimm wieder einen halben Teelöffel der drei Substanzen und fülle sie jeweils in ein kleines Glas. Beschriften nicht vergessen!

Gib in alle drei Gläser etwas Essig und schreib deine Beobachtungen auf:

	Mehl + Essig	Zucker + Essig	Backpulver + Essig
Farbe			



Was ist passiert?

Kannst du jetzt herausfinden, was sich in welchem Sack des Bäckers befindet?

Schreib noch einmal auf, wie du das anstellen würdest:

Mehl: _____

Zucker: _____

Backpulver: _____