



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S7: „Naturwissenschaften und Mathematik in der Volksschule“

**„SPIELERISCHES ERFORSCHEN DER
EIGENSCHAFTEN UND BEDEUTUNG
VON WASSER IM VOLKSSCHULALTER
MIT UNTERSTÜTZUNG VON
SCHÜLERN UND SCHÜLERINNEN
DER LABORGRUPPE DER AHS“**

ID 1480

Projektkoordinatorin:

VD Christa Binder, VS Alt-Nagelberg

Projektmitarbeiter/innen:

Prof. Mag. Ronald Binder, BG/BRG Gmünd

Prof. Mag. Elisabeth Nowak, BG/BRG Gmünd

HL Andrea Handl, VS Alt-Nagelberg

Dipl.Päd. Roswitha Rosenauer, VS Alt-Nagelberg

Alt-Nagelberg, Mai 2009

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Wasseraufbereitungsanlage	4
1.2 Laborunterricht.....	4
1.3 Symbiose	4
2 AUFGABENSTELLUNG	5
2.1 Ziele in der Volksschule	5
2.1.1 Lehrplan Sachunterricht.....	5
2.2 Ziele in der AHS	6
2.2.1 Lehrplan Physik	7
2.3 Gemeinsames Lernen.....	8
3 PROJEKTVERLAUF	10
3.1 Wasser als fächerübergreifendes Thema	10
3.1.1 Wasser in der VS	10
3.1.2 Wasser in der AHS	11
3.2 Experimentiertage	13
3.2.1 AHS besucht die VS	13
3.2.2 Tag der offenen Tür	16
3.2.3 VS besucht die AHS	17
4 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE	18
4.1 Die Rolle der Lehrer/innen	18
4.2 Die Rolle der Schüler/innen	18
4.3 Die Rolle des Experiments.....	19
4.4 Die Rolle der Protokolle	20
5 TIPPS FÜR ANDERE LEHRKRÄFTE	22
6 LITERATUR	23

ABSTRACT

“Das war der schönste Schultag meines Lebens!” Diese und ähnliche Reaktionen bekamen Schüler/innen der 6. Klasse des BG/BRG Gmünd zu hören, als sie mit den von ihnen vorbereiteten Experimenten zum Thema Wasser in der VS Alt-Nagelberg waren.

Bei diesem schulübergreifenden Projekt rund um das Thema Wasser stand das Experiment im Mittelpunkt. Die Gymnasiast/innen hatten die Aufgabe, Versuchsanleitungen zu entwerfen, anhand derer die Volksschüler/innen die Freude am Experimentieren gewinnen und wichtige Erkenntnisse erarbeiten konnten. An 3 Projekttagen experimentierten die jungen Forscher/innen mit Unterstützung der Gymnasiast/innen. Während des Schuljahres wurden sie auf der eigens entworfenen Internetseite www.bggmuend.ac.at/imst mit weiteren Versuchsanleitungen versorgt.

Schulstufen: 3.u.4.Schst. der Volksschule, 6.Kl. Gymnasium

Fächer: SU, PH, BIUK

Kontaktperson: VD Christa Binder

Kontaktadresse: Volksschule Alt-Nagelberg. Hauptstraße 82, 3871 Alt-Nagelberg

1 EINLEITUNG

1.1 Wasseraufbereitungsanlage

Am 19.10.2007 wurde in Alt-Nagelberg eine neue Wasseraufbereitungsanlage im Rahmen einer Feier in Betrieb genommen und auch allen unseren Volksschüler/innen vorgestellt. In einer der nächsten Sachunterrichtsstunden wurde jener Lehr- ausgang wieder in Erinnerung gerufen. Leider waren kaum mehr Fakten oder Zusammenhänge bei den Schülern präsent geblieben, obwohl das Element „Wasser“ im Normalfall Kinder jeder Altersstufe in irgendeiner Form fasziniert und zu dieser Zeit auch in der Gemeinde sehr aktuell war.

Dazu kam noch, dass bis zu diesem Zeitpunkt im Volksschulbereich der naturwissenschaftliche Bereich im Unterrichtsgegenstand Sachunterricht eher gering behandelt wurde, da andere Inhalte im Vordergrund standen. Bei einer mündlichen Befragung der Schüler/innen, ob sie mehr zum Thema Wasser erfahren möchten, gab es eine eindeutige begeisterte Zustimmung.

1.2 Laborunterricht

Im BG/BRG Gmünd wird seit einigen Jahren für die naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Biologie und Chemie das Wahlpflichtfach Labor angeboten, bei dem neben den fächerübergreifenden Themen das selbstständige Experimentieren im Mittelpunkt steht. Im Anschluss an die jeweiligen Unterrichtsstunden muss über jedes Experiment ein Protokoll verfasst werden, welches besonders im 1.Laborjahr sehr oft große Schwierigkeiten bereitet.

1.3 Symbiose

Zu Beginn des Jahres 2008 erfolgte seitens des Unterrichtsministeriums eine Projektausschreibung zur Forcierung der Naturwissenschaften in Volksschulen.

Gemeinsam mit Prof. Mag. Ronald Binder, Lehrer für Mathematik und Physik im Gymnasium Gmünd, wurde daher das IMST – Projekt unter dem Titel: „Spielerisches Erforschen der Eigenschaften und Bedeutung von Wasser im Volksschulalter mit Unterstützung von Schülern und Schülerinnen der Laborgruppe der AHS Gmünd“ oder als Kurztitel: „Wasser – von der Quelle bis zum Küchentisch“ ausgearbeitet, eingereicht, als innovativ bewertet und ausgewählt. Durch dieses Projekt sollten alle beteiligten Schulstufen auf ihre Art und Weise profitieren können und daher eine Win-win-Situation entstehen.

2 AUFGABENSTELLUNG

2.1 Ziele in der Volksschule

Die Volksschüler/innen sollen grundlegendes Wissen zum Element Wasser erlangen. Das weitere Ziel ist, dass sich Buben und Mädchen gleichermaßen mit den naturwissenschaftlichen Inhalten beschäftigen und auseinandersetzen. Durch aktives Handeln und vor allem durch Experimentieren innerhalb und außerhalb der Schule sollen Neugierde und Interesse für weiteres Tun geweckt werden.

Umwelt- und Klimaschutz sowie der sparsame Umgang mit dem kostbaren Gut „Wasser“ sind wesentliche zu vermittelnde Kriterien und fließen immer wieder als erzieherische Gedanken ein.

2.1.1 Lehrplan Sachunterricht

Folgenden im Lehrplan verankerten Forderungen an den Unterricht soll in diesem Projekt besonders Rechnung getragen werden:

- ✓ Kenntnisse über Stoffe und ihre Veränderungen erweitern: Die Erscheinungsformen kennenlernen und benennen (fest, flüssig, gasförmig)
- ✓ Die Bedingungen für die Zustandsänderungen des Wassers kennenlernen (z. B. Erhitzen, Abkühlen)
- ✓ Wasserlösliche Stoffe (z. B. Salz, Zucker, Seife, bestimmte Farben) und nicht-wasserlösliche (z. B. Öl, Sand, Erde) unterscheiden
- ✓ Experimente mit Wasser durchführen: Verdunsten, Verdampfen, Gefrieren, Schmelzen
- ✓ Ergebnisse von Experimenten festhalten (z. B. Darstellung des Wasserkreislaufs)
- ✓ Einfache Versuchsarbeiten durchführen (z. B. Reinigung des Wassers durch Filtern)
- ✓ Sachgemäßes und verantwortungsbewusstes Handeln im Umgang mit Stoffen erkennen: Die Gefahren der Wasserverschmutzung kennen und sich um die Reinhaltung bemühen
- ✓ Die didaktischen Überlegungen für den Lernbereich Natur müssen sich auf die Tatsache stützen, dass das Volksschulkind besonderes Interesse daran zeigt. Die beste Voraussetzung für Lernmotivation und effektivem Unterricht ist die direkte Begegnung damit. Dabei muss auch auf den Umweltschutz Bedacht genommen werden.
- ✓ Als wichtige Rahmenbedingungen sind kooperatives Lernen und ein pädagogisches Klima, in dem sich alle wohlfühlen, anzusehen.

2.2 Ziele in der AHS

Einmal im Schuljahr findet am Gymnasium Gmünd der „Tag der offenen Tür“ statt. An diesem werden sämtliche Volksschulen der Region eingeladen, die höhere Schule zu besuchen und kennenzulernen. Im Physiksaal werden dazu stets Experimentierstationen aufgebaut, an denen die Volksschüler/innen verschiedene Phänomene der Physik erforschen können. Betreut werden die Stationen stets von Oberstufenschüler/innen, die bereits jahrelange Erfahrung mit den Geräten und den Versuchsanleitungen haben. Dabei konnten in den letzten Jahren folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- ✓ Die Motivation, jüngeren Schüler/innen das eigene Wissen zu vermitteln, war enorm. Es gab daher stets viel mehr Interessenten als tatsächlicher Bedarf aufgrund des vorhandenen Platzes war.
- ✓ Die Vorbereitung auf diesen Tag ist sehr gewissenhaft, um eine Wissenslücke auf alle Fälle zu vermeiden.
- ✓ Eigene Erklärungsversuche der Volksschüler/innen regten die Gymnasiast/innen stets zum Reflektieren an und förderten daher sehr oft das eigene Verständnis.
- ✓ Die Sichtweise des Lehrers kennenzulernen lieferte oft sehr nützliche Erkenntnisse für die folgenden Unterrichtsstunden in der Schülerrolle.
- ✓ Am Ende des Tages waren zwar einige Oberstufenschüler/innen sehr erschöpft, doch es gab stets nur positive Rückmeldungen an die Lehrer.

Somit stand schon seit längerer Zeit die Überlegung im Raum, einmal ein gemeinsames Projekt mit einer Volksschule in Angriff zu nehmen.

Die Schüler/innen der 6. Klasse AHS befinden sich in ihrem 1. Schuljahr mit Laborunterricht. Das Erstellen eines Protokolls über ein Experiment stellt sie oft vor große Probleme.

Aus den bereits an dem „Tag der offenen Tür“ gewonnenen Erkenntnissen schien diese Klasse geeignet, in das Projekt mit der Volksschule einzusteigen.

Ein sehr wesentliches Projektziel für die Schüler des Gymnasiums war daher ein Aufbau von logischen Strukturen in ihren Texten. Es sollte gelingen, Experimente mit Fachbegriffen zu beschreiben, wobei die Formulierung der Sätze in möglichst klaren Strukturen stattfinden soll. Erreicht werden sollte dieses Ziel durch den Auftrag, Experimentieranleitungen für Volksschüler/innen zu schreiben, die anhand dieser Anleitungen die vorbereiteten Experimente möglichst selbstständig durchführen können sollten. Die Rückmeldungen auf diese Anleitungen sollten die Qualität der Anleitungen stetig verbessern.

Zusätzliche Motivation für die AHS-Schüler war das eigenständige Auswählen der Experimente und der dafür nötigen Alltagsmaterialien. Eine Voraussetzung war nämlich, dass sämtliche Experimente von den Volksschüler/innen auch zu Hause durchgeführt werden können. Somit musste sich die Auswahl der Materialien auf einfache Dinge, die in jedem Haushalt zu finden sind, beschränken.

Erfahrungsgemäß sinkt das Interesse der Schüler/innen, wenn ein Thema zu lange behandelt wird. In diesem Projekt bestand die Hoffnung, dass das Thema „Wasser“

sehr ausführlich durchgenommen werden kann, weil die Gymnasiast/innen stets die Anwendungen ihres Wissens beim Erstellen der Versuchsanleitungen im Hinterkopf haben sollten. Es ist den Schüler/innen nämlich eine Wissenslücke beim „Tag der offenen Tür“ oft unangenehmer als bei einer Prüfung, wo ein Nichtwissen manches Mal sogar als „cool“ ausgelegt wird.

2.2.1 Lehrplan Physik

Durch diese Ziele sollten einige im Lehrplan festgehaltene Forderungen an den Physikunterricht abgedeckt werden:

- ✓ Informationen sammeln, hinterfragen und argumentieren können
- ✓ eigene Arbeiten zielgruppengerecht präsentieren können
- ✓ Problemlösungsstrategien einzeln und im Team entwickeln können
- ✓ eigenständig arbeiten können
- ✓ physikalische Zusammenhänge darstellen können
- ✓ fachbezogene Fragen formulieren können
- ✓ einfache Experimente planen und durchführen können
- ✓ Gefahren erkennen, einschätzen und sicherheitsbewusst handeln können
- ✓ Ein Grundvokabular physikalischer Begriffe als zusätzliche Form der Kommunikation innerhalb und außerhalb des fachwissenschaftlichen Bereiches erwerben; zwischen Alltagssprache und Fachsprache differenzieren können: Einsicht in die Notwendigkeit und Mächtigkeit symbolischer Beschreibungen gewinnen; physikalische Sachverhalte beschreiben, protokollieren, argumentieren und präsentieren können
- ✓ empirisch arbeiten und erfahrungsgelenkt lernen: Das Zusammenspiel von Beobachtung, Hypothesenbildung und überprüfendem Experimentieren sowie die Formulierung allgemeiner Gesetzmäßigkeiten als physikalische Methode hat in allen Formen des Unterrichts deutlich zu werden.
- ✓ anhand authentischer Probleme lernen: Realistische und für die Schüler/innen relevante Probleme motivieren zum Erwerb neuen Wissens. Dabei ist die oft verschiedene Interessenslage von Burschen und Mädchen zu beachten; auf aktuelle Probleme ist einzugehen.
- ✓ im sozialen Umfeld lernen: Gemeinsames Lernen und Lösen von Problemen wie auch die Kooperation von Schüler/innen mit Expertinnen und Experten bereiten auf analoge Situationen im späteren Leben vor.

2.3 Gemeinsames Lernen

Eine wesentliche Aufgabenstellung für das Projekt war, dass nicht nur innerhalb einer Schulstufe gemeinsam gearbeitet wird, sondern die unterschiedlichen Altersgruppen voneinander profitieren können.

Dazu wurden einerseits 3 Treffen sämtlicher Schüler/innen vereinbart. Diese Treffen stellten Experimentierworkshops dar, deren Leitung, Planung und Durchführung die Gymnasiast/innen innehatten. Durch diese handlungsorientierte Unterrichtsmethode Lernen durch Lehren (LdL), die von Jean-Pol Martin begründet wurde, erhofften die Lehrer/innen der Laborgruppe eine raschere Weiterentwicklung der Schüler/innen erreichen zu können. Laut der Theorie, die über LdL bereits verfasst wurde, bringt diese Unterrichtsmethode für sämtliche Beteiligten ein breites Spektrum an positiven Effekten mit sich:

- ✓ Bis zu 80% der Äußerungen einer Unterrichtseinheit kommen von Schülern.
- ✓ Schwierige Stoffsequenzen werden aus Schülerperspektive beleuchtet; dadurch gewinnt der Schüler einen seiner Art zu lernen entsprechenden Zugang.
- ✓ Die Hemmschwelle von Schüler/in zu Schüler/in ist geringer. Es fällt den Schüler/innen leichter, ihrem Unverständnis Ausdruck zu verleihen und um Erklärung zu bitten.
- ✓ Das soziale Lernen wird gefördert, da die Schüler/innen neue Rollen einüben und sich häufiger einander zuwenden.
- ✓ Die Schüler/innen müssen den von Ihnen durchzuführenden Unterricht als Projekt begreifen, also eine langfristige planerische Perspektive einnehmen. Selbst wenn diese Forderung nicht explizit vom Lehrer aufgestellt wird, die Schüler/innen befassen sich methodisch und inhaltlich ganz von selbst mit der Weiterentwicklung des Unterrichts. Sie können ihre planerischen Fähigkeiten soweit entwickeln, dass sie sogar selbst Lernziele für den weiteren Verlauf des Unterrichts aufstellen können, also zu einer Art von curricularer Kompetenz gelangen. Die Aufgabe, den Stoff anderen Schüler/innen zu vermitteln, bewirkt, dass die Schüler/innen von der ersten Minute an nach dem Verteilen der Einzelaufgaben auf ein sehr anspruchsvolles Ziel hinarbeiten. Daraus entsteht eine Motivation, die durchgängig bis zur Präsentation selbst anhält, vergleichbar mit einem Schauspieler, der von der Minute an, zu der er seine Rolle bekommt, auf das Ziel der Aufführung kontinuierlich hinfiebert. Die Schüler wissen, dass ihre Beschäftigung mit den Inhalten zu einer anspruchsvollen und kompetenten Präsentation führen *muss*. Der Druck, sich mit dem Stoff intensiv zu befassen und das Risiko, bei der Stoffvorstellung zu versagen, sind wesentlich größer als bei allen anderen offenen Methoden wie der Freiarbeit oder den Lernzirkeln, bei denen die Präsentation der Ergebnisse keine zentrale Rolle spielt.
- ✓ Der Stoff muss durchdrungen und in seiner Komplexität im Blick auf die Präsentation vereinfacht und strukturiert werden. Er muss einer Didaktisierung unterzogen, es muss also eine Präsentationsstrategie entwickelt werden.
- ✓ Dass bei einem solchen Unterricht eine permanente, prozessbegleitende Methodenreflexion erfolgt, liegt im Ansatz selbst begründet, denn die Schüler/innen müssen ständig überlegen, wie sie die Qualität der von ihnen gestalteten Versuchsanleitungen verbessern können.

- ✓ Hier bietet der Lehrer aus der Fülle seiner Erfahrung Hilfeleistungen, aber er lernt auch selbst methodisch von seinen Schüler/innen.

Da gerade beim Experimentieren oft große Scheu bei jüngeren Schüler/innen vorherrscht, erschien es sehr sinnvoll, LdL mit dem Experimentieren und dem allen bekannten, fächerübergreifenden Themenbereich Wasser zu kombinieren. Abgesehen davon ist gemeinsames Forschen und Entdecken immer spannender und lustiger, als wenn man alleine all diese Dinge ausprobieren kann.

Ebenso wurde eine laufende Kommunikation auf der Internetplattform „Moodle“ geplant, um ständig weitere Versuchsanleitungen zu übermitteln. Diese Plattform sollte auch für sämtliche Fragen zu den Experimenten und darauffolgende Rückmeldungen eingesetzt werden.

3 PROJEKTVERLAUF

3.1 Wasser als fächerübergreifendes Thema

3.1.1 Wasser in der VS

Zu Beginn des Wasserprojekts wurde in der Volksschule mittels Fragebögen der Ist – Zustand bezüglich naturwissenschaftlichem Bereich erhoben. Die Mehrzahl der Schüler/innen hatte bis zu diesem Zeitpunkt kaum Zugang, wollte aber doch mehr darüber wissen.

Im Oktober 2008 besuchten die Volksschüler/innen nochmals die neue Wasseraufbereitungsanlage in Alt-Nagelberg. Der Planer dieser wurde eingeladen und erklärte sie präzise und kindgemäß. Man konnte feststellen, dass alle mit großem Interesse zuhörten und auch Fragen gestellt wurden. Bei dieser Gelegenheit entnahmen die Kinder Wasserproben aus der Quelle und nach der Aufbereitung. Weiters füllten sie Leitungswasser der Volksschule sowie Wasser eines Ortsbaches und des Gemeindefeiches Schwelle in Flaschen. Die Wasserproben wurden unverzüglich an die Laborgruppe übergeben und dort im Biologieunterricht analysiert.

In einer IMST - Stunde pro Woche wurde an der Volksschule Basiswissen im Zusammenhang mit Wasser erarbeitet. Dazu gehörten u.a. folgende Themen:

Die Zustandsformen des Wassers; Anomalie des Wassers; Wasserdampf und Kondenswasser; Niederschläge; Der große Wasserkreislauf in der Natur; Bedeutung des Wassers für Menschen, Tiere und Pflanzen; Leitung des Wassers in der Pflanze; Schwimmende und sinkende Stoffe; Wasser als Lösungsmittel; Das Wasser kann sich selbst reinigen; Die Gezeiten; Der Wasserspiegel; Wie das Wasser in unser Haus kommt; Wasserverbrauch eines durchschnittlichen Haushalts; Wie man Wasser sparen kann, z. B. duschen statt baden, tropfende Wasserhähne reparieren usw.; Lebensraum Süß- und Salzwasser; Nitrate vergiften unser Trinkwasser; Wie kommt Sauerstoff in H_2O ?; Welchen Weg nimmt das Abwasser?; Wir schätzen die wertvolle Ressource Wasser.

Das Thema Wasser wurde auch fächerübergreifend in Deutsch, Mathematik, Englisch, Bildnerischer Erziehung, Musikerziehung, Werken und Darstellendem Spiel behandelt.

Für das Projekt wurde ein Wasserlogo kreiert und dieses gemeinsam mit dem IMST – Logo auf T-Shirts für alle teilnehmenden AHS – und Volksschüler/innen gemalt.

Ein zentraler Punkt des Wasserprojekts bildete das in Musik erarbeitete Musical „Aquarellius“ und das von Kindern im Freigegegenstand „Darstellendes Spiel“ selbst geschriebene Stück „Die Reise eines Wassertropfens“.

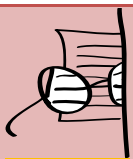
3.1.2 Wasser in der AHS

Ein von jedem Schüler zu Schulbeginn ausgefülltes Mind Map ergab, dass die Vernetzung der Eigenschaften von Wasser auf einem sehr geringen Niveau zu finden waren. Der Begriff Wasser wird zwar in sehr vielen naturwissenschaftlichen Gebieten behandelt, doch Querverbindungen sind nur für wenige Schüler ersichtlich. Es wurden daher sehr viele Stationen zum Thema Wasser für das Niveau der 10. Schulstufe vom Physiklehrer und der Biologielehrerin vorbereitet und von den Gymnasiast/innen in Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit durchgeführt.

Dabei erarbeiteten die Schüler/innen die folgenden physikalischen, biologischen und chemischen Eigenschaften des Wassers:

- ✓ Verdunstung, Verdampfung,..
- ✓ Luftfeuchtigkeit
- ✓ Schmelzen (Anomalie des Wassers) und Sublimieren
- ✓ Siedepunktserhöhung, Gefrierpunktserniedrigung
- ✓ Spezifische Wärmekapazität und Verdampfungswärme
- ✓ Oberflächenspannung und Kapillarität
- ✓ Hydrostatischer Druck
- ✓ Hydrostatisches Paradoxon
- ✓ Auftrieb im Wasser
- ✓ Leitfähigkeit des Wassers
- ✓ Bedeutung des Osmose
- ✓ ph – Wert
- ✓ Nitratwert
- ✓ Phosphatwert
- ✓ Wasserhärte
- ✓ Lebewesen im Wasser
- ✓ Filtrierung von Wasser

Dabei wurde darauf geachtet, dass die Experimentierunterlagen stets unterschiedliches Aussehen hatten und auch die anschließenden Fragestellungen variierten. Am Ende dieser Phase erstellten die Schüler/innen im Rahmen einer Plenumsdiskussion gemeinsam eine Vorlage, wie für die Volksschüler/innen die optimale Anleitung aussehen soll. Dabei ergab sich eine ziemlich einheitliche und klare Vorstellung. Ein Schüler hatte zum Abschluss noch die Idee, diese Anleitung mit kindgerechten Bildern grafisch „aufzumotzen“. Er meinte: „Der erste Eindruck zählt. Wenn das Blatt schon einmal freundlich aussieht, kann es ja auch nicht zu schwer sein.“ Somit gliederten die Gymnasiast/innen die Experimentieranleitungen wie folgt:



Hier wird der Zweck des Versuchs entweder in Form einer Frage oder einer Aussage kurz dargestellt.



Die Materialien, die benötigt werden, sind hier aufgelistet. Zwecks Überschaubarkeit findet man hier auch ein Foto des Versuchsaufbaus. Der Versuchsdurchführung wird hier möglichst exakt beschrieben.



Hier sollen sämtliche Beobachtungen zum Ablauf des Experiments notiert werden.



An dieser Stelle muss nachgedacht werden. Wie kann ich mir meine Beobachtungen erklären?



Hier sind noch zusätzliche Fragestellungen zum Experiment zu finden.



Die Schüler/innen können an dieser Stelle Querverbindungen, die ihnen zum Experiment einfallen, notieren.

Nun wählten alle Laborschüler/innen selbst eine Eigenschaft des Wassers aus und suchten dazupassende Experimente, mit denen er/sie diese Eigenschaft den Volksschüler/innen näherbringen konnte. Es konnten einerseits Experimente, die sie schon gekannt hatten, adaptiert werden, aber auch neue Experimente entwickelt werden. Die dafür notwendigen Unterlagen (Bücher, Arbeitsblätter, Internetadressen) erhielten sie von den Lehrer/innen.

Die Laborschüler/innen mussten nun Texte schreiben, Anleitungen verfassen, Fragen formulieren und Bilder mit ihren Handys aufnehmen. Die Methode, die an dieser Stelle gewählt wurde, war die Einzelarbeit. Die häufigsten Fragen an die Lehrer/innen waren an dieser Stelle des Projektes: „Wie viel wissen denn die Volksschüler/innen?“ oder „Ist diese Erklärung zu schwierig?“. Daher teilten die Lehrer/innen Zitate aus M. Wagenscheins „Kinder auf dem Wege zur Physik“ aus, um ihre Schüler/innen auf mögliche Fragestellungen und Antwortmöglichkeiten vorzubereiten.

Zum Abschluss wurde eine Kiste mit sämtlichen Versuchsmaterialien befüllt und von den Schüler/innen mit dem Namen „Wasserbox“ getauft.

3.2 Experimentiertage

3.2.1 AHS besucht die VS



Im Dezember 2008 fand das erste Treffen der beiden Schulklassen statt. Im Turnsaal der Volksschule wurden Experimentiertische aufgebaut und die Anleitungen für die Schüler aufgelegt.

Zuerst stellten sich die Lehrer/innen und Schüler/innen gegenseitig vor. Die Gymnasiast/innen erklärten das einheitliche Prinzip, nach dem jedes Experiment ablaufen sollte. Vor allem die entwickelten Grafiken wurden voller Stolz präsentiert. Danach durften die Volksschüler/innen die mit Spannung erwarteten Experimente starten. Nach anfänglicher Scheu der jungen Schüler/innen wurden sie mit jedem Experiment selbstbewusster und fanden letztendlich große Freude am Forschen und Entdecken. Es kamen immer mehr Fragen und auch die Verweildauer bei den Stationen wurde immer größer. Somit wurden die Anleitungen laufend mit mehr Mutmaßungen und Erklärungen bereichert. Auch die Laborschüler/innen wurden mit jedem Durchlauf sicherer im Umgang mit den Volksschüler/innen und legten daher sehr bald ihre anfängliche Nervosität ab. Somit schaffte ein Großteil der Volksschüler/innen im Laufe des Vormittags alle 12 vorbereiteten Stationen.

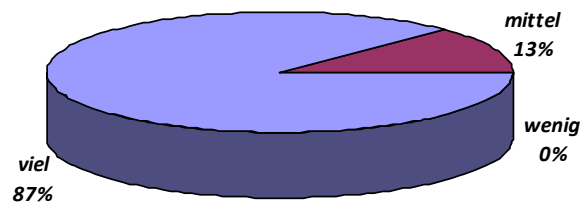
Besonders interessant waren die Aktivitäten der Volksschüler/innen beim Wegräumen der Experimente. Plötzlich begannen sie, eigene Versuche mit Wasser zu gestalten und auch die Ausgänge zu diskutieren. Somit war ein Stein ins Rollen gekommen, der bis zum Ende des Schuljahres und hoffentlich darüber hinaus rollen wird.

Zum Abschluss füllten die Volksschüler/innen einen Fragebogen aus, um ihren „Lehrern“ ein Feedback zu liefern.

3.2.1.1 Ergebnisse

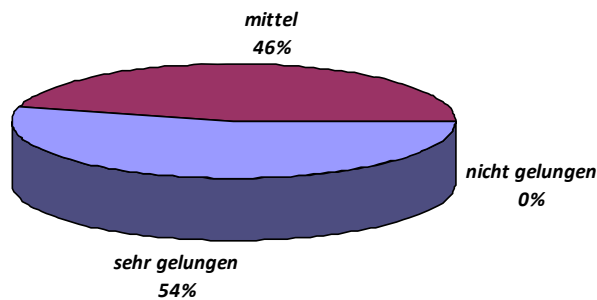
Den Fragebogen und sämtliche Ergebnisse findet man im Anhang zum Bericht. Stellvertretend werden hier nur einige Erkenntnisse erwähnt, die große Bedeutung für die Weiterentwicklung der Versuchsanleitungen hatten:

Unterstützung der großen "Wasserforscher"



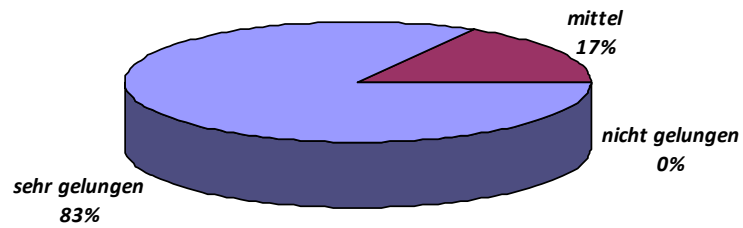
Eine deutliche Mehrheit der jungen „Wasserforscher“ fand die Hilfestellungen der Älteren sehr gut.

Verständlichkeit



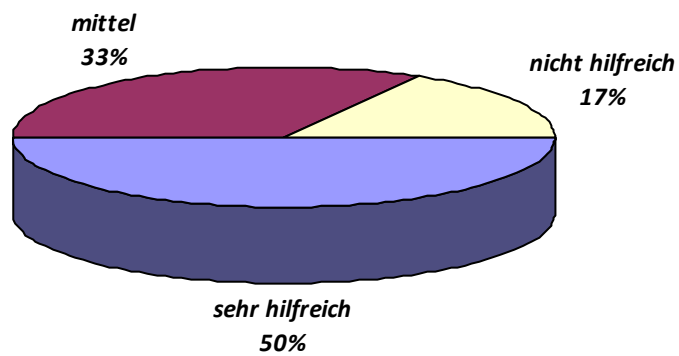
Weil sich die Laborschüler/innen sehr bemühten, die Texte klar zu formulieren, konnten ihnen die sehr begeisterten Volksschüler/innen kein besseres Zeugnis ausstellen. Dies war allerdings ein neuer Ansporn, sich noch mehr um eine klare Sprache zu bemühen.

Übersichtlichkeit



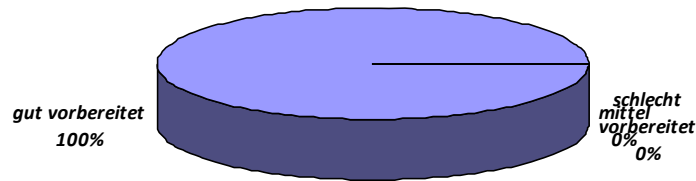
Offensichtlich war eine große Mehrheit mit der Gestaltung der Versuchsanleitungen sehr zufrieden, wodurch diese auch so belassen wurde und sich nur die bildliche Darstellung des Versuches geringfügig änderte.

Bilder



Die Wahl der Bilder war nur für die Hälfte der Schüler/innen sehr gut.

Materialien



Besondere Freude bereitete natürlich diese Rückmeldung, dass sämtliche Materialien in genügend großer Anzahl vorhanden und auch für die Volksschüler/innen verwendbar waren.

Mit diesen Rückmeldungen konnten also diverse Erkenntnisse gewonnen werden, die in der darauffolgenden Physikstunde diskutiert wurden. Mit diesen sollten die Versuchsanleitungen noch „kindgerechter“ gestaltet werden.

Nun war geplant, weitere Kommunikationen über die Plattform „Moodle“ ablaufen zu lassen. Leider musste sehr bald erkannt werden, dass dies für die Volksschüler/innen noch zu komplex war und somit zum Scheitern verurteilt war. Deshalb beschloss der Physiklehrer, eine Homepage einzurichten, auf der einerseits die Experimente downgeloadet werden können, aber trotzdem auch die Möglichkeit besteht, in Form eines einfachen Chats eventuelle Fragen zu stellen. Die Entwicklung der Homepage www.bggmuend.ac.at/imst dauerte zwar ein wenig, doch ab Februar konnte das jeweilige Experiment des Monats abgerufen werden. Besondere Freude fanden alle Schüler/innen an der Veröffentlichung ihrer Fotos im Internet.

„Moodle“ wurde allerdings weiterhin für die interne Kommunikation in der Laborgruppe außerhalb der Schulzeit genutzt.

3.2.2 Tag der offenen Tür

Am „Tag der offenen Tür“ im Februar 2009 stellten einige Volksschüler/innen gemeinsam mit der Laborgruppe im Gymnasium Gmünd im dortigen Physiksaal den Besuchern einige Wasserexperimente vor. Nun befanden sich also beide Schülergruppen in der Rolle der Lehrenden. Es war sehr schön zu beobachten, wie nun auch die Volksschüler/innen voller Stolz Experimente vorführten und erklärten. Die Laborschüler/innen kümmerten sich rührend um ihre „Schäfchen“.



3.2.3 VS besucht die AHS

Den Abschluss des gemeinsamen Projektes bildete ein Besuch der Volksschüler/innen im Gymnasium. Dabei war die Rolle des Wassers in der Küche das zentrale Thema dieses Tages. Der erste Teil war eine Experimenteshow. Gegliedert war der Vortrag in Frühstück, Mittagessen und Abendessen. Dabei konnten Teile der Experimente immer wieder von Volksschüler/innen ausgeführt werden. Besonders auffallend war, dass die jungen „Wasserforscher“ schon sehr viel von ihrem Wissen anwenden konnten. Als es z.B. um die Ausdehnung von Metallen bei Erwärmung ging, wandte ein Volksschüler ein, dass dies ja für Wasser nicht gelte.



Es wurden von den Gymnasiast/innen u.a. folgende Fragen in den Raum gestellt und gemeinsam mit den Volksschüler/innen beantwortet:

- ✓ Wie erhitzt man Wasser energiesparend?
- ✓ Wie kocht man energiesparend?
- ✓ Was bewirkt Salz beim Kochen?
- ✓ Wozu dient ein Druckkochtopf?
- ✓ Warum steigt warmes Wasser auf?
- ✓ Wie kann man Wasser in einem Papierschiffchen kochen?
- ✓ Warum sind Verbrennungen mit Wasserdampf noch gefährlicher als mit kochendem Wasser?
- ✓ Welche Vor- und Nachteile bringt die Oberflächenspannung in der Küche?
- ✓ Was passiert mit dem Wasserspiegel bei schmelzendem Eis?
- ✓ Warum schäumt Mineralwasser beim ersten Einschenken am meisten?
- ✓ Wie funktioniert die implodierende Coladose?
- ✓ Warum läuft beim Becher von Phythagoras plötzlich das Wasser aus?

Im zweiten Teil waren die Volksschüler/innen wieder selbst aktiv und durften sich anhand einer Versuchsanleitung einen eigenen Zauberbecher bauen. Nach 2 Stunden fuhren die jungen „Wasserforscher“ mit vielen neuen Erkenntnissen und Ideen nach Hause. Die Gymnasiast/innen bekamen nun deutliche bessere Rückmeldung, wodurch sie die Gewissheit erlangten, dass sie sich in die richtige Richtung entwickelt haben.

4 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

4.1 Die Rolle der Lehrer/innen

Die pädagogischen Anforderungen der Lehrer/innen ändern sich. Neue Lehr- und Lernkulturen halten Einzug in den Klassenzimmern. Was wird nun von einem Lehrer gefordert?

- ✓ Lehrer/innen werden vom reinen Wissensvermittler zum Beobachter, Organisator, Planer und Helfer.
- ✓ Lehrer/innen sollen den Mut haben, den Schüler/innen Freiräume und Zeit zur Verfügung zu stellen.
- ✓ Rahmenbedingungen sollten geschaffen werden, in denen die Schüler/innen ihre Neugierde ausleben und selbsttätig arbeiten können. Dies stärkt die Eigenverantwortung und Ichstärke der Schüler/innen.
- ✓ Der Individualisierung, Differenzierung und Begabungsförderung muss ein sehr hoher Stellenwert im Unterricht eingeräumt werden.
- ✓ Unterschiedliche Unterrichtsformen und Materialien sind ein pädagogisches Muss.
- ✓ Unterschiedliche Kompetenzbereiche erhalten ähnliche Gewichtungen. Zum Beispiel erhalten soziale Kompetenz, Teamfähigkeit und Problemlösekompetenz einen ähnlichen Stellenwert wie das auch notwendige Reproduzieren von fachlicher Kompetenz.

Nach diesen Prinzipien versuchten die Lehrer/innen, in diesem Projekt sehr schülerzentriert zu arbeiten. Dies ging so weit, dass die AHS-Schüler/innen sogar die Rolle der Lehrer/innen übernahmen und dabei wiederum die Volksschüler/innen schülerzentriert arbeiten ließen.

Dadurch ergaben sich auch viele positive Aspekte für die Lehrer/innen:

- ✓ Viel mehr Zeit zu beobachten.
- ✓ Unterschiedliche Talente und Begabungen der Schüler/innen konnten besser wahrgenommen werden und gestärkt werden.
- ✓ Es ergab sich wesentlich mehr Zeitraum für Gespräche mit Schüler/innen.
- ✓ Den Schüler/innen konnten Hilfestellung bei der Strukturierung eines Problem es angeboten werden, ohne bestimmte Lösungen vorzugeben.

4.2 Die Rolle der Schüler/innen

Die Schüler/innen traten aus einer sonst oft passiven Rolle hervor. Selbsttätiges Lernen und Handeln statt ein Übersichergehenlassen eines Stoffgebietes war an der Tagesordnung. Sie konsumierten nicht hauptsächlich, sondern ihre Eigenverantwortung war gefragt. Die organisatorischen und sozialen Kompetenzen der einzelnen Schüler/innen konnten sich entwickeln und konnten gefördert werden.

Die AHS-Schüler/innen hatten nun nicht nur Verantwortung für sich, sondern auch zusätzlich für das Verständnis der Volksschüler/innen. Dadurch steigerten sich die Ansprüche an sich selbst um einiges. Das Projekt entwickelte daher eine große Eigendynamik, bei der die Schüler/innen einen Großteil der Ideen selbst einbrachten. Besonders interessant zu beobachten war die Entstehung des Projektabschlusses.

Das Thema „Kochen“ scheint nach wie vor sehr mädchendominiert zu sein. Ein Großteil der Planung des letzten Treffens wurde von den Mädchen der Laborgruppe in die Hand genommen. Sie brachten schon einen großen Erfahrungsschatz, aber auch etliche Fragen aus dem „Küchenalltag“ mit und waren daher mit Feuer und Flamme bei diesem Thema dabei und rissen auch ihre männlichen Kollegen mit. Ähnliche Beobachtungen konnten während des Experimentierens rund um den Küchentisch bei den Volksschüler/innen gemacht werden. Auch dort taten sich einige Mädchen durch ihr Interesse, aber auch ihr Wissen hervor, die zuvor nicht zu den auffallendsten Erscheinungen gezählt hatten. Dies waren zumeist Mädchen, die schon offensichtlich daheim diesbezügliche Erfahrungen machen durften.

4.3 Die Rolle des Experiments

Das Experiment stand stets im Mittelpunkt der Tätigkeiten. Somit fiel das Begreifen der Eigenschaften von Wasser deutlich leichter als durch bloßes Auswendiglernen von Aufzählungen.

Auch dies konnte beim letzten Treffen der Schulklassen von beiden deutlich unter Beweis gestellt werden. Durch die intensive experimentelle Auseinandersetzung mit dem Thema „Wasser“ sammelten sich nicht nur großes Wissen darüber an, sondern auch gewisse Grundfertigkeiten beim Umgang mit diversen Materialien. Besonders erfreut waren die Lehrer/innen, wenn Schüler/innen von zusätzlichen Experimenten erzählten, die sie daheim durchführten, vor allem vor dem Hintergrund, dass ein Großteil der Volksschüler/innen zu Projektbeginn angab, dass sie davor noch nie Experimente durchgeführt hatten. Dabei war die Unterstützung der Gymnasiast/innen sehr hilfreich, da es ihnen leichter fiel, mit Schüler/innen über ihre Unsicherheiten zu sprechen als mit ihren Lehrer/innen.

Weiters wurde von beiden Schülergruppen in der abschließenden Befragung angegeben, dass nicht nur die Zeit deutlich schneller beim Experimentieren verging, sondern das Merken eines selbst durchgeführten Versuchs viel einfacher ist. In der Volksschule ist daher auch geplant, in den nächsten Jahren die Experimentiertage zu einer fixen Institution im Laufe eines Schuljahres zu machen.

In der Volksschule wurden von den Lehrerinnen bei der abschließenden Familienfeier auch noch die Eltern interviewt, um auch von dieser Seite ein Feedback zu erhalten. Es wurden ihnen die Fragebögen (siehe Anhang) vorgelegt, die die Schüler/innen zu Beginn des Schuljahres ausfüllen mussten. Nun sollten die Eltern dazu Stellung nehmen, ob sich ihrer Ansicht nach im Laufe des Schuljahres eine Veränderung im Bezug auf das Forscherinteresse, Experimentiergeschick usw. feststellen konnten. Die Rückmeldungen darauf waren viel euphorischer als erhofft:

„Mein Sohn hat sich zum Geburtstag einen Experimentierkoffer gewünscht und bringt nun sehr viel Zeit damit.“ „Wir haben seit 2 Monaten ein Biotop daheim, welches mein Sohn vorwiegend alleine betreut.“ „Meine Tochter erklärt mir ständig, wie ich energiesparend kochen soll.“ Das Interesse an Sendungen wie „Forscherexpress“, „Wissen macht Ah“ oder „Willi wills wissen“ dürfte ebenfalls deutlich gestiegen sein, weil ebendort stets neue Anregungen zum Nachmachen zu sehen sind. Der einzige Punkt des Fragebogens, bei dem keine Fortschritte laut Elternauskunft erzielt werden konnten, ist die Geschicklichkeit im Umgang mit Computern, obwohl die Homepage erstellt worden war. Hier mussten daheim meist die Eltern einspringen und das Herunterladen des Experiments des Monats übernehmen bzw. die Bil-

dergalerien mit ihren Kindern gemeinsam durchsehen. Der Besuch im Labor des Gymnasiums dürfte allerdings für einige Schüler der 3. Klasse so beeindruckend gewesen sein, dass sie große Lernvorsätze für das nächste Schuljahr den Eltern zugesichert haben, weil sie unbedingt auch einmal dort wie die großen Schüler/innen experimentieren wollen.

In der AHS fand im Laufe dieses Projektes eine Rückbesinnung auf Freihandexperimente statt. Diese waren aufgrund der Zielgruppe in diesem Projekt notwendig, aber die Freude, die die Gymnasiast/innen dabei hatten, war auch für die Lehrer/innen eine wichtige Erkenntnis. In den letzten Jahren waren nämlich computerunterstützte und teilweise sehr aufwendige Experimente im Vormarsch. Oft erscheinen diese jedoch für die Schüler/innen zu undurchsichtig, was tatsächlich dahinter steckt und sind daher auch schwer nachvollziehbar. Daheim durchführbar sind diese dann ohnehin nicht, da sie eben nicht mit einfachen Materialien aufgebaut werden können. So entstand als Nebenprodukt der Wasserbox im Gymnasium ein Abteil eines Kastens mit Küchenmaterialien.

4.4 Die Rolle der Protokolle

Das wesentliche Projektziel aus Sicht des Physiklehrers war die Verbesserung der Qualität der Protokolle über die Experimente. Am Beginn des Schuljahres waren diese Neuland für die Schüler/innen. Obwohl ihnen eine exakte Vorgabe bekannt war und auch einige gute und schlechte Beispiele aufgezeigt wurden, ließ die Qualität der Protokolle auch in diesem Schuljahr zu wünschen übrig. Sie wurden meist sehr oberflächlich verfasst, da aus Sicht der Schüler/innen meist ohnehin alles klar ist und nicht erwähnenswert scheint. Dinge, die den Schüler/innen nicht so klar erscheinen, werden ebenfalls unter den Tisch gekehrt.

Diese Sicht der Dinge änderte sich jedoch massiv durch die ersten Rückmeldungen der Volksschüler/innen. Obwohl sich die Laborschüler/innen sehr um eine klare Beschreibung und Fragestellung bemüht hatten, waren einige Anleitungen zu wenig deutlich formuliert. Dieses Feedback nahm sich ein Großteil der Schüler/innen zu Herzen und versuchte, ihre Fehler bei den nächsten Versuchsanleitungen zu korrigieren. Wie erhofft schlug sich diese Sichtweise auch auf den Protokollen, die sie zu den nächsten Experimenten im Laborunterricht anfertigen mussten, nieder. Es war eine deutliche Qualitätssteigerung erkennbar. Einerseits wurden die Formulierungen auf klare und einfache Sätze beschränkt, in denen auch die Fachausdrücke stets erklärt wurden. Andererseits waren die Schüler/innen sehr um Bilder und Abbildungen, aber auch Diagramme bemüht, um eine bessere Veranschaulichung der Beschreibungen zu ermöglichen.

Die Einstellung zu einer termingerechten Abgabe verbesserte sich ebenfalls. Da sie selbst in die Rolle der Lehrer/innen schlüpfen durften, wurde ihnen die Bedeutung gewisser Termine sehr deutlich vor Augen geführt. Ein Schüler schaffte nicht, alles für den Volksschultag rechtzeitig vorzubereiten und aktivierte daher seine Mutter schon zeitig in der Früh, damit sie ihm noch die Materialien einkaufe. Diese brachte dann ihrem 16-jährigen Sohn die Materialien in die Volksschule nach. So etwas ist ihm oder einer(m) in der Gruppe im Laufe dieses Schuljahres nicht mehr passiert. (Für die übrigen Schüler/innen ist es jedoch noch immer ein amüsantes Thema.)

Wie kann dieser Erfolg nun auch in Zukunft erreicht werden?

Ein wesentlicher Punkt in der Oberstufe ist, dass die Schüler/innen ein gewisses Maß an Mitgestaltungsrecht erhalten. Sie dürfen nicht das Gefühl haben, dass die Lehrer/innen alles entscheiden und sie nur die ausführenden Organe sind. Dieses Mitgestaltungsrecht wird in Zukunft bei den Protokollen zum Tragen kommen. So wie die Schüler/innen die Vorlage für die Versuchsanleitungen hervorragend gestalteten, dürfen sie in Zukunft gemeinsam mit den Lehrer/innen zu Schulbeginn eine Anleitung zum Verfassen und zur Abgabe der Protokolle entwerfen:

- ✓ Welche Gliederung soll ein Protokoll haben?
- ✓ Was muss unbedingt in einem Protokoll sein?
- ✓ Welche Elemente bereichern ein Protokoll?
- ✓ Wie geht man mit Fachausdrücken um?
- ✓ Wie soll das Layout von einem Protokoll sein?
- ✓ Wann ist der spätest mögliche Abgabetermin?
- ✓ Welche Konsequenzen hat ein nicht eingehaltener Abgabetermin?

5 TIPPS FÜR ANDERE LEHRKRÄFTE

Arbeiten an Experimentierstationen bedeutet zwar einen erheblichen Mehraufwand im Vorfeld, doch die Ergebnisse zeigen, dass es sich lohnt. Ebenso sind die Schüler/innen sehr dankbar, wenn sie mehr Verantwortung im Rahmen des Unterrichts übernehmen dürfen. Welche Eckpunkte sollte man nun berücksichtigen, wenn entweder Schüler/innen oder Lehrer/innen Experimente vorbereiten?

Dies sind die Ergebnisse einer abschließenden Plenumsdiskussion in der der AHS:

- ✓ Er/Sie muss sich sehr gut vorbereiten, denn kindgerechte Erklärungen sind oft viel schwieriger als Erklärungen für Erwachsene. Einige Eltern bestätigten dies auch den Volksschullehrer/innen, dass sie auch noch etwas dazugelernt haben. Phänomene, die sie früher nicht verstanden haben, haben ihnen die Kinder einfach erklären können.
- ✓ Die Materialien müssen vorbereitet werden oder es muss den Kindern eine Materialliste mit nach Hause gegeben werden (Salz, Pfeffer, Backpulver, Joghurtbecher usw.) und aus dem Haushalt mitgebracht werden.
- ✓ Er/Sie muss vorsorglich Gefahrenquellen einschätzen können. Warnungen müssen bei gefährlicheren Experimenten angebracht werden.
- ✓ Er/Sie arrangiert und lenkt den Lernprozess der Schüler/innen über Wissensabfragung, Materialklärung, Aufgabenstellung und Arbeitsblätter. So wird gewährleistet, dass das Lernziel erreicht wird.
- ✓ Er/Sie muss die Schüler/innen dazu anhalten, eigene Vermutungen über den Versuch anzustellen und sie auch Schlussfolgerungen ziehen lassen, sodass die Kinder in den Lernprozess miteinsteigen und nicht der Lehrer allwissend wirkt.
- ✓ Fragestellungen am Ende bringen noch einmal einen neuen Blickwinkel auf das Experiment und sollten stets ergänzt werden.
- ✓ Lückentexte eignen sich ebenfalls gleich am Ende des Experiments zur Festigung.
- ✓ Alltagsbezüge sollten möglichst oft zu einem Experiment hergestellt werden:
Wo habe ich das schon einmal gesehen?
Wie kann ich das Gelernte in einer anderen Situation anwenden?
- ✓ Es sollte stets an die bekannten Schülervorstellungen angeknüpft werden – auch wenn sie vielfach falsch sind. Oft lassen sich Schüler/innen, die eine falsche Aussage tätigen, durch eine Gegenfrage wieder auf die richtige Spur bringen.

„Weniger ist mehr“ ist der Schlüssel für Nachhaltigkeit. Volksschullehrer/innen sollten sich im Unterrichtsgegenstand Sachunterricht auf weniger Themen beschränken und diese vor allem durch Selbsttätigkeit unterstützen. Der naturwissenschaftliche Bereich kann durch die in der Volksschule vorhandene Wasserbox und die in der Schule aufliegenden Unterlagen zum Basiswissen über Wasser und die Experimentieranleitungen leichter umgesetzt werden. Die Kinder haben große Freude am Experimentieren und entdecken auf diese Art und Weise einen viel positiveren Zugang zu den Naturwissenschaften.

6 LITERATUR

ACKERL, B., LANG, C. & SCHERZ, H. (2001). Fächerübergreifender Unterricht mit experimentellem Schwerpunkt am Beispiel NWL BG/BRG Leibnitz. MS Pilotprojekt IMST² 2000/01.

<http://imst2.uni-klu.ac.at/innovationen/> (31.3.2005).

BARHAM, P. (2001). Die letzten Geheimnisse der Kochkunst. Berlin Heidelberg. Springer Verlag

BERGER U. (2004). Die Wasser-Werkstatt. Freiburg. Velber-Verlag

FISHER, L. (2002). Streifzüge durch die Physik der alltäglichen Dinge. Frankfurt/New York. Campus Verlag.

MIKELSKIS H.F. (2006). Physik Didaktik. Berlin. Cornelson Verlag Scriptor GmbH & Co. KG

LUDWIG O.M., MESSERSCHMIDT H.-J., MORITZ A., WASCHKE J. (2007). Mathematik und Physik – Protokoll und Experiment. 1. Aufl.. Stuttgart, Leipzig. Klett.

THIS-BENCKHARD, H. (2004). Rätsel der Kochkunst – Naturwissenschaftlich erklärt. München, Zürich. Piper Verlag.

VOGEL E. (2008). 101 Experimente mit Wasser. Kempen. moses. Verlag GmbH

WAGENSCHHEIN M. (1990). Kinder auf dem Wege zur Physik. Weinheim, Basel, Berlin. Beltz Verlag

Internet:

www.ldl.de

ANHANG

- ✓ NÖN-Artikel (1)
- ✓ Fragebögen; Mind Map (2)
- ✓ Experimentieranleitungen (3)