



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

**S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“**

---

**NANO**

**KLEINE WELT GANZ GROß**

**ID 1136**

**Mag. Franz Langsam  
BRG/BORG St. Pölten**

**St. Pölten , Juni 2008**

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>1 VORWORT</b> .....	<b>6</b>
<b>2 EINLEITUNG</b> .....	<b>7</b>
2.1 Ausgangssituation.....	7
2.2 Ziele des Projekts .....	7
2.2.1 Methodenvielfalt .....	7
2.2.2 Optimieren der Lernumgebung .....	7
2.2.3 Frühe Förderung in naturwissenschaftlichen Belangen .....	7
2.3 Lehrplan .....	8
<b>3 DURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>9</b>
3.1 Vorbereitung des Workshops.....	9
3.1.1 Ausarbeitung der Experimente.....	9
3.1.2 Feinabstimmung und Testen der Experimente .....	9
3.1.3 Organisatorischer Ablauf.....	9
3.1.4 Besprechung einer möglichen Evaluierung.....	9
3.2 Organisation der Ausstellung durch die 8D – Klasse .....	10
3.3 Durchführung des Workshops.....	10
3.3.1 Begrüßung der Klassen in der Aula .....	10
3.3.2 Vorstellen des Programms im Chemiesaal .....	11
3.3.3 Vorstellen des Tutor/innenteams .....	11
3.3.4 Bekanntgabe der Ziele und Vorstellen von IMST .....	11
3.3.5 Besprechung der Sicherheit.....	12
3.3.6 Hinführung zum Thema.....	12
3.3.7 Lehrerversuche .....	12
3.3.8 Schülerexperimente .....	13
3.3.9 Analyse von Farbstoffgemischen .....	13
3.3.10 Chemiebaukasten .....	14
3.3.11 Showversuche .....	15
<b>4 EVALUATION</b> .....	<b>16</b>
4.1 Methoden .....	16

4.2	Ergebnisse und Grafiken der Evaluierung unter den Volksschulkindern.....	16
4.2.1	Diskussion der Ergebnisse der Volksschulkinder im Detail.....	17
4.2.2	Fortsetzung dieses Workshops.....	17
4.2.3	Interesse .....	17
4.2.4	Genderaspekt .....	17
4.2.5	Fachspezifische Fragen.....	17
4.2.6	Wissenschaftliche Sendungen.....	18
4.2.7	Bewertung der Experimente.....	18
4.3	Ergebnisse der Evaluierung in der 7C-Klasse -Juni.....	18
	Allgemein.....	18
4.3.1	Geschlechtsspezifische Unterschiede.....	18
4.3.2	Anmerkungen auf den Evaluationsbögen der 7C.....	21
4.4	Diskussion der Ergebnisse der Auswertung.....	21
4.4.1	Konsequenz .....	22
4.5	Diskussion der Ergebnisse aus der Befragung und Beobachtung der Volksschullehrer/innen.....	23
4.5.1	Ablauf aus Sicht der Volksschullehrer/innen.....	23
4.5.2	Interpretation.....	23
4.5.3	Konsequenz.....	24
4.6	Vergleich der Ergebnisse der Evaluierung in der 7C-Klasse Juni-Oktober ....	24
4.7	Auswertung der Fragebögen.....	24
<b>5</b>	<b>REFLEXION UND AUSBLICK .....</b>	<b>25</b>
5.1	Unterrichtsstil und Professionalisierung.....	25
5.2	Projekt und Zeitmanagement.....	25
5.3	Nachhaltigkeit .....	25
5.3.1	Allgemein .....	25
5.3.2	Nachhaltigkeit an der Schule .....	25
5.3.3	Unterrichtsertrag .....	26
5.3.4	Nachhaltigkeit im Schulsystem .....	26
5.4	Genderaspekt .....	26
5.5	Mediale Präsenz .....	26
5.5.1	Lokalzeitungen.....	26
5.5.2	Übergeordnete Dienstbehörde.....	27
5.5.3	Jahresbericht .....	27
5.5.4	Schulhomepage .....	27

<b>6</b>	<b>LITE RATUR.....</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>30</b>
7.1	Pressekommentare .....	30
7.1.1	Kurier .....	30
7.2	EVALUIERUNGSBÖGEN .....	31
7.2.1	Evaluierungsbogen 7 c Juni .....	31
7.2.2	Evaluierungsbogen 7c Oktober .....	31
7.2.3	Evaluierungsbogen Volksschulkinder .....	32
7.3	Versuchsvorschriften .....	33
7.3.1	Baukasten .....	33
7.3.2	Flummi .....	34
7.3.3	Analyse von Farbstoffgemischen .....	36
7.4	URKUNDE .....	37

## ABSTRACT

*Nanotechnologie ist die Technologie des 3. Jahrtausends und eignet sich, da inhärent fächerübergreifend ideal als Projekt. Tutorentätigkeit ist eine Unterrichtsform mit großem innovativem Potenzial. Selbstorganisation im Team, eigenverantwortliches Lernen können sehr gut praktiziert werden. Neben dieser sozialen Kompetenz besteht noch die Möglichkeit gendergerechte und altersadäquate Aufgaben zu erstellen und Fehler machen zu dürfen.*

*In diesem Projekt wurden von 28 Schüler/innen der 7C Klasse BORG mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt Experimente zum Thema Nanotechnologie für Volksschulkinder ausgearbeitet.*

*Während der Woche der Chemie am BORG St. Pölten besuchten ca. 200 Volksschüler/innen mit 22 Begleitpersonen die Schule für jeweils 3 Stunden und führten die vorbereiteten Versuche mit Hilfe der Tutoren/innen der 7C durch. Begleitend erfolgten Demonstrations- und Showversuche.*

*Die dabei auftretenden Erfahrungen und Probleme werden in diesem Projektbereich diskutiert.*

Schulstufe: 11.

Fächer: Chemie

Kontaktperson: Mag. Franz Langsam

Kontaktadresse: 3100 St. Pölten, Schulring 16

Schüler/innen 28 Schüler/innen 7 C 11. Schulstufe  
195 Volksschüler/innen 4. Schulstufe  
23 Schüler/innen 2 D 6. Schulstufe  
16 Schüler/innen 8 D 12. Schulstufe

# 1 VORWORT

Es ist vielen Menschen, so auch Lehrer/innen, eigen, sich mit dem Herkömmlichen nicht zufrieden zu geben, sondern immer etwas Neues auszuprobieren, um einen guten Unterricht zu halten (Meyer). Wobei immer zu hoffen ist, dass zumindest in Teilbereichen eine Verbesserung bewirkt wird.

Eine rasche Veränderung in unserer Gesellschaft fordert eine rasche Adaptierung auch der Unterrichtsziele, Unterrichtsinhalte und Unterrichtsformen.

Die Bedeutung des naturwissenschaftlichen Unterrichts sollte stärker in den Mittelpunkt unseres Denkens rücken, wie im Memorandum in Chemie und Schule (2001) zum Ausdruck gebracht wird.

Soziales Lernen ist ein Schlagwort unserer Zeit, Erlernen von Sozialkompetenzen ein weiteres.

Eine Schule, in der man auch Fehler machen darf rückt in den Brennpunkt neuer Betrachtungen.

Ein Lehrer ohne gendergerechter Unterrichtsweise wird immer mehr zum Außenseiter.

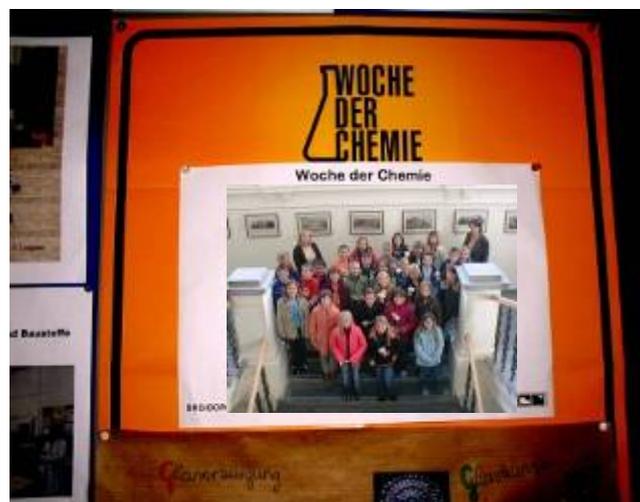
Um vielen Forderungen ein wenig gerecht zu werden, bietet sich ein Projekt dieser Art an.

Warum Nanotechnologie?

*„Nanotechnologie ist das Modewort des neuen Jahrtausends“ (R. Brooker)*

*„Nanotechnologie ist inhärent fachübergreifend und wird mit dem Begriff converging technologies umschrieben“ (Hartmann).*

Oder wie es Nobelpreisträger Gerd Binnig im Vorwort zu dem Buch „Alles nano?!“ von N. Boeing etwas kryptisch und verheißungsvoll ausdrückt: *„Hier beginnt die künstliche der natürlichen Nanotechnologie, dem Resultat der ersten Genesis, der Evolution des Lebens und der Intelligenz.“*



## **2 EINLEITUNG**

### **2.1 Ausgangssituation**

Die 7. C Klasse mit Laborunterricht bestand aus 28 Schüler/innen mit inhomogener Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft.

Erfahrungen mit Schüler/innen als Tutoren/innen machte ich bereits in Scienceweek - Projekten, bei vorangegangenen Unterrichtsprojekten und an den Informationstagen der Schule.

Ebenfalls gibt es einige IMST - Projekte, bei denen Schüler/innen mehrerer Jahrgangsstufen gemeinsam unterrichtet wurden, wobei auch ältere Schüler/innen den jüngeren Hilfestellung gaben.

### **2.2 Ziele des Projekts**

Neben anderen habe ich folgende drei Ziele verfolgt: zu Überprüfen, wie weit Methodenvielfalt in Form von Tutorentätigkeit der Schüler/innen zu einer Steigerung des Unterrichtsertrags führt, weiters eine dafür optimierte Lernumgebung zu finden, sowie einen Impuls zur „Beobachtung naturwissenschaftlicher Phänomene“ (nach M. Wagenschein) im Bereich der Volksschule zu vermitteln.

#### **2.2.1 Methodenvielfalt**

In Anlehnung an Altrichter und Posch wurde die Tutorentätigkeit als mögliche alternative Form der Unterrichtsgestaltung und Lernmöglichkeit getestet, Voraussetzungen ermittelt und Randbedingungen erfasst, wann und wo Tutorentätigkeit effizient eingesetzt werden kann, wobei die Abhängigkeit von Klassengröße, Art der Experimente, günstiger Zeitpunkt, etc. überprüft und diskutiert werden sollte.

#### **2.2.2 Optimieren der Lernumgebung**

Es wurde untersucht, welche Unterrichtssituationen geschaffen werden können, die die Eigenverantwortlichkeit der Schüler/innen fördern und welche Randbedingungen sind notwendig sind. Weiters wurde hinterfragt, welche Auswirkungen die Fehler haben, die sich aus dem eigenverantwortlichen Verhalten zwangsläufig ergeben.

#### **2.2.3 Frühe Förderung in naturwissenschaftlichen Belangen**

Ein weiterer Schwerpunkt dieses Projektes lag darin, Volksschulkindern die Faszination der Naturwissenschaften zu zeigen und die Bedeutung für das alltägliche Leben und die Gesundheit mit Hilfe chemischer Experimente zu vermitteln.

## 2.3 Lehrplan

Eine explizite Erwähnung der Nanotechnologie im Lehrplan für Chemie am Realgymnasium gibt es nicht, aber eine Beschäftigung mit diesem Thema kann exemplarisch herangezogen werden, um die Bildungs- und Lehraufgaben im Chemieunterricht fast ideal abzudecken.

### Auszug aus dem Lehrplan

#### **Bildungs- und Lehraufgabe:**

Chemische Grundbildung soll mit dem für die Chemie charakteristischen „Zwiedenken“, das im submikroskopischen Bereich Erklärungen für Vorgänge im makroskopischen sucht und findet, vertraut machen.

Die abwechselnde und bedarfsgerechte Anwendung von induktiv orientiertem Hypothesen-Bilden und deduktiv orientiertem Hypothesen-Prüfen hilft dabei.

Dadurch schafft der **Chemieunterricht** die Basis für lebensgestaltende Lernstrategien und fördert über die Schule hinaus die Eigenständigkeit und **Eigenverantwortung** beim Erwerb von Wissen und Kompetenzen wie **Teamfähigkeit, Problemlösekompetenz** und **Kommunikationsfähigkeit** mit Expertinnen und Experten.

Ziel ist der Einblick in die Vielgestaltigkeit und Omnipräsenz chemischer Prozesse:

Planung, Durchführung, Dokumentation und Deutung von **Experimenten** und sicherer Umgang mit den Stoffen stellen einen wesentlichen und unverzichtbaren Bestandteil des Chemieunterrichts dar.

Die minimale Realisierung wird durch gemeinsames Beobachten und Auswerten von Demonstrations- und Schülerexperimenten erreicht. Eine optimale Erfüllung dieser Leitlinie ist die **selbstständige experimentelle Problembearbeitung**.

**Situiert und an Hand authentischer Probleme lernen**, die konkretes fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten erfordern.

#### **In vielfältigen Kontexten lernen**

**Unter multiplen Perspektiven lernen**, die maximale Sichtweise besteht im konkreten Erleben.

**In einem sozialen Umfeld lernen**. Maximal realisieren lässt sich diese Leitlinie durch gemeinsames Lernen und Arbeiten in einer Expertengemeinschaft,

## **3 DURCHFÜHRUNG**

### **3.1 Vorbereitung des Workshops**

Die Schüler/innen erhielten den Arbeitsauftrag, Experimente zu finden, die ihrer Meinung nach für Volksschulkinder interessant wären.

Anregungen wurden geholt von *IFF (Hrsg. 2001 Endbericht zum Projekt IMST<sup>2</sup>)* oder aus dem Internet. Ich suchte ebenfalls nach geeigneten Versuchsanleitungen, zum Beispiel auf der Internetseite der PH-Ludwigsburg. Aber fast alle Vorschläge wurden verworfen und eigene ausgearbeitet. Es mussten, dem Budget entsprechend, low-cost Versuche sein, wie sie nach Viktor Obendrauf (*Chemie und Schule*) beschrieben werden.

#### **3.1.1 Ausarbeitung der Experimente**

Die ausgearbeiteten Vorschläge der Schüler/innen wurden nach folgenden Kriterien evaluiert:

1. Sicherheit
2. Altersadäquatheit
3. Zeitaufwand
4. Kosten
5. Funktionalität

Aus den ca. 20 Vorschlägen für Schülerversuche wurden schließlich zwei ausgewählt.

#### **3.1.2 Feinabstimmung und Testen der Experimente**

Alle Experimente wurden von den Schüler/innen der 7 C Klasse selbständig durchgeführt und auf ihre Tauglichkeit für Volksschüler/innen untersucht. Es wurde der qualitative und quantitative Chemikalienbedarf abgeschätzt, ebenso der Zeitaufwand und eventuell mögliche Zwischenfälle durchgesprochen.

#### **3.1.3 Organisatorischer Ablauf**

Nachdem die Experimente ausgewählt worden waren und Einigung über die Showversuche erzielt worden war, konnten Überlegungen zum chronologischen Ablauf des Besuchsvormittags angestellt werden.

#### **3.1.4 Besprechung einer möglichen Evaluierung**

Für eine kurze Diskussion sorgte die Frage nach den Inhalten, die bei den Volksschulkindern abgefragt werden sollen. Wir einigten uns auf einen Fragebogen mit fachspezifischen und allgemeinen Fragestellungen, der von den Tutoren/innen auf Grund der Antworten der Volksschulkinder ausgefüllt werden sollte.

## 3.2 Organisation der Ausstellung durch die 8D – Klasse

Um einen ersten Eindruck vom Thema „Nanotechnologie“ und „Welt der Atome“ zu erhalten wurde von den Schüler/innen der 8D – Klasse im Ph – Unterricht eine Ausstellung in der Aula vorbereitet. Es wurden 16 Poster zu den Themengebieten gestaltet, sowie Kristallgittermodelle ausgestellt. Weiters wurde das Maskottchen des Projekts, der BORGnano kreiert.



Empfang der Volksschulklassen in der Aula mit einer Ausstellung zum Thema „Nano“

## 3.3 Durchführung des Workshops

### 3.3.1 Begrüßung der Klassen in der Aula

Um den Kindern einen kurzen Überblick zu verschaffen wurden sie durch die Ausstellung in der Aula geführt.



Begrüßung durch den Direktor der Schule

### 3.3.2 Vorstellen des Programms im Chemiesaal

Nachdem die Kinder ihre Plätze im Saal eingenommen hatten, erfolgten eine kurze Unterweisung und eine Vorstellung des Programmablaufs.

### 3.3.3 Vorstellen des Tutor/innenteams

Die wichtigsten Personen waren die Schüler/innen der 7 C- Klasse, die als Tutor/innen fungierten. Sie wurden in der Gruppe vorgestellt.



### 3.3.4 Bekanntgabe der Ziele und Vorstellen von IMST

Um den Umstand zu erklären, dass die Tutor/innen Fragen stellen und sich Notizen machen werden, habe ich die Ziele des Projekts und den Zusammenhang zwischen IMST und Universität Klagenfurt kurz erläutert.



Einleitende Bemerkungen

### **3.3.5 Besprechung der Sicherheit**

#### **3.3.5.1 Verhalten im Chemiesaal**

Da zu erwarten war, dass die Volksschüler/innen hier in der Schule zum ersten Mal mit Chemikalien in Berührung kommen werden habe ich folgende Verhaltensregeln ausgegeben:

*„ Essen und Trinken sind im Saal nicht gestattet. Wer einer Flüssigkeitszufuhr bedarf, muss am Gang trinken.*

*Es dürfen keine eigenmächtigen Experimente durchgeführt werden. Chemikalien und Geräte dürfen nur nach Genehmigung der Tutor/innen verwendet werden.*

*Nach den Versuchen sind die Hände zu waschen.“*

#### **3.3.5.2 Sicherheitseinrichtungen im Saal**

Gezeigt und erklärt wurden folgende Sicherheitseinrichtungen:

Feuermelder

Feuerlöscher

Löschdecke

Augenwaschflaschen

Ganzkörperbrause

NOT-AUS Schalter

(Es erfolgte jeweils eine kurze Erklärung der Position und der Handhabung.)

### **3.3.6 Hinführung zum Thema**

Zunächst erfolgte eine Erklärung: Was sind chemische Reaktionen. Dazu wurden etliche Experimente in Form von Lehrversuchen vorgezeigt.

### **3.3.7 Lehrerversuche**

#### **3.3.7.1 Erläuterung chemischer Abläufe in Form von Experimenten**

##### **3.3.7.1.1 Beispiel: 1 Oxidation von Ethanol mit Luftsauerstoff**

Eine Flüssigkeit, Ethanol wird in verschiedene Gase, (Kohlendioxid, Wasserdampf) und in sehr geringem Umfang auch zu kleinsten Teilchen, Nanoteilchen wie Aerosolen und Kohlenstoffpartikeln umgewandelt.

Das entstehende Wasser wurde physikalisch durch Beschlagen der Glaswand eines kühlen Becherglases nachgewiesen, wobei zur Kondensation wiederum kleinste Teilchen, Nanoteilchen notwendig sind.

Es wurde davon ausgegangen, dass in der Luft im Saal einige tausend Partikel pro  $\text{cm}^3$  im Nanobereich vorhanden sind. Zum Vergleich der Anteil der Nanoteilchen bei der Verbrennung von Dieselmotoren liegt bei ca. 100 000 Teilchen pro  $\text{cm}^3$ .

#### 3.3.7.1.2 Beispiel 2 Knallgasprobe von Wasserstoff in einer Epruvette.

Der aus Wasserstoff entstandene Stoff wurde durch Beobachtung der an der Epruvettenwand kondensierten Flüssigkeit wiederum als Wasser nachgewiesen.

### 3.3.8 Schülerexperimente

#### 3.3.8.1 Flummi

Eine Eigenschaft des mit Polyvinylalkohol und Borsäure hergestellten Flummis ist seine Viskoelastizität. Er springt und zerfließt aber auch sehr rasch, wobei dieses Verhalten auch abhängig ist vom Zusatz unterschiedlicher Menge an Borsäure. Um eine Möglichkeit zur kreativen Gestaltung zu geben, wurde dieser mit Lebensmittelfarbe versetzt.



Als Vergleich wurde eine, auf Silikonbasis erzeugte Knetmasse, vorgestellt.

Die Schüler/innen wurden aufgefordert, verschiedene Experimente anzustellen:

- A Die Sprunghöhe abzuschätzen
- B Das Zerfließen zu beobachten
- C Andere Mischungsverhältnisse auszuprobieren

Aus Beobachtungen der Tutor/innen ging hervor, dass bei diesen Versuchen ein sehr großes kreatives Potenzial vorhanden war, was Farbmischungen, Kombination verschiedener Größen und Untersuchungsmethoden betraf.

### 3.3.9 Analyse von Farbstoffgemischen

Chromatographie von Schokolinsen – Farbstoffen und von Filzstiften.

Als Chromatographiepapier wurde in Streifen geschnittenes Filterpapier bzw. Kaffeefilterpapier, das von den Tutor/innen vorgefertigt wurde, verwendet. Die Volksschüler/innen erhielten zunächst die Aufgabe, mit möglichst wenig Wasser, die Farbstoffe von den Schokolinsen zu lösen, dann die Farbstofflösungen mittels Kunststoffpasteurpipetten auf das Filterpapier zu trans-



ferien und dieses, befestigt an einen Holzspan, in ein leeres Becherglas zu hängen. Diese Teilaufgabe wurde von praktisch allen Volksschüler/innen gut bewältigt.

Äußerst schwierig gestaltete sich die Aufgabe, das Laufmittel, Leitungswasser in das Becherglas zu füllen, damit das Filterpapier gerade noch eintaucht. Hierbei musste das Tutorenteam oft eingreifen.



Das Ergebnis dieser Chromatographie war eher sehr dürftig, meist wurden verwaschene Flecken erhalten. Der Hinweis von R. Becker in Chemie und Schule, dass Schokolinsen von M& M besser geeignet wären kam etwas zu spät. Dennoch war dies ein schönes Demonstrationsbeispiel, dass in der Praxis viele Versuche ähnlich verlaufen. Als Belohnung der Volksschüler/innen war

vorgesehen, dass sie eine Schokolinse ausnahmsweise essen durften.

Damit die Volksschulkinder sehen konnten, wie eine Chromatographie gut verläuft, durften diese ein weiteres Filterpapier mit Farbpunkten von wasserlöslichen Filzschreibern präparieren. Das Ergebnis dabei war eine wunderschöne Trennung in die einzelnen Farbstoffkomponenten.

### 3.3.10 Chemiebaukasten

#### 3.3.10.1 Einsatzmöglichkeiten

- **Methodenvielfalt**

Eine ausgezeichnete Methode, um sich die Moleküle vorzustellen ist nicht die Formel, sondern das dreidimensionale Modell. Es gibt zwar Computerprogramme, die Moleküle dreidimensional darstellen, aber die Phase des räumlichen Aufbaus, das Erfolgserlebnis, die Möglichkeit es taktil zu erfahren, kann nur mit dem Baukasten erfolgen.

Auf einem Aufgabenblatt erhielten die Schüler/innen den Auftrag, verschiedene Verbindungen wie Wasser, Erdgas, Traubenzucker nach vorgegebener Summenformel nachzubauen. Am Ende des Blattes folgte ein



Quiz, wobei das Kalottenmodell von Wasser und Traubenzucker vorgegeben war, und das Molekül erkannt werden sollte.

- **Motorische Komponente**

Wie beim Experiment, empfinde ich die Möglichkeit motorisch Aufgaben zu bewältigen, als essentiell und viel zu wenig genutzt. Sehr leicht sind adäquate Aufgabenstellungen für jede Altersgruppe zu finden und mit geringem Zeitaufwand individuell zu absolvieren.

- **Zeitlicher Puffer**

Da bei Experimenten und bei eigenständigen Lernphasen mit einer unterschiedlichen Zeitspanne für die Absolvierung zu rechnen ist, müssen im Sinne der Zeitökonomie eine oder mehrere Zusatzaufgaben oder Übungsphasen eingeplant werden.

Die Aufgaben bestanden darin, Moleküle und im Besonderen bestimmte Wasserstoffverbindungen aufzubauen.

- **Sozialer Aspekt**

Besonders interessant war die Tatsache, dass die Baukästen nicht genug Atome enthielten, so dass mit anderen Bastlern/innen kommuniziert und getauscht werden musste.

Diesen sozialen Aspekt empfinde ich als besonders wertvoll, sodass ich den Chemiebaukasten in allen Schulstufen in Chemie einsetze.



### 3.3.11 Showversuche

Um die Faszination chemischer Versuche zu unterstreichen wurden noch zahlreiche Showversuche durchgeführt. Hier zum Thema passend die Kondensation von Wasserdampf an Kondensationsteilchen mit Trockeneis.

Die Kondensation von Flüssigkeiten wird zur Bestimmung von Feinstaub (Ultrafine Particles) verwendet.



# 4 EVALUATION

## 4.1 Methoden

Fragebogen, Beobachtung, Blitzlicht, Interview.

Der Schwerpunkt in der Evaluation lag bei der 7 C Klasse in der Auswertung zweier Fragebögen. Einer wurde unmittelbar nach dem Ende des Workshops im Oktober durchgeführt, der zweite im Juni. Beide enthielten fast identische Fragen. Besonderes Augenmerk wurde auf den Inhalt des freien Antwortteils gelegt, da sich der Projektleiter besondere relevante Rückschlüsse für die Durchführung weitere Projekte und Aufnahme in den Regelunterricht erhoffte.

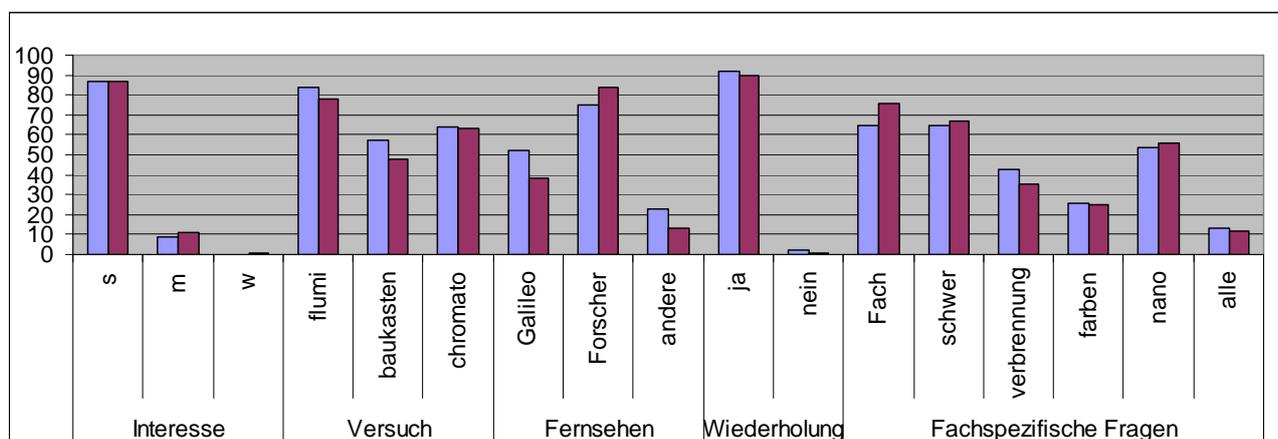
Für eine Kurzinformation zum Projekt wurde in der Klasse vor dem Projektbeginn, zwischendurch und unmittelbar nachher die Meinung der Klasse in Form einer Blitzlichtanalyse eingeholt.

Ebenfalls nach dem experimentellen Teil wurde vom Projektleiter mit drei Schüler/innen ein Interview geführt, um Details zur sozialen Interaktion während des Projektverlauf und auch nachher, zu erhalten.

Mit den Volksschullehrerinnen wurde während der Experimentierphase der Klasse ein kurzes Interview durchgeführt, um die Bereitschaft zum Experimentieren und um die Einstellung zu solchen Projekten auszuloten.

Bei den Volksschulkindern erfolgte die Evaluierung mittels Fragebogen und durch Beobachtung durch die Tutor/innen, die ihre Wahrnehmungen in einem für Bemerkungen vorgesehenen Bereich im eigenen Fragebogen als auch in dem für die Volksschulen vorgesehen mitteilen konnten.

## 4.2 Ergebnisse und Grafiken der Evaluierung unter den Volksschulkindern



#### 4.2.1 Diskussion der Ergebnisse der Volksschulkinder im Detail

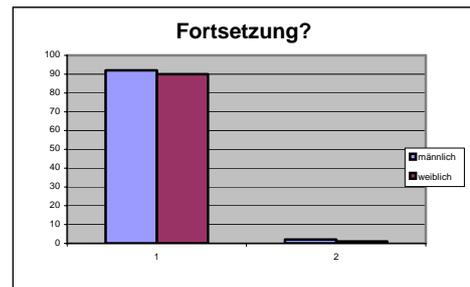
Bei den Volksschulkindern herrscht eine ausgezeichnet gut Grundstimmung zu solchen Projekten, wobei für mich kein signifikanter Unterschied zwischen Mädchen und Burschen festzustellen ist.

#### 4.2.2 Fortsetzung dieses Workshops

Hier gibt es fast nur positive Rückmeldungen. Die Kinder sind begeistert und wünschen sich eine Fortsetzung (98%)

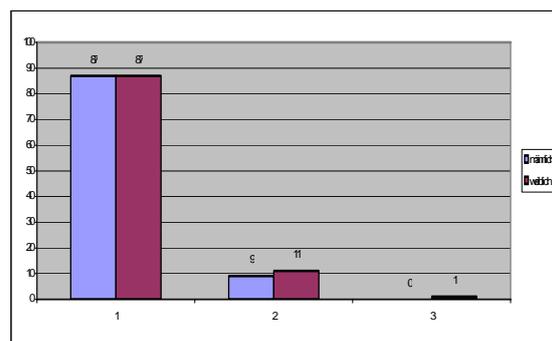
blau: männlich, rot: weiblich

1 Fortsetzung, 2 keine Fortsetzung



#### 4.2.3 Interesse

Die Beobachtung der Volksschulkinder durch die Tutor/innen ergab, dass nur ein einziges Kind sehr geringe Mitarbeit zeigte, während 91% begeistert mitmachten und nur 9% mittelmäßiges Engagement zeigten.



#### 4.2.4 Genderaspekt

In keiner der einzelnen Fragen konnte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Im Gegenteil, die Ergebnisse der Mädchen und Burschen stimmen meist bis auf wenige Prozentpunkte überein. Aus der langjährigen Beobachtung der Mädchen und Burschen im Physik- und Chemieunterricht besteht die Vermutung, dass sich ein genderspezifisches Verhalten in den Naturwissenschaften erst im Laufe der Pubertät und danach einstellt.

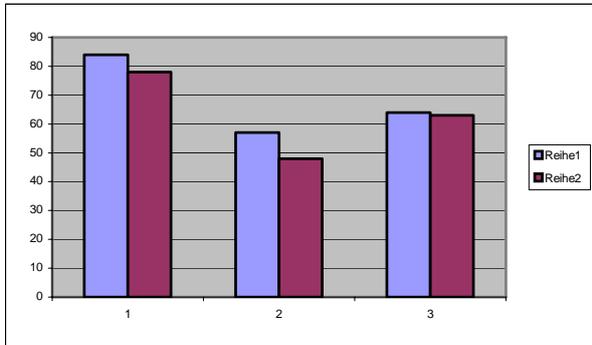
#### 4.2.5 Fachspezifische Fragen

Von allen Volksschüler/innen konnten alle fachlichen Fragen ca. 15% beantworten.

Der Schwierigkeitsgrad der Fragestellungen umfasste sehr einfache bis zu, für Volksschüler/innen. relativ schwierig, da fachspezifisch.

## 4.2.6 Wissenschaftliche Sendungen

Bei der Analyse der Bekanntheit von wissenschaftlichen Sendungen im Fernsehen, lässt sich bei 90% ein großes Interesse für Naturwissenschaften ableiten. Genderspezifisch gibt es aber geringe Unterschiede was die Sendungen betrifft.



## 4.2.7 Bewertung der Experimente

Die Experimente mit dem Flummi (1) gefielen am besten, gefolgt von der Chromatographie (3) und dem Chemiebaukasten (2).

## 4.3 Ergebnisse der Evaluierung in der 7C-Klasse -Juni

### Allgemein

Das Projekt im Allgemeinen wurde von den Schüler/innen in den Blitzlichtanalysen beziehungsweise Kurzinterviews während des Projektablaufs gut bis mittel beurteilt.

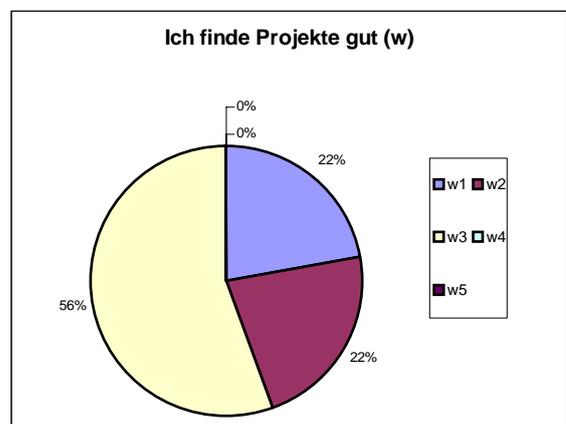
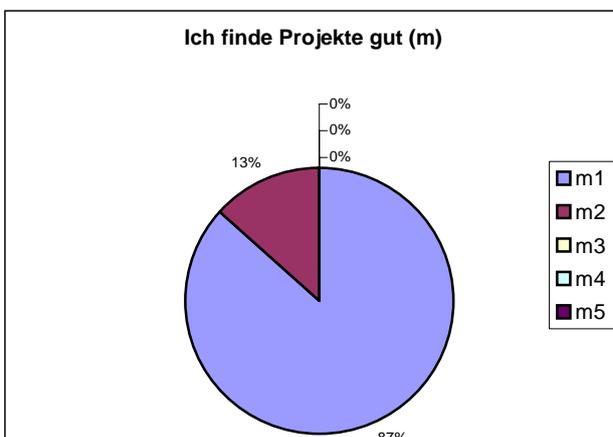
### 4.3.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede

Bei manchen Fragestellungen gibt es kaum Unterschiede, bei anderen doch wesentliche.

Legende: Blau-hohe Zustimmung Rot-Zustimmung Gelb-Mittel Türkis-Ablehnung Violett-hohe Ablehnung

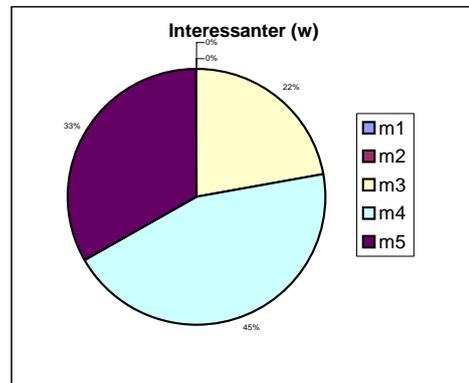
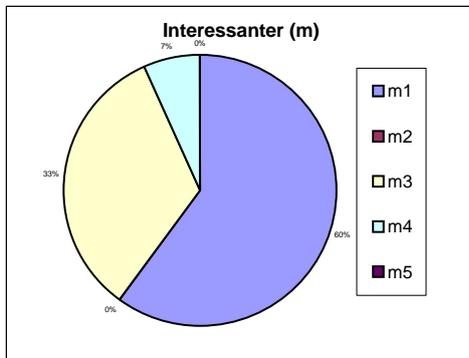
#### 4.3.1.1 Frage 1: Bereitschaft zu Unterrichtsprojekten:

Ein überwiegender Anteil der Burschen findet Projekte sehr gut (87 %, 13 % gut). Etwa die Hälfte der Mädchen beurteilen Projekte als gut, bis sehr gut, die anderen eher mittel.



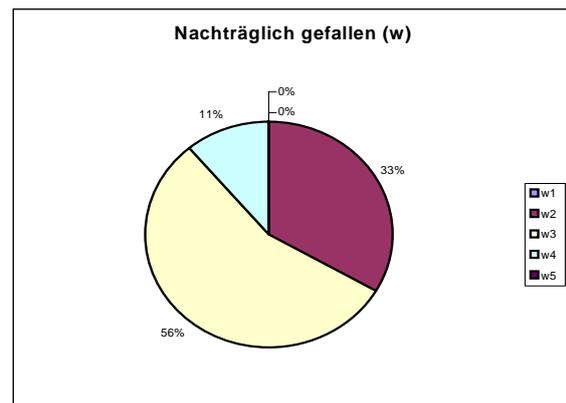
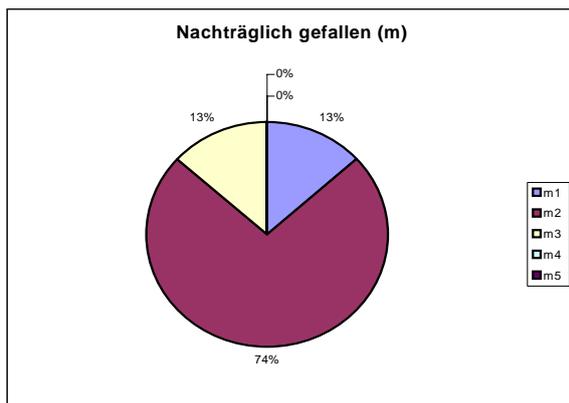
### 4.3.1.2 Frage 2: Chemie wird durch Projekte interessanter

Bei den Burschen finden nur 7% der Teilnehmer den Chemieunterricht durch dieses Projekt nicht interessanter.



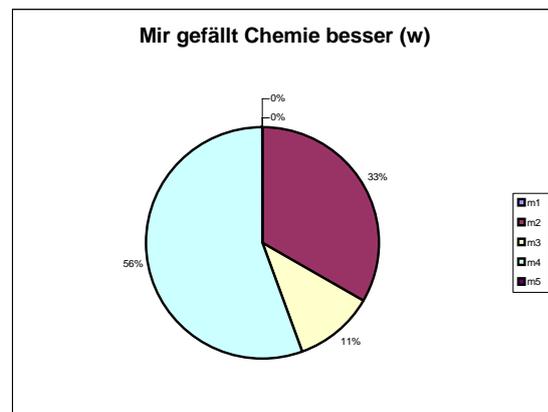
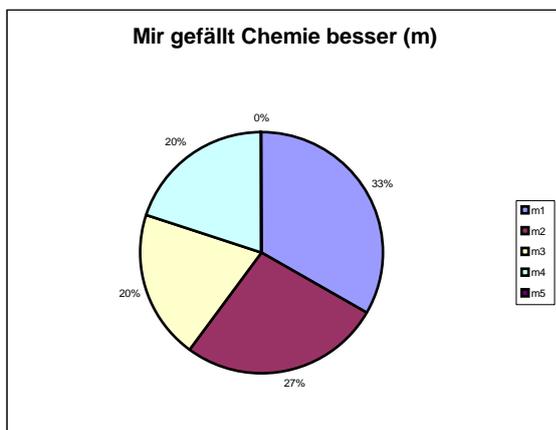
### 4.3.1.3 Frage 3: Wie hat das Projekt gefallen

Burschen finden das Projekt mit 87% gut bis sehr gut, die Mädchen 33%.



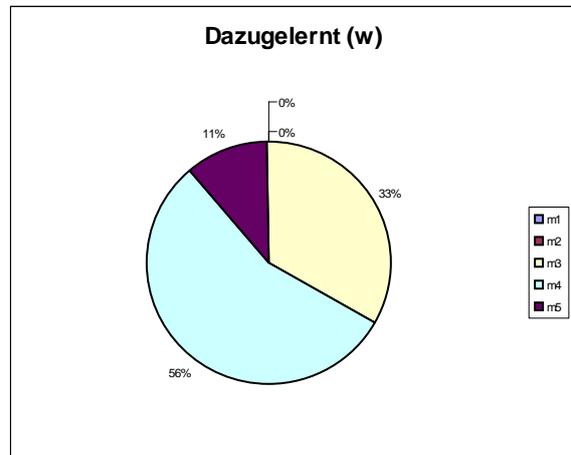
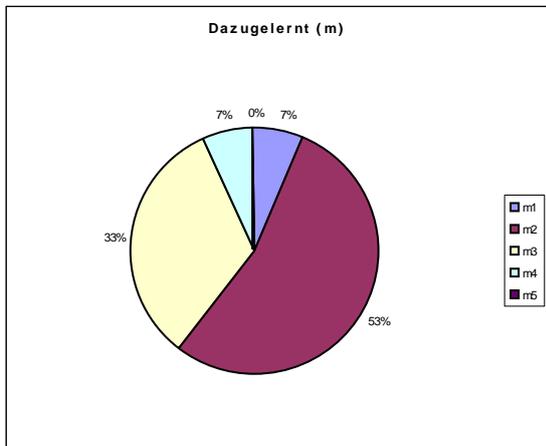
### 4.3.1.4 Frage 4: gefällt Chemie durch dieses Projekt besser

Zustimmung bei den Burschen (sehr gut und gut) 60%, bei den Mädchen 33%.

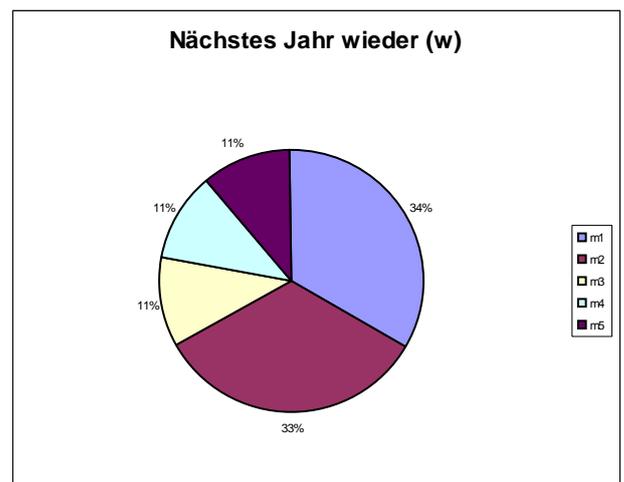
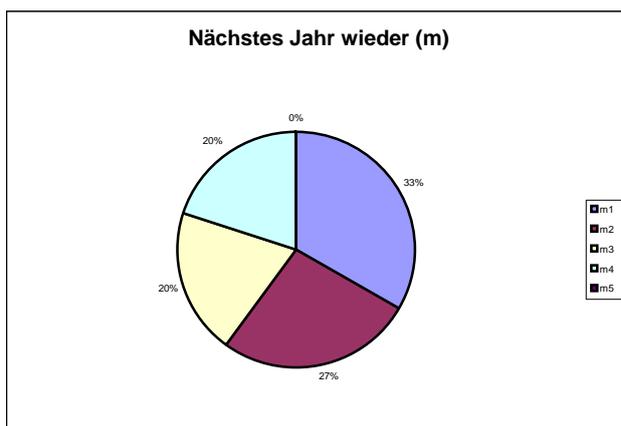


### 4.3.1.5 Frage 5: Habe durch dieses Projekt dazugelernt

Burschen (sehr viel, viel) 60%, Mädchen 0%.



### 4.3.1.6 Frage 6: Möchte nächstes Jahr wiederum solch ein Projekt durchführen



Burschen wünschen zu 20% **keine Wiederholung** des Projekts, Mädchen zu 22%.

## **4.3.2 Anmerkungen auf den Evaluationsbögen der 7C**

### **4.3.2.1 Persönliche Kritikpunkte der Schüler/innen:**

Viele verspürten eine gewisse Frustration da keine unmittelbare Belohnung der Aktivität der Schüler/innen vorgesehen war

Sie erlebten eine Überforderung, da zwischen dem vorhergegangenen Biologieprojekt und diesem nur ein Zeitabstand von 2 Wochen war.

Es gab demotivierende Bemerkungen der anderen Klassenlehrer/innen

Die Arbeit der Schüler/innen wurde von den anderen Lehrkräften zu wenig geschätzt

### **4.3.2.2 Inhaltliche Kritikpunkte**

Die Versuche sollten mehr Anweisungen vorgeben.

Manche Volksschulkinder waren schwierig und konnten sich nicht konzentrieren

Relativ viele Volksschüler/innen können nicht genügend Deutsch

Einige Volksschüler/innen haben zu wenig Grundwissen

## **4.4 Diskussion der Ergebnisse der Auswertung**

Die größten genderspezifischen Unterschiede ergeben sich bei den Fragen 2 bis 5.

78% der Mädchen finden den Chemieunterricht durch solche Projekte nicht interessanter im Vergleich zu den Burschen mit 7%. Oder was die Einschätzung, des Lernertrages betrifft, haben die Mädchen zu 0%, die Burschen zu 60% dazugelernt.

Der Projektleiter ist allerdings der Meinung, dass der Lernertrag außerordentlich groß war.

Aus der Beobachtung ergaben sich folgende Schlussfolgerungen für diese scheinbare Diskrepanz:

Eine Ursache scheint in der Auslegung der Bedeutung „dazulernen“ zu sein. Für die Mädchen der 7 C scheint arbeiten im Team und Selbstorganisation keine große zusätzliche Bedeutung zu haben, bei den Buben schon.

Wie auch aus den Interviews hervorgeht, wünschen Mädchen eine straffe vorgegebene Planung und strikte Aufgabenstellung und Aufgabenverteilung. Aufgaben, die eine selbständige Entscheidungsfindung voraussetzen, wo die Möglichkeit besteht, Fehler zu machen, und wo der Ausgang der Experimente nicht ganz so gewiss erscheint, sind sehr unbeliebt. Mädchen sind anscheinend perfektionistischer.

Den Burschen kommt eine Situation mit eher offenem Ausgang mit etwas Nervenkitzel weit mehr gelegen.

Interessant und diametral entgegengesetzt zur Bewertung der vorhergehenden Fragen ist die Antwort auf die Frage, ob wiederum solch ein Projekt durchgeführt werden soll. Schüler beiderlei Geschlechts sind etwa zu 80% dafür.

## **4.4.1 Konsequenz**

### **4.4.1.1 Aus der Auswertung der Fragebögen und der Interviews der Schüler/innen ergeben sich für einen für die Schüler/innen psychologisch befriedigenderen Verlauf bei weiteren Projekten dieser Art folgende zwingende Konsequenzen für die eigenen Schüler/innen und die Kollegenschaft:**

1. Bessere zeitliche Koordination der Projekte durch den Klassenvorstand und Administration (schriftliche Information!) Innerhalb von 2 Monaten sollten nicht 2 große Projekte durchgeführt werden.
2. Die Mehrarbeit der Schüler/innen in Folge der Projekte muss sich in irgendeiner Form in einer Belohnung niederschlagen. Dass nachträglich Freikarten für einen Kinobesuch von der Direktion ausgegeben wurden, kam zu spät. Die Berücksichtigung in der Semesternote kommt viel zu spät.
3. Nicht nur der Projektleiter, sondern auch der Herr Direktor sollte persönlich für dieses gelungene Projekt anerkennende Worte aussprechen.
4. Alle anderen Klassenlehrer/innen sollten der Klasse gratulieren und keinesfalls den Ertrag des Projekts durch negative Bemerkungen wie der Hinweis auf entfallene Stunden, trüben.
5. Der Projektleiter sollte in einer vorhergehenden Konferenz die Kollegen/innen zu einem kollegialen, motivierenden Verhalten sowohl dem Projektleiter, als auch den Schüler/innen gegenüber auffordern.
6. Auch wenn die eine oder andere Zielsetzung nicht ganz so beliebt erscheint, wie die Selbstorganisation oder die eigenständige und selbstverantwortliche Entscheidungsfindung, sollten Projekte in dieser Form dennoch durchgeführt werden. Hier sollte der Lernfaktor eine höhere Priorität besitzen als der Spaßfaktor. Allerdings sollten die Schüler/innen vorher besser über alle Zielsetzungen des Projektes informiert werden.
7. Die Eigenverantwortlichkeit und die sozialen Kompetenzen sollten ständig in kleinerem Rahmen im Unterricht trainiert werden.

### **4.4.1.2 Auswirkungen für die Volksschulkinder**

Für Volksschüler/innen bieten solche Experimentiermöglichkeiten mit tutorialer Hilfe, auch wenn sie nicht so gut Deutsch sprechen, eine ausgezeichnete Möglichkeit der Förderung.

Selbst bei Integrationsschüler/innen konnten bei gewisser individueller Rücksichtnahme keine wesentlichen Unterschiede beobachtet werden.

## 4.5 Diskussion der Ergebnisse aus der Befragung und Beobachtung der Volksschullehrer/innen

### 4.5.1 Ablauf aus Sicht der Volksschullehrer/innen

Die Volksschullehrerinnen waren begeistert von der Möglichkeit, mit den Schülern/innen am Projekt teilzunehmen, sie lobten den straffen Arbeitsablauf und das Engagement der Tutoren/innen.

#### 4.5.1.1 Nachhaltigkeit

Viele Volksschullehrerinnen haben ein sehr starkes Interesse bekundet, bei der nächsten für sie passenden Gelegenheit wieder eingeladen zu werden.

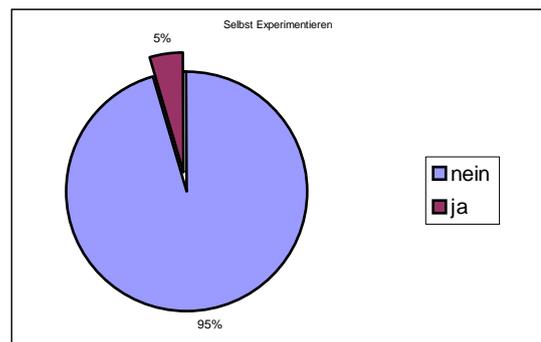
Die Direktionen bekundeten bereits wieder reges Interesse für eine Wiederholung des Workshops im nächsten Jahr.

Volksschullehrerinnen aus anderen Orten haben ebenfalls angefragt, ob auch sie einmal zu solch einem Workshop eingeladen werden.

#### 4.5.1.2 Bereitschaft selbst zu experimentieren

Als Reserve wurde ein Arbeitsplatz mehr vorbereitet als Schüler/innen vorgesehen waren. An diesen Platz wurden nun die Volksschullehrerinnen eingeladen, selbst zu experimentieren.

Die Bereitschaft selbst an den vorbereiteten Arbeitsplätzen zu experimentieren war nur bei einer Lehrerin vorhanden. (ca. 5%).



Typische Antworten:

Ich muss mich um die Kinder kümmern.

Wir Volksschullehrer können das nicht.

Wir haben in der Volksschule nicht die nötige Ausrüstung

Wir sind dafür nicht ausgebildet

### 4.5.2 Interpretation

Die Volksschullehrer/innen zeigen Interesse an naturwissenschaftlichen Experimenten, wollen aber kaum selbst solche durchführen. Selbst eine ausdrückliche Einladung dazu ist nicht ausreichend.

### **4.5.3 Konsequenz**

1. Naturwissenschaftliche Experimente sollen bereits in der Ausbildungsphase der Volksschullehrer/innen stattfinden.
2. Laufend Fortbildungsangebote für naturwissenschaftliche Experimente im low-cost Sektor
3. Verstärkte Zusammenarbeit mit Hauptschulen oder AHS
4. Low-cost Versuche können zur Erläuterung naturwissenschaftlicher Phänomene sehr gut auch in der Volksschule eingesetzt werden.

## **4.6 Vergleich der Ergebnisse der Evaluierung in der 7C-Klasse Juni-Oktober**

Ein Vergleich der Ergebnisse mit den im Oktober erhaltenen zeigt, das der Workshop bei der Befragung im Juni deutlich besser (ca. 30%), besonders bei den Buben, beurteilt wird.

## **4.7 Auswertung der Fragebögen**

Bei der Evaluation der Fragebögen wurden etwa 1500 Einzeldaten und freie Antworten erhalten. Die Eingabe in den Computer erfolgte mit einer Informatikklasse, der 2D Klasse. Dies war ideal als praktische und sinnvolle Übung zur Tabellenkalkulation, wobei sie neben der verantwortungsvollen Tätigkeit der korrekten Eingabe und Zuordnung zu Klassen und Fragen neben der Autosumme auch die Funktionen „und“ und „Zählewenn“ und die grafische Darstellung mit Balkendiagramm und Prozentkreis benutzten.

# 5 REFLEXION UND AUSBLICK

## 5.1 Unterrichtsstil und Professionalisierung

Veränderungen in der Gesellschaft wie vernachlässigte Förderung der Kinder in den Familien, unterschiedliche Werthaltung und andere ökosoziale Faktoren bedingen eine ständige Anpassung des Unterrichts und Unterrichtstils an die neuen Gegebenheiten, wie zum Beispiel der Einsatz alternativer Lehrmethoden. Wichtig wäre eine ständige Analyse, um rechtzeitig als Lehrer reagieren zu können.

## 5.2 Projekt und Zeitmanagement

Die Abwicklung von Projekten bedingt einen großen Lerneffekt für alle Beteiligten.

Durch die jeweils sich ändernden Situationen ergeben sich Lerneffekte, die vorher nicht abzuschätzen sind.

Der Zeitplan wurde durch die Vorgaben von Seiten der Besucherklassen voll eingehalten, es ergab sich ein straffer Projektablauf.

## 5.3 Nachhaltigkeit

### 5.3.1 Allgemein

Kleine Veränderungen in einem großen Lehrkörper können in dem komplexen System Schule große Wirkungen zeigen. Eine zentrale Bedeutung besitzt die Kommunikation zur Administration, Direktion und Kollegenschaft.

Primär müssen zunächst Kommunikationsstrukturen erarbeitet und gelegt werden.

Werden Projekte dieser Art fortgeführt und auch in anderen Gegenständen abgehalten, ist mit einer nachhaltigen internen Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Schule und des gesamten Schulprofils zu rechnen, wobei tiefgreifende Umstellungen an der Schule bereits begonnen haben.

### 5.3.2 Nachhaltigkeit an der Schule

Geplant sind:

1. Setzen von Maßnahmen zu einem verstärkten kollegialeren Umgang der Lehrer/innen miteinander.
2. Intensiveres Eingehen auf die Bedürfnisse der Schüler/innen.
3. Bessere Motivation der Schüler/innen
4. Weiterentwicklung von Unterrichtsprojekten auch in anderen Fächern.

### **5.3.3 Unterrichtsertrag**

Der Einsatz von Schüler/innen als Tutoren stellt eine sehr interessante Unterrichtsgestaltung dar, um viele Sozialkompetenzen, Lernerfahrungen und Einsichten in viele Bereiche der Schule und Schulumwelt zu gewinnen.

Für die Tutorenklasse würde eine Wiederholung dieser Arbeitsweise ebenfalls zu einer weiteren Professionalisierung führen.

### **5.3.4 Nachhaltigkeit im Schulsystem**

Angestrebt wird eine verbesserte frühe Hinführung der Volksschulkinder, oder sogar vorher der Kindergartenkinder zu einer vermehrten Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen.

## **5.4 Genderaspekt**

Die Interpretation der Fragebögen der Volksschüler/innen lässt keinen Unterschied zwischen Mädchen und Burschen was Interesse, und Experimentierfreudigkeit betrifft erkennen. Hier scheint die „*Ununterscheidbarkeit der Geschlechter*“ (nach Lorber) in den Naturwissenschaften noch vorhanden zu sein.

Bei den Schüler/innen der 7 C- Klasse gibt es klare Unterschiede.

Der Zeitpunkt und die Ursachen und die Konsequenzen müssten systemspezifisch erforscht werden, wobei viele Hinweise bereits vorliegen.

## **5.5 Mediale Präsenz**

Von dem Projekt wurde in den lokalen (Gratis -) Zeitungen, der NÖN und in der NÖ – Ausgabe des Kurier berichtet.

### **5.5.1 Lokalzeitungen**

In vielen Bezirken Niederösterreichs ist es zur Gewohnheit geworden, dass ständig (oft wöchentlich) über das Schulleben einer bestimmten Schule in den lokalen Zeitungen berichtet wird. Ob Schikurs, Lehrausgang, Sprachwoche, Maturaball, Berichte zu jedem Thema sind möglich.

Damit ergibt sich daher umso dringender die Notwendigkeit, die Bevölkerung der näheren Umgebung zu informieren, umso zwingender, wenn es sich um ein großes Projekt aus dem Bereich der Naturwissenschaften handelt, das zusätzlich noch eine innovative Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts wie in Chemie darstellt.

Für schulfremde Fachkollegen ergibt sich damit auch die Möglichkeit, sich Anregungen zu holen und ihren eigenen Unterricht selbstkritisch zu hinterfragen.

Veröffentlichungen fanden statt im Kurier, NÖ- Nachrichten und weiteren „Gratisblättern“.

Im Anhang ist ein Artikel aus dem Kurier zu finden.

### 5.5.2 Übergeordnete Dienstbehörde

Bei diesem Projekt wurden auch die Bezirksschulinspektoren, Landesschulinspektor, etc. eingeladen.

Landesschulinspektor Univ. Doz. Dr. Losek nahm sich Zeit, um sich ein Bild von diesem Projekt zu machen.

Im Bild der Direktor,  
der Projektleiter  
und der LSI Dr. Losek.



### 5.5.3 Jahresbericht

Für Kolleg/innen, Schüler und Eltern der eigenen Schule besteht die Möglichkeit sich im Jahresbericht über dieses Projekt zu informieren.

### 5.5.4 Schulhomepage

Zahlreiche Projekte werden auf der Schulhomepage veröffentlicht.

Dieses Projekt kann unter folgendem Link eingesehen werden:

<http://www.borgstpoelten.ac.at/borg/> -> Projekte -> 2000-2008

## 6 LITERATUR

- MEYER, Hilbert (2004) Was ist guter Unterricht? Cornelsen Verlag Springer
- KRAINER, Konrad et al. (4/2004) Lernende Schule, Seelze:Friedrich
- ANTON, Michael, Chemiedidaktische Unterrichtsforschung
- BECKER, Ralf , (2008) Analyse von Schokolinsen, Chemie und Schule, Salzburg
- OBENDRAUF, Viktor (1998). Die Wasserzerlegung. Chemie und Schule, Salzburg
- ACKERL, B., LANG, C. & SCHERZ, H. (2001). Fächerübergreifender Unterricht mit experimentellem Schwerpunkt am Beispiel NWL BG/BRG Leibnitz. MS Pilotprojekt IMST<sup>2</sup> 2000/01.
- ALTRICHTER,H. & POSCH, P. (1998). Lehrer erforschen ihren Unterricht. Eine Einführung in die Methoden der Aktionsforschung. Dritte erw. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- KÜHNELT, H. (2002). Physikalische Grundbildung – eine Annäherung in Beispielen. In: Krainer, K., Dörfler, W., Jungwirt, H., Kühnelt, H., Rauch, F., Stern, Th. (Herg.). Lernen im Aufbruch: Mathematik und Naturwissenschaften. Pilotprojekt IMST<sup>2</sup>. Innsbruck, Wien, München, Bozen: StudienVerlag.
- IFF (Hrsg.) (2001). Endbericht zum Projekt IMST<sup>2</sup> – Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching. Pilotjahr 2000/01. Klagenfurt : Im Auftrag des BMBWK.
- WAGENSCHHEIN M. (1975), Verstehen lernen, Genetisch-sokratisch-exemplarisch, Weinheim
- HÖTTECKE D. ,(2001)Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen, Studien zum Physiklernen Bd. 16 Logos Berlin
- RUSTEMEYER R., (2004)Einführung in die Unterrichtspsychologie
- HÖSSLE C. et al., (2004) Lehren und lernen über die Naturwissenschaften, Schneider Verlag
- HÄUSSLER P. et al, (1998) Naturwissenschaftsdidaktische Forschung Perspektiven für die Unterrichtspraxis, Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel
- Memorandum zur Situation des Chemieunterrichts an österreichischen Schulen Chemie und Schule (2001) Nr. 3
- KREIENBAUM M. & URBANIAK T. ,(2006) Jungen und Mädchen in der Schule, Cornelsen
- NENTWICH J., (2004)Die Gleichzeitigkeit von Differenz und Gleichheit, U.Helmer Verlag
- FAUSTICH-WIELAND Hannelore, (1991) Koedukation – Enttäuschte Hoffnungen? Wissenschaftliche Buchgesellschaft
- LORBER Judith, (2003) Gender-Paradoxien, Leske + Budrich
- CASASSA et al, (1986) The Gelation of Polyvinyl Alcohol with Borax, J. Chem. Educ., 63
- HARTMANN Uwe, (2006) Nanotechnologie Elsevier
- BOEING Niels, (2006) Alles Nano?! RoRoRo
- BROOKER, Richard BOYSEN Earl, (2006), Nanotechnologie für dummies Wiley

Internetadressen:

<http://www.physik.ph-ludwigsburg.de/physikonline/info/multicode/multicode1.html>  
(05.06.2007).

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

Sonstige Quellen:

IFF (Hrsg.) (2001). Endbericht zum Projekt IMST<sup>2</sup> – Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching. Pilotjahr 2000/01. Klagenfurt : Im Auftrag des BMBWK. IFF.