



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

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

---

# **CHEMIE AUS DEM KOFFER**

**ID 543**



**Wilhelm Pichler  
Abteigymnasium Seckau**

**Evelyn Haas (HS Ursulinen Graz)  
Rosina Haider (HS Anger)  
Stefan Pöllabauer (HS Anger)  
Alice Pietsch (GYM/ORG Ursulinen Graz)  
Eva-Sigrun Freytag (Evaluation)  
Daniela Huber (Evaluation)**

Seckau, Juli 2007

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
1.1 Ausgangssituation.....	5
<b>2 ZIELE DES PROJEKTS</b> .....	<b>6</b>
2.1 Entwicklung des Chemiekoffers .....	6
2.2 Erprobung des Chemiekoffers .....	6
2.3 Veränderung des Zugangs zur Chemie .....	6
2.4 Zusammenarbeit mit der Universität .....	7
<b>3 PROJEKTBECHREIBUNG</b> .....	<b>8</b>
3.1 Planung.....	8
3.2 Bau des Chemiekoffers.....	8
3.2.1 Entwicklung der Materialien .....	8
3.2.2 Aufbau und Test der Experimente .....	9
3.2.3 Erstellung der Beschreibung der Experimente .....	9
3.3 Besprechungen mit den Teilnehmer/innen des Projekts.....	9
3.4 Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Graz .....	10
3.4.1 Univ.-Prof. Uhlig: Zusammenarbeit „Chemiekoffer“ .....	10
3.5 Durchführung und Erprobung.....	11
<b>4 ERGEBNISSE</b> .....	<b>12</b>
4.1 Zusammenfassung.....	12
4.2 Methode .....	13
4.2.1 Untersuchungsplan .....	13
4.2.2 Untersuchungsteilnehmer/innen .....	13
4.2.3 Untersuchungsmaterial .....	13
4.3 Fragestellungen .....	15
4.3.1 Hauptfragestellung 1 .....	15
4.3.2 Hauptfragestellung 2.....	15
4.3.3 Nebenfragestellung.....	15
4.4 Hypothesen.....	15

4.4.1	Hypothese zur Hauptfragestellung 1 .....	15
4.4.2	Hypothese zur Hauptfragestellung 2.....	15
4.5	Ergebnisse aus den Fragebögen .....	16
4.5.1	Berechnete Gruppenunterschiede in der Vor – und Nacherhebung .....	16
4.5.2	Ergebnisse der Intervention Chemiekoffer - Allgemeines Lineares Modell ....	17
4.5.3	Berechnete Gruppenunterschiede innerhalb der Experimente .....	18
4.5.4	Berechnete Gruppenunterschiede in der Vor- und Nacherhebung bei den Chemielehrer/innen.....	22
4.5.5	Meinung der Chemielehrer/innen zu den Experimenten .....	25
4.6	Durchführungs- und Ergebnisberichte der Lehrer/innen .....	27
4.6.1	Durchführung und Erprobung – Evelyn Haas.....	28
4.6.2	Durchführung und Erprobung – Rosina Haider .....	28
4.6.3	Durchführung und Erprobung – Stefan Pöllabauer .....	30
4.6.4	Durchführung und Erprobung – Alice Pietsch .....	31
<b>5</b>	<b>REFLEXION UND AUSBLICK .....</b>	<b>35</b>
5.1	Reflexion .....	35
5.1.1	Resümee.....	36
5.2	Ausblick.....	38
<b>6</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>40</b>

## ABSTRACT

*“Chemie aus dem Koffer” steht für die Idee, den Chemieunterricht für Schüler/innen aus der Sekundarstufe I auf experimenteller Basis zu unterstützen. Es soll dabei darauf geachtet werden, dass der Bezug zum Alltag immer im Vordergrund steht. Die Materialien sollen zum größten Teil für den Schüler, die Schülerin bekannt sein. Eine wichtige Vorgabe ist es aber auch, dass alle Materialien und Utensilien in einem Koffer Platz finden sollen und dieser fernab von allen Vorteilen des Chemiesaals funktionieren soll. Dadurch wird es besser möglich, die Chemie als einen Bestandteil des Alltags zu sehen.*

*In der Erprobung des Koffers waren über 100 Schüler/innen beteiligt und man kann resümierend durchaus von einer Motivationssteigerung für den Chemieunterricht sprechen.*

Schulstufe: Sekundarstufe I  
Fächer: Chemie  
Kontaktperson: Wilhelm Pichler  
Kontaktadresse: 8732 , Seckau 116

# 1 EINLEITUNG

Wenn man der Meinung ist, dass Experimente für das Verständnis und die Motivation im Chemieunterricht wichtig sind und daher unbedingt dazu gehören, stellt sich rasch die Frage: Wie setze ich die experimentelle Komponente im Unterricht um? Diese Frage war für mich der Schwerpunkt in diesem Projekt. Nicht in allen Schulen ist gewährleistet, dass die Ausstattung experimentellen Unterricht ermöglicht. Ein weiterer Aspekt sollte sein: Die Schüler/innen sollten so viel wie möglich Freiraum zum selbstständigen Experimentieren bekommen. Um all diese Überlegungen im Unterricht umsetzen zu können, bedarf es aber oft einer teuren und vielfältigen Ausstattung. Aus diesem Grund wurde ein „Chemiekoffer“ entwickelt, der grundsätzlich als „Schüler/innenkoffer“ gedacht ist. Natürlich kann er auch als Demonstrationskoffer verwendet werden. Dem Koffer ist eine Anleitung beigelegt, mit der es den Schüler/innen möglich sein sollte, die einzelnen Experimente eigenständig durchzuführen. Das ist ja im Prinzip nichts Neues. Neu ist aber, dass die grundlegendsten Experimente der Sekundarstufe I in einem einzigen Koffer verpackt sind.

## 1.1 Ausgangssituation

Wenn, was nicht immer der Fall ist, eine gute Chemieausstattung vorhanden ist, existiert für Lehrer/innen und Schüler/innen oft eine Hemmschwelle mit diesen komplizierten Apparaturen zu arbeiten. Viel leichter ist es meiner Meinung nach, mit Materialien zu arbeiten, die den Schüler/innen bekannt sind. Diesem Umstand wollte ich in meinem Koffer gerecht werden, indem ich Experimente entwickelte, die mit Materialien aus dem Erfahrungsbereich der Schüler/innen durchgeführt werden können.

In Gesprächen mit anderen Kolleg/innen wurde ich in meiner Annahme bestätigt und konnte diese für eine Zusammenarbeit gewinnen. Daraus entstand die Idee einen Chemiekoffer zu entwickeln und diesen an 4 verschiedenen Schulen erproben zu lassen. (HS Anger, HS Ursulinen Graz, GYM/ORG Ursulinen Graz, Abteigymnasium Seckau) Insgesamt nahmen an diesem Projekt 119 Schüler/innen der 8. Schulstufe und 5 Lehrer/innen aus den genannten Schultypen teil. Außerdem bestand großes Interesse von Seiten der technischen Universität Graz an diesem Projekt mitzuarbeiten.

## **2 ZIELE DES PROJEKTS**

### **2.1 Entwicklung des Chemiekoffers**

Ein Ziel ist es den Schüler/innen ein kompaktes Arbeitsmaterial im Chemieunterricht zur Verfügung zu stellen, das die Ansprüche erfüllt, schüler/innengerecht, einfach, ungefährlich, unabhängig von der Lokalität einsetzbar und relativ billig zu sein? Eigenständiges Arbeiten sollte im Vordergrund stehen! Zusätzlich sollten für die verschiedenen Experimente Beschreibungen in einer entsprechenden schüler/innengerechten Sprache verfasst werden. Diese Beschreibungen sollen auch im Internet für eine Nachbereitung zur Verfügung stehen. Außerdem wäre es von Vorteil, wenn die im Koffer enthaltenen Experimente, als Schüler/innenexperimente in Klassenstärke durchgeführt werden könnten.

### **2.2 Erprobung des Chemiekoffers**

Mit der Erprobung des Chemiekoffers durch über 100 Schüler/innen sollte eine Aussage über die Anwendbarkeit des Koffers erhalten werden Kriterien dafür wären: logistischer Aufwand bei der Durchführung, Ordnung und Disziplin beim Experimentieren, sowie altersgemäße Durchführbarkeit der Experimente. Dabei war wichtig, die Schüler/innen aus verschiedenen Schultypen auszuwählen, sollte doch der Koffer für alle Schüler/innen der Sekundarstufe I geeignet sein. Natürlich sollte auch auf die Gendersensitivität ein Hauptaugenmerk gelegt werden. Von Interesse sind Unterschiede in der Bewertung der einzelnen Experimente zwischen Knaben und Mädchen bzw. Unterschiede beim Experimentieren, Textlesen, bzw. handwerklichem Geschick.

Sehr wichtig waren für mich die Erfahrungen der Kolleg/innen. Welche Vor- und Nachteile ergeben sich durch den Einsatz des Chemiekoffers.

### **2.3 Veränderung des Zugangs zur Chemie**

Oft bekommt man von Erwachsenen, die auch einmal den Chemieunterricht „genossen“ haben, die Aussage präsentiert: „Wenn ich mehr experimentiert hätte, hätte ich mich auch für Chemie interessiert“. Diese und ähnliche Aussagen haben mich veranlasst, den Chemieunterricht mit einem hohen Anteil an Schüler/innenexperimenten zu versehen. Für mich als Chemielehrer ist es ein Hauptanliegen, den Schüler/innen die Freude an Chemie zu vermitteln.

Durch selbstständiges Experimentieren soll die Motivation erhöht und die Zusammenhänge zwischen Chemie im Fach und Chemie im Alltag hergestellt werden. Dabei schlüpfen die Schüler/innen in die Rolle von Forscher/innen und sind somit für ihre Ergebnisse selbst verantwortlich. Interessant in diesem Zusammenhang ist auch, ob es eine Korrelation zwischen Schwierigkeitsgrad eines Experiments und der Motivation gibt.

## 2.4 Zusammenarbeit mit der Universität

Ziel ist es, die Zusammenarbeit mit der Universität als gewinnbringenden Austausch für alle Beteiligten zu gestalten. Diese Zusammenarbeit soll folgende Bereiche umfassen:

- ◆ Nutzung der Infrastruktur
- ◆ Fertigung von Teilen des Kofferinhaltes
- ◆ Verfassen von Teilen der Beschreibungen
- ◆ „Low Cost“ Schiene in Chemieausbildung unterstützen
- ◆ Endgültige Version des Chemiekoffers unterstützen
- ◆ Weiterbildungsveranstaltungen für Chemielehrer/innen zur selbständigen Erarbeitung eines Chemiekoffers an der Universität

## **3 PROJEKTBE SCHREIBUNG**

Da der Umfang dieses Projektes durch die Beteiligung von sieben Kolleg/innen doch ein gewisses Ausmaß erreichte, musste eine genaue Termin- und Ressourcenplanung am Beginn des Projektes stehen. Und doch kam es während des Projektes immer wieder zu einer Adaptierung des Verlaufs. Termine konnten nicht eingehalten werden, Stundenausfälle konnten oft nicht voraus berechnet werden usw.

Ich möchte in den folgenden Punkten den Ablauf des Projektes näher beschreiben.

### **3.1 Planung**

Als grobes Raster für die Planung und Durchführung der Aktivitäten im Verlauf des Projektjahres dienten die Vorgaben des Projektantrages. In meinem Kopf war nebulos die Vorstellung über das Aussehen und den Inhalt des Koffers vorgegeben. Wie aber so oft, versteckt sich der Teufel im Detail. Wie bekomme ich alle Teile in einen Koffer hinein? Was darf so ein Koffer kosten? Welche Experimente müssen unbedingt hinein, welche sind weniger wichtig? Welches Experiment ist aufbauend für ein nachfolgendes? Kann ich den Gender-Aspekt in allen Experimenten so berücksichtigen, dass eine griffige Aussage formuliert werden kann?

Diese und ähnliche Fragen beschäftigten mich in der Planung des Koffers.

Daneben musste aber eine Ablaufplanung erstellt werden. Hier wurde es schon schwieriger, da sehr viele Personen in den Prozess involviert waren. Zu Beginn im Herbst lud ich alle Teilnehmer/innen zu einer Besprechung ein, wo Ablauf und Ziel des Projektes definiert wurden. Durch die wirklich gute Kooperation aller Projektteilnehmer/innen kam es nur zu einer marginalen Veränderung meines Vorschlages. Geringfügig war die Veränderung nur für das Projekt, nicht aber für mich. Wir beschlossen, 10 Koffer zu bauen, weil damit ein paralleler Test der Koffer mit allen Kolleg/innen möglich war. Diese Entscheidung sollte sich für das Projekt als sehr positiv herausstellen. Für mich bedeutete dies einen immensen zusätzlichen Arbeitsaufwand.

### **3.2 Bau des Chemiekoffers**

In der Zeit vor Weihnachten wurde vor allem an der Umsetzung der Experimente, die als Standard in der Sekundarstufe I gesehen werden, gearbeitet. Dabei musste viel ausprobiert und umgearbeitet werden. Immer wieder war der Platz im Koffer ein Hauptkriterium für die Entscheidung. Daneben spielten aber auch die Materialien eine wichtige Rolle. Alle Materialien müssen auch immer vom Blickwinkel der Unbedenklichkeit betrachtet werden. Schüler/innen sollen möglichst gefahrlos experimentieren können.

#### **3.2.1 Entwicklung der Materialien**

Die wichtigste Phase der Entwicklung waren eigentlich die Jahre meiner Lehrtätigkeit davor. Immer schon spielte das Low-Cost-Experiment in meinem Unterricht eine wichtige Rolle, so konnte ich auf einige Erfahrungen aus der Vergangenheit zurückgreifen. Die Entwicklung der Materialien für 10 Koffer war aber etwas Anderes. Ich wurde auch durch eine Limitierung des Budgets eingeschränkt. Viele Internetrecherchen waren notwendig, um optimale Lösungen der besprochenen Probleme zu erzie-



len. Sehr geholfen hat mir dabei die Zusammenarbeit mit der Technischen Universität (TU) -Graz, denn so konnte ich auch auf deren Erfahrung zurückgreifen. Einige wichtige Teile (z.B. die Chemikalienhalterung) wurden direkt an der TU-Graz gefertigt, wodurch ich sehr entlastet wurde. Überhaupt war in dieser Phase des Projektes die Unterstützung durch Univ.-Prof. Uhlig ausgezeichnet.

### **3.2.2 Aufbau und Test der Experimente**

Zunächst wurde einmal ein Prototyp eines Koffers gebaut, in dem alle geplanten Experimente enthalten sein sollten. Für die Erprobung erstellte ich vorab einmal zehn Experimente, mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad. In der weiteren Folge sollen es zwanzig werden. Jedes Experiment musste auf Funktion und Tauglichkeit getestet werden. Immer wieder bezog ich einen Schüler hinzu, der das Experiment ausprobierte und seine Meinung dazu abgab. Danach wurde wieder verfeinert und umgebaut. Aus diesen Verfeinerungsschleifen heraus entstand ein Prototyp, der „in Serie gehen“ sollte. Der Bau der zehn Koffer erfolgte vom 25. Dezember – 6. Jänner, täglich ca. 14 Stunden. Am 6. Jänner 2007 um 18.00 Uhr war es geschafft. Zehn fertige Koffer mit je zehn Experimenten standen vor mir!

### **3.2.3 Erstellung der Beschreibung der Experimente**

Eines der schwierigsten Unterfangen ist das Verfassen von „Versuchsanleitungen“. Da können viele ein Lied davon singen! Schon in einem Vorgängerprojekt befasste ich mich mit der Sprache in der Naturwissenschaft. Wo wird wie viel weggelassen, damit der Text nicht überfrachtet wird, wo kommt es dadurch aber zu Missverständnissen? Wie oft wird man betriebsblind und setzt Dinge voraus, die dem Schüler, der Schülerin in seiner/ihrer Entwicklungsstufe noch nicht bekannt sind? Wann macht man aber ganz einfach Fehler? Das Gegenlesen von so genannten kritischen Freunden/innen ist in dieser Phase besonders wichtig.

Der Aufbau der Versuchsbeschreibung erfolgt in einheitlicher Form: Die Beschreibung musste auf einer Seite Platz finden. Jedes Experiment wird von einem Bild begleitet. Immer werden die benötigten Materialien, Chemikalien und Geräte aufgelistet. Daneben erfolgen eine Beschreibung der Durchführung sowie eine Erklärung des „Warum“. Als besondere Zugabe sollte auch noch der Wissenschaftler zu Wort kommen. Die Beschreibung wurde als gebundenes Skriptum dem Koffer beigelegt.

## **3.3 Besprechungen mit den Teilnehmer/innen des Projekts**

Um die Kommunikation unter den am Projekt beteiligten Kolleg/innen zu gewährleisten, wurde eine Mischung aus „elektronischen“ und persönlichen Treffen gewählt. Am Beginn stand ein Treffen der Teilnehmer/innen, um die Eckdaten und Termine zu fixieren. Der Ablauf wurde besprochen und geplant. Nach der Fertigstellung der Koffer wurde in einem weiteren Treffen die Ausgabe und Demonstration der Koffer durchgeführt. Jede Kollegin und jeder Kollege (Haas, Haider, Pöllabauer, Pietsch und Pichler) bekam zwei Koffer, welche für die Erprobung für drei Monate zur Verfügung standen. Im Vorfeld wurden mit Kollegin Freitag und Kollegin Huber die Fragebögen für die Evaluierung vorbereitet. Um diese Daten auf einfachste Weise auszutauschen wurde eine Moodle-Plattform eingerichtet. Dort sollte Diskussion erfolgen und die Materialien abgelegt werden. Ein permanenter Emailverkehr begleitete ständig das Projekt.

## **3.4 Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Graz**

Ein völlig neuer Aspekt im Ablauf des Projektes ergab sich durch die Zusammenarbeit mit der TU Graz. Diese Kooperation erwies sich als überaus vorteilhaft, da die vorhandene Infrastruktur einer Universität verwendet werden konnte. So wurden Teile des Kofferinhaltes an der TU Graz gefertigt, was eine immense Arbeitserleichterung bedeutete. Neben der Infrastruktur war aber auch die fachliche Anlaufstelle eine willkommene Unterstützung für das Projekt. Der Standort Graz und die Lokalität waren wichtig für unsere Treffen. Ein Teil in der Versuchsbeschreibung wurde von Univ.-Prof. Frank Uhlig verfasst, um den wissenschaftlichen Aspekt des Faches Chemie zu verankern. Die Zusammenarbeit könnte sich noch ausweiten, wenn der Chemiekoffer im Rahmen von Fortbildungen an der TU vorgestellt wird. Da dieses Projekt als Forschungs-/Bildungs Kooperation eine zusätzliche Förderung von ProVision erhält, findet auch gleichzeitig eine Evaluierung der Zusammenarbeit statt.

### **3.4.1 Univ.-Prof. Uhlig: Zusammenarbeit „Chemiekoffer“**

Seit einer Reihe von Jahren unterstützt die Fakultät für Technische Chemie, Verfahrenstechnik und Biotechnologie der Technischen Universität Graz die berufliche Weiterbildung von Chemielehrern mittels spezieller Weiterbildungsveranstaltungen sowie durch die Bereitstellung von Materialien und Chemikalien für den Unterricht. Darüber hinausgehende Initiativen (Helpdesk für fachliche Fragen der Chemielehrer in der Steiermark; Ausbau des Chemikalien- und Gerätesupports) wurden zwar sowohl vom damaligen BM:BWK als auch dem Landesschulrat der Steiermark positiv aufgenommen, scheiterten aber dann bisher an nicht zur Verfügung gestellten Finanzierungen.

Aus diesem Grund war das von Herrn Mag. Wilhelm Pichler (Abteigymnasium Seckau) initiierte Projekt „Chemiekoffer“ auch für uns eine Möglichkeit mit einer „Low Cost“-Schiene die Chemieausbildung an den steirischen Schulen weitergehend zu unterstützen.

Der Natur des Projektes geschuldet hat sich unser Input als Universität auf die erste Phase des Projektes begrenzt. Dazu gehört, neben dem Ankauf bestimmter Materialien auch die Bereitstellung der Infrastruktur (Werkstätten) der Universität. Meine eigenen Diskussionen mit Wilhelm Pichler über den Inhalt der Versuche, die Versuchsbeschreibungen u.ä. haben jedoch auch einen zweiten wichtigen Punkt erbracht.

Zwar gibt es vielfältige Kontakte von Universitäten mit Schulen, jedoch sind diese meist auf Gymnasien oder ähnliche Schulformen und hier auf die Sekundarstufe II begrenzt. Eine Reihe von Problemen, wie sie im Bereich der Sekundarstufe I bzw. an Hauptschulen anfallen, war mir in dieser Deutlichkeit bislang nicht bewusst. Insofern hat das Projekt „Chemiekoffer“ mir, aber auch der gesamten TU Graz sehr geholfen dort auftretende Problemstellungen besser zu erkennen. Langfristig wird es dadurch möglich unser Weiterbildungsangebot für Chemielehrer in diesem Bereich besser auf die vorhandenen Probleme und Wünsche abzustimmen.

Zum konkreten Projekt möchte ich als erstes anmerken; es hat allen Beteiligten an der TU Graz riesengroßen Spaß gemacht daran mitzuwirken. Dies nicht nur aus dem Grund, das mit dem Chemiekoffer (wie aus den Berichten der beteiligten Lehrer zu entnehmen ist) offenbar eine Lücke in den Ausbildungsmaterialien geschlossen werden konnte und hierfür ein echter Bedarf besteht. Zum anderen war es auch für uns eine wertvolle (und anfangs auch ungewohnte) Erfahrung daran mitzuwirken, Expe-

rimente und deren Beschreibungen so zu gestalten, dass sie für Schüler der angesprochenen Alterstufen verständlich aber vor allem motivierend sind, sich mit dem Fach Chemie auseinander zu setzen.

Aus den Evaluierungsberichten ergeben sich eine Reihe von Anregungen und Kritikpunkten (Alubecher, Spatel, usw.) bei deren Behebung/Verbesserung wir für eine zu erstellende Endversion des Chemiekoffers unsere Expertise einbringen möchten.

Der aus den Evaluierungsberichten zu entnehmende positive Eindruck des Projektes „Chemiekoffer“ wird dazu führen, dass die TU Graz bereit ist auch die endgültige Version durch Bereitstellung von Materialien und Werkstattkapazität mit zu fördern. Als weiteres Angebot kann ich ebenfalls zusichern, dass Weiterbildungsveranstaltungen in deren Rahmen sich Chemielehrer den Chemiekoffer selbst „erarbeiten“ können in Räumlichkeiten und mit Unterstützung der TU Graz stattfinden können. Erste Vorgespräche mit dem Rektorat der TU Graz hat es hierzu bereits gegeben.

### **3.5 Durchführung und Erprobung**

Wie erfolgte die Erprobung? Nachdem für jede Schule (zwei Hauptschulen und zwei Gymnasien) zwei Koffer verteilt wurden, erfolgte in einem Zeitraum von drei Monaten die Erprobung dieser. Die Art der Durchführung war unterschiedlich, jedoch wurde eine Forderung an jede/n Schüler/in gestellt. In allen Schulen wurden die Experimente von den Schüler/innen selbständig durchgeführt.

Zur Testung der Koffer bekam jeder der genannten Kolleg/innen einen Koffer mit Beschreibung. Dazu begleitend musste jeweils ein Fragebogen vor, während und nach der Erprobung bearbeitet werden. Sowohl von den Schüler/innen als auch von den Kolleg/innen. Folgende Experimente wurden zur Testung herangezogen:

*„Meersalz – Wie wird es gewonnen? Abdampfen“*

*„Viele, viele bunte Smarties“*

*„Sauerstoff und Wasserstoff – ein ungleiches Paar“*

*„Hell, wie ein Blitz! – Magnesium verbrennt“*

*„Sauer – oder das Gegenteil – basisch“*

Bei der Auswahl der Experimente habe ich darauf geachtet, verschiedene Schwierigkeitsstufen zu verwenden, aber auch einen Auszug aus verschiedenen Teilbereichen des Lehrinhaltes der 8. Schulstufe zu berücksichtigen.

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Zusammenfassung

Im folgenden Teil wurde mit geeigneten statistischen Verfahren ermittelt, ob der Chemiekoffer auch einen Einfluss auf das persönliche Interesse der Schüler/innen an Chemie, auf verknüpftes Wissen zwischen Unterricht und Alltag, auf besseres Verständnis im Unterricht durch Experimente, auf die Möglichkeit der Schüler/innen im Unterricht zu experimentieren und auf die Zufriedenheit der Schüler/innen mit dem Chemieunterricht hat. Vor der Darbietung des Chemiekoffers und der folgenden Nacherhebung erfolgte zunächst eine Vorerhebung, um zu kontrollieren, dass eventuell auftretende Effekte auch auf den Chemiekoffer zurückzuführen sind und nicht schon vorher bestanden haben.

In den Ergebnissen zeigten die Buben sowohl in der Vorerhebung, als auch in der Nacherhebung mehr persönliches Interesse an Chemie und können auch das Wissen aus dem Unterricht mit dem Alltag im Allgemeinen besser verknüpfen, als die Mädchen. Diese Ergebnisse decken sich mit den schon vielfach erhobenen Befunden, dass sich Mädchen in naturwissenschaftlichen Fächern für weniger kompetent halten und auch weniger Interesse zeigen als die Buben (Kessels, 2002).

Beim Vergleich der Vorerhebung mit der Nacherhebung wurden Effekte des Chemiekoffers ersichtlich: Die Schüler/innen, die mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben, zeigen mehr persönliches Interesse an Chemie und es gefällt ihnen grundsätzlich besser, in Chemie unterrichtet zu werden, als die Schüler/innen, die den Chemiekoffer nicht erhalten haben. Auch die Lehrer/innen sind der Ansicht, dass durch begleitende Experimente im Unterricht, den Schüler/innen der Zugang zu Chemie erleichtert werden kann und deren Interesse daran geweckt wird.

Diese Ergebnisse decken sich mit schon erhobenen Befunden, dass eine Veränderung der Unterrichtskonzepte in Richtung Anwendungsbezug und Aufgaben entsprechend den Interessen der Jugendlichen, dazu führt, dass der Unterricht positiver bewertet wird (Häussler & Hoffmann, 2002). Indem dem Chemiekoffer Aufgaben entsprechend den Stärken der Mädchen zugefügt werden, könnten die Effekte des Chemiekoffers auch die negativere Einstellung der Mädchen kompensieren (Jones, Paechter & Tretter, in Vorb.). Die Tatsache, dass den Mädchen das Experimentieren durchschnittlich besser gefallen hat als den Buben, bietet noch weiteres Forschungspotential in diese Richtung.

Zusätzlich wurde der Chemiekoffer durch die Schüler/innen und Lehrer/innen bewertet, um Verbesserungspotential festzustellen:

Das Experiment 1 wurde durchschnittlich am besten bewertet, gefolgt von Experiment 4 und Experiment 5. Experiment 2 und Experiment 3 wurden durchschnittlich am schlechtesten bewertet.

Als Grund für die schlechteren Bewertungen wurde auch der zum Teil komplizierte Versuchsaufbau der Experimente angegeben. Dieser könnte auch zu folgenden Wechselwirkungen geführt haben: Schüler/innen, die nicht mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben, sind eher der Ansicht, dass sie viele Themen aus dem Unterricht auch im Alltag wieder finden, als die Schüler/innen, die mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben. Die Buben, die mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben, bevorzugen es

auch mehr, wenn der/die Lehrer/in Experimente im Unterricht vorzeigt als jene Buben, die nicht mit dem Koffer gearbeitet haben.

Den Schüler/innen hat das selbständige Experimentieren Spaß gemacht und sie möchten öfters mit dem Chemiekoffer arbeiten. Ihnen gefällt größtenteils die Rolle des/der Wissenschaftlers/in, der/die Zusammenhänge entdeckt.

## **4.2 Methode**

### **4.2.1 Untersuchungsplan**

Da die Gruppenzugehörigkeit durch die unabhängigen Variablen Geschlecht und die Intervention (Koffer ja/nein) bereits im Vorhinein bestimmt war, handelt es sich hier um ein quasiexperimentelles Design. Als abhängige Variablen wurden die Items der Fragebögen herangezogen.

Zur Berechnung der Ergebnisse wurden die Daten aller Versuchspersonen in das Datenverarbeitungsprogramm SPSS eingegeben und durch entsprechende statistische Verfahren ausgewertet.

### **4.2.2 Untersuchungsteilnehmer/innen**

Die Stichprobe setzte sich aus 119 Schüler/innen der 4. Klassen Unterstufe, in einem Altersbereich von 13 bis 16 Jahren zusammen.

Drei Chemielehrer/innen aus drei unterschiedlichen Schulen, führten die Testung jeweils an einer Experimentalklasse und einer Kontrollklasse durch. Daraus ergaben sich sechs Klassen, drei Experimental- und drei Kontrollklassen.

Da eine Experimental- und eine Kontrollklasse reine Mädchenklassen waren, ergab sich keine Gleichverteilung bezüglich des Geschlechts (78 Mädchen, 41 Buben).

Die Teilnahme an der Untersuchung erfolgte freiwillig und unentgeltlich. Die Vertraulichkeit der Daten war gewährleistet, da alle Proband/innen persönliche Codes verwendeten, die keinerlei Rückschlüsse auf die jeweilige Person selbst zuließen.

### **4.2.3 Untersuchungsmaterial**

Für die Evaluation der Intervention wurde an allen Klassen in Form eines Fragebogens, eine Vor- und eine Nacherhebung durchgeführt.

Als Konstruktionsbasis für den Fragebogen dienten Items über persönliches Interesse der Schüler/innen an Chemie, verknüpftes Wissen zwischen Unterricht und Alltag, besseres Verständnis im Unterricht durch Experimente, die Möglichkeit der Schüler/innen im Unterricht zu experimentieren und die Zufriedenheit der Schüler/innen mit dem Chemieunterricht (Anhang 1).

Die Schüler/innen hatten die Möglichkeit die Fragen auf einer vierstufigen Ratingskala (1= trifft zu, 2= trifft etwas zu, 3= trifft weniger zu, 4= trifft nicht zu) zu beantworten.

Vier Items wurden zur Erfragung des persönlichen Interesses an Chemie verwendet (z.B. „Über das Thema Chemie möchte ich gern mehr erfahren“).

Zwei Items wurden zur Erfragung des verknüpften Wissens verwendet (z.B. „Auch in meiner Freizeit, außerhalb des Schulunterrichtes, beobachte ich chemische Vorgänge“).

Zwei Items wurden zur Erfragung des besseren Verständnisses im Unterricht durch Experimente verwendet (z.B. „Durch begleitende Experimente im Unterricht, verstehe ich den Lehrstoff besser“).

Vier Items erhoben die Möglichkeit der Schüler/innen, im Unterricht zu experimentieren (z.B. „Im Chemieunterricht habe ich die Möglichkeit, selbst Experimente durchzuführen“).

Ein Item erhob die Zufriedenheit der Schüler/innen mit dem Chemieunterricht: „Grundsätzlich gefällt es mir in Chemie unterrichtet zu werden“.

Ein zweiter Fragebogen, zum Chemiekoffer selbst, diente dazu folgende Aspekte zu erheben:

1. War die Arbeitsanleitung verständlich und hat sie schon Neugierde auf das Experiment geweckt
2. Hat die Durchführung des jeweiligen Experiments funktioniert
3. Braucht man handwerkliches Geschick, um die Aufgaben aus dem Koffer lösen zu können (Anhang 2).

Die Lehrpersonen erhielten ebenfalls zwei Fragebögen. Der Fragebogen vor/ nach dem Chemiekoffer (Anhang 3) umfasste folgende Aspekte:

Vier Items wurden zur Erfragung des besseren Verständnisses im Unterricht durch Experimente, verwendet (z.B. „Durch begleitende Experimente im Unterricht, kann ich den Schülern den Zugang zur Chemie erleichtern“).

Zwei Items erfragten die bevorzugte Unterrichtsart (z.B. „Experimentalunterricht ist mir wichtig“).

Zwei Items erfragten die Wichtigkeit von naturwissenschaftlichen Themen für das Leben (z.B. „Der Praxisbezug im naturwissenschaftlichen Unterricht, stellt für mich eine gute Basis für chemisches Verständnis dar“).

Ein Item erfragte die vorhandenen Möglichkeiten, die den Schüler/innen zur Verfügung stehen, um experimentieren zu können („Schülergerechte Materialien, mit denen meine Schüler im Chemieunterricht die Möglichkeit haben, eigenständig Experimente durchzuführen, sind vorhanden“).

Drei Items erfragten die Stellung der Naturwissenschaft in der Gesellschaft (z.B. „Der naturwissenschaftliche Bereich nimmt in unserer Gesellschaft eine wichtige Stellung ein“).

Der Fragebogen zu den Experimenten (Anhang 4) umfasst folgende Aspekte:

1. War die Arbeitsanleitung verständlich und hat sie schon Neugierde auf das Experiment geweckt
2. Hat die Durchführung des jeweiligen Experiments funktioniert
3. Braucht man handwerkliches Geschick, um die Aufgaben aus dem Koffer lösen zu können.
4. Ist die Verwendung des Chemiekoffers eine sinnvolle Ergänzung zum Unterricht

## 4.3 Fragestellungen

### 4.3.1 Hauptfragestellung 1

Gibt es zwischen der Vor- und Nacherhebung Unterschiede im persönlichen Interesse der Schüler/innen an Chemie, im verknüpften Wissen zwischen Unterricht und Alltag, im besseren Verständnis im Unterricht durch Experimente, in der Möglichkeit der Schüler/innen im Unterricht zu experimentieren und in der Zufriedenheit der Schüler/innen mit dem Chemieunterricht, in Abhängigkeit vom Geschlecht?

### 4.3.2 Hauptfragestellung 2

Gibt es Unterschiede in der Bewertung der einzelnen Experimente aus dem Chemiekoffer, in Abhängigkeit vom Geschlecht?

### 4.3.3 Nebenfragestellung

Gibt es bei den Lehrer/innen zwischen der Vor- und Nacherhebung Unterschiede in der Beantwortung folgender Themen: Wird der Unterricht durch Experimente besser verständlich, gibt es bei den Lehrpersonen eine bevorzugte Unterrichtsart, welchen Stellenwert haben naturwissenschaftliche Themen im Leben und in der Gesellschaft und sind genügend Möglichkeiten für die Schüler/innen vorhanden, um im Unterricht experimentieren zu können.

## 4.4 Hypothesen

### 4.4.1 Hypothese zur Hauptfragestellung 1

- ♦ Es gibt einen Unterschied zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten im Ratingmittelwert der Schülerfragebögen, unabhängig vom Geschlecht.
- ♦ Es gibt einen Unterschied im Geschlecht zwischen dem Ratingmittelwert der Schülerfragebögen, unabhängig von den beiden Erhebungszeitpunkten.

### 4.4.2 Hypothese zur Hauptfragestellung 2

- ♦ Es gibt einen Unterschied in der Bewertung der einzelnen Experimente aus dem Chemiekoffer, unabhängig vom Geschlecht.

## 4.5 Ergebnisse aus den Fragebögen

### 4.5.1 Berechnete Gruppenunterschiede in der Vor – und Nacherhebung

#### *Normalverteilungsprüfung*

Die durchgeführte Normalverteilungsprüfung mittels Schiefe und Kurtosis zeigte eine Verletzung der Normalverteilung über alle Items. Getestet wurde am Signifikanzniveau von 1%.

Um eine Normalverteilung der Daten zu erreichen, wurde von den Items die Quadratwurzel gezogen (Anhang 5).

Die Ergebnisse der Vorerhebung wurden mittels T-Test, die Ergebnisse der Nacherhebung mittels Multivariater Varianzanalyse mit Messwiederholung (MANOVA) auf Signifikanz geprüft. Getestet wurde am Signifikanzniveau von 5%.

Berechnet wurden der durchschnittliche Mittelwert und die durchschnittliche Standardabweichung der signifikanten Items je Kategorie, getrennt nach Geschlecht.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Vor- und Nacherhebung der fünf Kategorien des Fragebogens, hinsichtlich ihrer Ratingantworten 1= trifft zu, 2= trifft etwas zu, 3= trifft weniger zu und 4= trifft nicht zu) ersichtlich. (Ein niedriger Wert = positiv)

**Tabelle 1**

Geschlechtergetrennte Inferenzstatistische Ergebnisse der Kategorien

Kategorie	Vorerhebung				Nacherhebung			
	Buben		Mädchen		Buben		Mädchen	
	MW	S	MW	S	MW	S	MW	S
1. Persönliches Interesse an Chemie	1,48	0,33	1,67	0,27	1,5	0,28	1,6	0,3
2. Verknüpfung des Wissens zwischen Unterricht und Alltag	1,5	0,32	1,65	0,24	1,5	0,3	1,6	0,28
3. Besseres Verständnis im Unterricht durch Experimente	n.s	n.s	n.s	n.s	1,1	0,16	1,2	0,26
4. Möglichkeit im Unterricht zu experimentieren	1,09	0,21	1,19	0,26	1,1	0,21	1,2	0,26
5. Zufriedenheit mit dem Chemieunterricht	1,3	0,28	1,44	0,32	1,3	0,28	1,4	0,32

Die Buben zeigten sowohl in der Vorerhebung, als auch in der Nacherhebung mehr persönliches Interesse an Chemie.



Sie konnten das Wissen aus dem Unterricht mit dem Alltag im Allgemeinen besser verknüpfen, als die Mädchen.

In der Nacherhebung gaben mehr Buben als Mädchen an, dass sie durch Experimente den Chemieunterricht besser verstehen.

Zu beiden Erhebungszeitpunkten sahen die Buben mehr Möglichkeiten im Unterricht zu experimentieren, als die Mädchen.

Sowohl in der Vorerhebung, als auch in der Nacherhebung waren die Buben zufriedener mit dem Chemieunterricht, als die Mädchen (Detailergebnisse aller Items im Anhang 7 und Anhang 10).

## 4.5.2 Ergebnisse der Intervention Chemiekoffer - Allgemeines Lineares Modell

Mit einer zweifaktoriellen multivariaten Varianzanalyse (MANOVA) mit Messwiederholung wurde getestet, ob der Chemiekoffer die Einstellungen der Schüler/innen zu den fünf Kategorien verändert hat. In Tabelle 3 wurde die Nacherhebung mit der Vorerhebung verglichen und Unterschiede getrennt nach Geschlecht, Experimental- und Kontrollgruppe berechnet. Getestet wurde am Signifikanzniveau von 5%. Berechnet wurden der durchschnittliche Mittelwert und die durchschnittliche Standardabweichung der signifikanten Items je Kategorie.

**Tabelle 2**

MANOVA: Vergleich zwischen Experimental – und Kontrollgruppe

Koffer	Gesamt			
	ja		nein	
	MW	S	MW	S
1. Persönliches Interesse an Chemie	1,66	0,24	1,79	0,23
2. Verknüpfung des Wissens zwischen Unterricht und Alltag	1,5	0,29	1,41	0,29
3. Besseres Verständnis im Unterricht durch Experimente	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
4. Möglichkeit im Unterricht zu experimentieren	1,14	0,25	1,47	0,33
5. Zufriedenheit mit dem Chemieunterricht	1,28	0,3	1,5	0,35

Die Schüler/innen, die mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben, zeigten mehr persönliches Interesse an Chemie, als die Schüler/innen, die den Chemiekoffer nicht erhalten haben.

Umgekehrt verhält es sich mit der Verknüpfung des Wissens aus dem Unterricht mit dem Alltag: Die Schüler/innen, die nicht mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben, sind eher der Ansicht, dass sie viele Themen aus dem Unterricht auch im Alltag wieder finden, als die Schüler/innen, die mit dem Chemiekoffer gearbeitet.

Im Gegensatz zu den Schüler/innen, die nicht mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben, sahen die Schüler/innen, die mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben mehr Möglichkeiten im Unterricht zu experimentieren.

Die Buben, die mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben, bevorzugen es mehr, wenn die Lehrer/in Experimente im Unterricht vorzeigt, als die Buben, die nicht mit dem Koffer gearbeitet haben. (siehe Anhang)

Die Mädchen, die nicht mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben, geben öfter an schon Experimente ausprobiert zu haben, als die Mädchen, die mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben. (siehe Anhang)

Den Schüler/innen, die mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben, gefällt es grundsätzlich besser in Chemie unterrichtet zu werden, als den Schüler/innen, die nicht mit dem Chemiekoffer gearbeitet haben. (Detailergebnisse aller Items im Anhang 9 bis Anhang 12).

### 4.5.3 Berechnete Gruppenunterschiede innerhalb der Experimente

Die Ergebnisse der Nacherhebung wurden mittels Multivariater Varianzanalyse mit Messwiederholung (MANOVA) auf Signifikanz geprüft.

Berechnet wurden der Mittelwert und die Standardabweichung der Ratingantworten, getrennt nach Geschlecht. Getestet wurde am Signifikanzniveau von 5%.

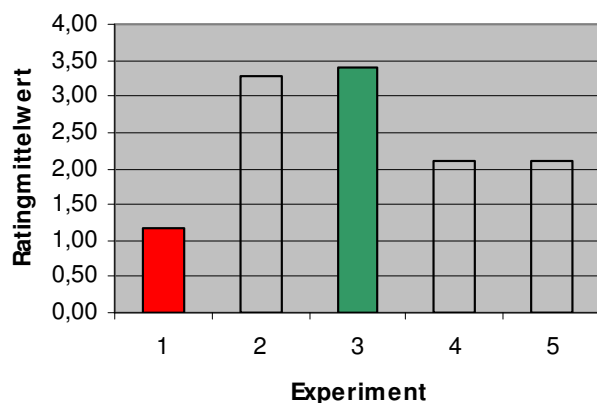
Detailergebnisse sind im Anhang zu finden (Anhang 14 und Anhang 15).

Die Einzelergebnisse der Posttests, durchgeführt mittels Bonferroni- Anpassung, sind im Anhang ersichtlich (Anhang 16).

#### Item: „Die Arbeitsanleitung war für mich gut verständlich“

Die Arbeitsanleitung von Experiment 1 wurde von den Schüler/innen am besten verstanden, gefolgt von den Arbeitsanleitungen der Experimente 4 und 5, die sich hinsichtlich ihrer Verständlichkeit voneinander nicht unterscheiden. Am schlechtesten wurden die Arbeitsanleitungen der Experimente 2 und 3 bewertet, die sich hinsichtlich ihrer Verständlichkeit ebenfalls voneinander nicht unterscheiden (Abbildung 1).

Die Arbeitsanleitung von Experiment 3 wurde von den Buben besser verstanden, als von den Mädchen.



**Abbildung 1** Durchschnittliche Bewertung der Frage „Die Arbeitsanleitung war für mich gut verständlich“

**Item: „Nachdem ich die Instruktion gelesen habe, war ich schon auf die Aufgabe gespannt“**

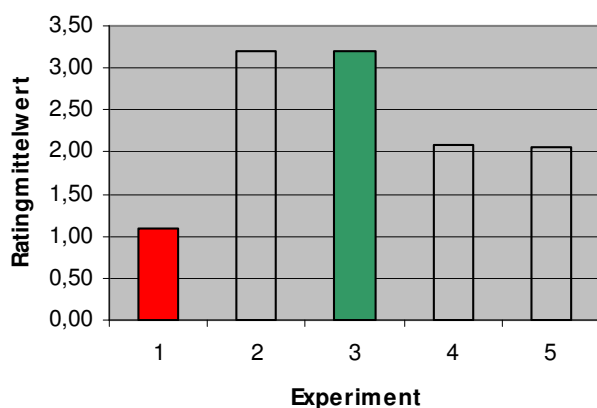
Die Arbeitsanleitung von Experiment 1 erweckte bei den Schüler/innen die größte Neugierde auf die Aufgabe, gefolgt von den Arbeitsanleitungen der Experimente 4 und 5, die sich in dieser Hinsicht nicht voneinander unterscheiden. Am schlechtesten schnitten die Arbeitsanleitungen der Experimente 2 und 3 ab, die sich hinsichtlich der Aufgabengespanntheit ebenfalls nicht voneinander unterscheiden (Abbildung 2). Es ergaben sich keine Geschlechtsunterschiede.



**Abbildung 2** Durchschnittliche Bewertung der Frage „Nachdem ich die Instruktion gelesen habe, war ich schon auf die Aufgabe gespannt“

**Item: „Das Experiment hat geklappt“**

Das Experiment 1 konnten die meisten Schüler/innen erfolgreich durchführen, gefolgt von den Experimenten 4 und 5 die sich hinsichtlich der erfolgreichen Durchführung nicht voneinander unterscheiden. Die meisten Schwierigkeiten das Experiment erfolgreich zu beenden, traten bei den Experimenten 2 und 3 auf, die sich in dieser Hinsicht nicht voneinander unterschieden (Abbildung 3). Es ergaben sich keine Geschlechtsunterschiede.



**Abbildung 3** Durchschnittliche Bewertung der Frage „Das Experiment hat geklappt“

### Item: „Das Experiment war einfach“

Die meisten Schüler/innen empfanden die Durchführung der Experimente 4 und 5, die sich voneinander nicht unterschieden, am einfachsten. Gefolgt von Experiment 3. Die Experimente 1 und 2, die sich hinsichtlich ihrer Einfachheit voneinander nicht unterschieden, wurden von den Schüler/innen am schwierigsten empfunden (Abbildung 4). Es ergaben sich keine Geschlechtsunterschiede.

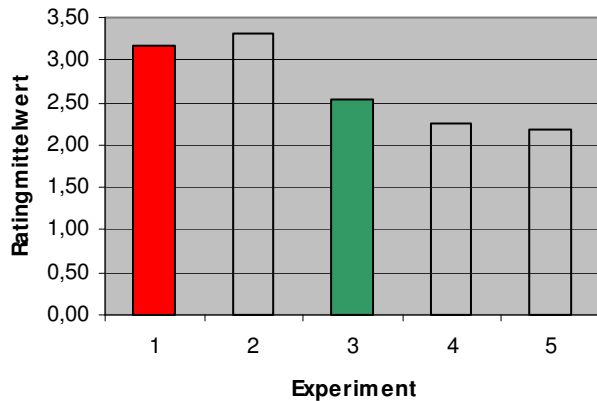


Abbildung 4 Durchschnittliche Bewertung der Frage „Das Experiment war einfach“

### Item: „Mir hat das Experiment gefallen“

Den meisten Schüler/innen haben die Experimente 4 und 5, die sich hinsichtlich ihrer Bewertung nicht voneinander unterschieden, am besten gefallen. Nicht so gute Bewertungen erhielten die Experimente 1, 2 und 3, die sich hinsichtlich ihrer Bewertung ebenfalls nicht voneinander unterschieden (Abbildung 5). Es ergaben sich keine Geschlechtsunterschiede.

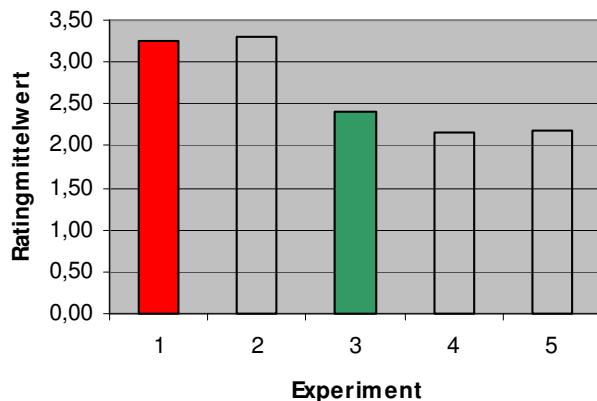


Abbildung 5 Durchschnittliche Bewertung der Frage „Mir hat das Experiment gefallen“

Berechnete Gruppenunterschiede zwischen den Experimenten sind im Anhang 17 ersichtlich.

In Tabelle 13 sind die Ergebnisse der persönlichen Einstellungen der Schüler/innen, zu den Experimenten ersichtlich.

**Tabelle 13**

MANOVA: Geschlechtergetrennte Ergebnisse

	Deskriptive Statistiken				sig. Geschlecht
	Geschlecht	Mittelwert	Standardabweichung	N	
Mir hat das Experimentieren gefallen	weiblich	1,08	0,22	27,00	0,03
	männlich	1,35	0,38	6,00	
	Gesamt	1,13	0,27	33,00	
Mir hat es Spaß gemacht, die Experimente selbständig durchzuführen	Gesamt	1,15	0,29	33,00	
Solche Experimente würde ich auch in meiner Freizeit bearbeiten	Gesamt	1,83	0,46	33,00	
Mit diesem Koffer möchte ich öfters arbeiten	Gesamt	1,08	0,25	33,00	
Bei diesen Aufgaben mag ich die Rolle des Wissenschaftlers, der Zusammenhänge entdeckt	Gesamt	1,34	0,43	33,00	
Man braucht handwerkliches Geschick, um die Aufgaben aus dem Koffer lösen zu können	Gesamt	1,81	0,54	33,00	

Den Mädchen hat das Experimentieren durchschnittlich besser gefallen, als den Buben.

Den Schüler/innen hat das selbständige Experimentieren Spaß gemacht und sie möchten öfters mit dem Chemiekoffer arbeiten. Ihnen gefiel größtenteils die Rolle des Wissenschaftlers, der Zusammenhänge entdeckt.

Für die Schüler/innen traf es etwas zu, dass sie solche Experimente auch in ihrer Freizeit bearbeiten würden. Sie waren auch eher der Meinung, dass man etwas handwerkliches Geschick braucht, um die Aufgaben aus dem Koffer lösen zu können (Anhang 18).

#### 4.5.4 Berechnete Gruppenunterschiede in der Vor- und Nacherhebung bei den Chemielehrer/innen

Aufgrund der geringen Stichprobengröße wurden Unterschiede zwischen der Vor- und Nacherhebung mittels Wilkoxon Rangvorzeichentest auf Signifikanz geprüft (Anhang 19). Es ergaben sich keine Unterschiede zwischen der Vor- und der Nacherhebung.

Getestet wurde am Signifikanzniveau von 5%. Mittels Häufigkeitsverteilung wurde der Median der Ratingantworten berechnet. (Anhang 20).

In Tabelle 13 bis Tabelle 17 sind die Ergebnisse der vierstufigen Ratingantworten der Lehrer/innen zu den einzelnen Fragestellungen dargestellt (1= trifft zu, 2= trifft etwas zu, 3= trifft weniger zu und 4= trifft nicht zu).

**Tabelle 13**

Median und Modalwert der Ratingstufen

Besseres Verständnis im Unterricht durch Experimente

	N	Median	Modus
Durch begleitende Experimente im Unterricht, kann ich den Schülern den Zugang zur Chemie erleichtern.	3	1	1
Durch begleitende Experimente im Unterricht, gelingt es mir besser, das Interesse der Schüler an Chemie zu wecken	3	1	1
Meine Schüler haben einen besseren Zugang zu chemischen Vorgängen, wenn ich begleitend zur Theorie, selbst Experimente vorzeige	3	1	1
Meine Schüler lernen im Chemieunterricht mehr, wenn sie begleitend zur Theorie, selbst Experimente durchführen	3	1	1

Die Lehrer/innen waren der Ansicht, dass durch begleitende Experimente im Unterricht, den Schüler/innen der Zugang zu Chemie erleichtert werden kann und deren Interesse daran geweckt wird.

Dabei waren die Lehrer/innen der Meinung, dass es sowohl von Vorteil ist, wenn die Lehrer/innen selbst Experimente vorzeigen, als auch die Schüler/innen selbst experimentieren.

**Tabelle 14**

Median und Modalwert der Ratingstufen

Bevorzugte Unterrichtsart	N Median Modus		
	N	Median	Modus
Experimentalunterricht ist mir wichtig.	3	1	1
In meinem Unterricht bevorzuge ich bestimmte Sozial- bzw. Unterrichtsformen (Frontalunterricht Gruppenunterricht, Experimentalunterricht,...).	3	1	1

Die Chemielehrer/innen bevorzugten bestimmte Unterrichtsformen, wobei zwischen ihnen unterschiedliche Arten von Unterricht vertreten waren.

**Tabelle 15**

Median und Modalwert der Ratingstufen

Naturwissenschaftliche Themen im Leben	N Median Modus		
	N	Median	Modus
Praxisbezug im naturwissenschaftlichen Unterricht, stellt für mich eine gute Basis für chemisches Verständnis dar	3	1	1
Ich versuche meinen Schülern bestimmte, dem Stoff übergeordnete, lebensbegleitende Ziele durch meinen Chemieunterricht zu vermitteln	3	1	1

Die Lehrer/innen waren der Ansicht, dass Praxisbezug im naturwissenschaftlichen Unterricht, eine gute Basis für chemisches Verständnis darstellt. Sie versuchten auch ihren Schüler/innen bestimmte, dem Stoff übergeordnete, lebensbegleitende Ziele durch ihren Chemieunterricht zu vermitteln.

**Tabelle 16**

Median und Modalwert der Ratingstufen

Vorhandenen Möglichkeiten, die den Schüler/innen zur Verfügung stehen:

	N	Median	Modus
Schülergerechte Materialien, mit denen meine Schüler im Chemieunterricht die Möglichkeit haben, eigenständig Experimente durchzuführen, sind vorhanden	3	2	1

Die Lehrer/innen waren der Ansicht es trifft nur etwas zu, dass schülergerechte Materialien, mit denen die Schüler/innen im Chemieunterricht die Möglichkeit haben, eigenständig Experimente durchzuführen, vorhanden sind.

**Tabelle 17**

Median und Modalwert der Ratingstufen

Stellung der Naturwissenschaft in der Gesellschaft

	N	Median	Modus
Der Naturwissenschaftliche Bereich nimmt in unserer Gesellschaft eine wichtige Stellung ein	3	2	2
Der Naturwissenschaftliche Bereich nimmt in der Lehre eine wichtige Stellung ein	3	2	2
Durch einen guten Stellenwert der Naturwissenschaft in der Lehre, wäre eine Bereicherung unserer Gesellschaft in vielen Bereichen denkbar	3	1	1

Die Lehrer/innen waren der Ansicht es trifft nur etwas zu, dass der naturwissenschaftliche Bereich in unserer Gesellschaft und in der Lehre eine wichtige Stellung einnimmt. Sie waren jedoch der Meinung, dass ein guter Stellenwert der Naturwissenschaft in der Lehre, unsere Gesellschaft bereichern könnte.



## 4.5.5 Meinung der Chemielehrer/innen zu den Experimenten

**Tabelle 17**

Häufigkeiten

	Häufigkeiten		
	Zeit	Median	Modalwert
Die Arbeitsanleitung war für mich gut verständlich	Experiment 1	1	1
	Experiment 2	1	1
	Experiment 3	3	1
	Experiment 4	1	1
	Experiment 5	1	1

Die Arbeitsanleitungen von Experiment 1, 2, 4 und 5 wurden von den Lehrer/innen als gut verständlich bewertet. Die Arbeitsanleitung von Experiment 3 wurde nicht so gut bewertet.

Folgende Verbesserungsvorschläge wurden angegeben: Das Bild sollte besser kenntlich gemacht werden und der Versuchsaufbau sei zu komplex gewesen.

**Tabelle 18**

Häufigkeiten

	Häufigkeiten		
	Zeit	Median	Modalwert
Das Experiment hat geklappt	Experiment 1	1	1
	Experiment 2	2	1
	Experiment 3	2	1
	Experiment 4	1	1
	Experiment 5	1	1

Die Lehrer/innen gaben an, dass die Experimente 1, 4 und 5 gut durchführbar gewesen sind.

Bei den Experimenten 2 und 3 traten Schwierigkeiten auf: Teilweise wurden die Arbeitsanleitungen zu wenig genau gelesen und bei Experiment 3 war die Gasentwicklung schlecht gewesen.

**Tabelle 19**

Häufigkeiten

		Häufigkeiten	
	Zeit	Median	Modalwert
Das Experiment war einfach	Experiment 1	1	1
	Experiment 2	2	1
	Experiment 3	3	1
	Experiment 4	1	1
	Experiment 5	1	1

Die Experimente 2 und 3 wurden von den Lehrer/innen als weniger einfach empfunden, als die Experimente 1, 4 und 5.

**Tabelle 20**

Häufigkeiten

		Häufigkeiten	
	Zeit	Median	Modalwert
Mir hat das Experiment gefallen	Experiment 1	1	1
	Experiment 2	1	1
	Experiment 3	1	1
	Experiment 4	1	1
	Experiment 5	1	1

Den Lehrer/innen haben alle Experimente aus dem Koffer gut gefallen.

**Tabelle 21**

Häufigkeiten

	Häufigkeiten	
	Median	Modalwert
Mit diesem Koffer möchte ich öfters arbeiten	1	1
Eine Verwendung des Koffers im Rahmen des Unterrichts, halte ich für sinnvoll	1	1
Man braucht handwerkliches Geschick, um die Aufgaben aus dem Koffer lösen zu	1	1

Die Lehrer/innen gaben an, öfters mit dem Chemiekoffer arbeiten zu wollen und dass eine Verwendung des Koffers im Rahmen des Unterrichts sinnvoll wäre.

Weiters waren sie der Ansicht, dass handwerkliches Geschick notwendig ist, um die Aufgaben aus dem Koffer lösen zu können.

## 4.6 Durchführungs- und Ergebnisberichte der Lehrer/innen

Bei der Durchführung der Experimente und der Erprobung der Koffer traten in den Schulen verschiedene Probleme auf, weil die Schüler/innen nicht alle Materialien und Geräte kannten. Das hatte ich zu wenig bedacht und muss zukünftig verbessert werden. Der Inhalt des Koffers wird in der Folge mit einer Materialliste versehen, in der mit Hilfe von Abbildungen die einzelnen Teile erklärt werden. Auch soll es ein Bild des „richtig“ eingeräumten Chemiekoffers geben. Wie viel Zeit für ein Experiment benötigt wird, konnte schwer voraus gesagt werden. Es hat sich aber gezeigt, dass jedes Experiment leicht in einer Unterrichtseinheit durchgeführt werden kann. Natürlich war es oft nicht einfach, weil die Schüler/innen gleichzeitig auch den Unterricht nachholen mussten. Mit viel Toleranz wurde aber auch dieses Handicap überwunden. Aber auch für den unterrichtenden Lehrer war es eine Belastung, weil immer mit einer Frage der experimentierenden Schüler/innen zu rechnen war.

Wie war die Bereitschaft zur Mitarbeit der Schüler/innen? Grundsätzlich waren alle Schüler/innen stark motiviert, mit dem Koffer zu arbeiten. Genauere Erkenntnisse werden in Kapitel „Evaluation“ festgehalten. Auch erfüllte es einige Schüler/innen mit Stolz, dass gerade sie ausgesucht wurden, ein neues Lehrmittel zu erproben.

„Ordnung ist das halbe Leben“. Dieses Sprichwort hatte auch in der Erprobung der Chemiekoffer seine Gültigkeit. Bei manchen Schüler/innen war es selbstverständlich, bei andern wiederum nicht. Erschwerend kam noch der Umstand hinzu, dass die Erprobung des Chemiekoffers neben dem regulären Unterricht statt fand. So hat es oft schon geläutet und die Schüler/innen mussten wieder den Chemiesaal verlassen und waren zum Aufräumen nicht mehr greifbar. Ich hatte den Schüler/innen einen Wecker gestellt, der 10 Minuten vor Unterrichtsschluss geläutet hatte. Zu diesem Zeitpunkt mussten sie entscheiden, ob sie das Experiment fertig brachten und den Koffer auch noch einräumen konnten. Ich muss zugeben, dass dies nicht immer funktioniert

hat. Aber die Schüler/innen entwickelten dabei auch ein gewisses Zeitgefühl. Wie meine Kolleg/innen damit umgegangen sind, ist in deren Beschreibung nachzulesen.

#### **4.6.1 Durchführung und Erprobung – Evelyn Haas**

„Der Chemiekoffer war eine tolle Erfahrung für meine Schüler/innen und für mich. Meine Mädchen waren von der Vorstellung, allein mit dem Koffer arbeiten zu dürfen, begeistert. Die ersten beiden Gruppen habe ich wirklich ganz allein mit dem Koffer gelassen. Aber das ging nicht gut. Der Brenner hat nicht funktioniert, sie haben die Teile nicht gefunden und bald das Interesse am Versuch verloren. Trotzdem wollten sie die "neue Freiheit" im Kabinett so lange wie möglich genießen. Da ich die Koffer in einer Integrationsklasse eingesetzt habe, hat sich die Integrationslehrerin von da an als Ansprechpartnerin für die „Koffertesterinnen“ zur Verfügung gestellt. Allein hätte ich es nicht geschafft. Sie hat immer wieder nachgesehen, ob sie auch wirklich die Versuche durchführen und nicht mit den Materialien herumspielen. Dank ihrer Hilfe hat es ganz gut geklappt. Wir haben auch die I-Kinder mit dem Koffer arbeiten lassen, und sie waren begeistert.

Probleme gab es mit den Versuchsanleitungen. Speziell der Aufbau war bei einigen Versuchen schwierig. Vielleicht könnte man die Abbildungen verbessern. Da gab es ziemlich viel Gejammer, dass sie die Teile nicht finden. Ein weiteres Problem waren die Brenner. Zuerst haben sie nicht funktioniert und dann gingen sie immer wieder aus. Außerdem wurden die Koffer mit der Zeit immer unordentlicher.

Die Idee mit dem Koffer ist toll. Sie wirken auf die Schüler/innen total motivierend. Alle haben sich gefreut, mit dem Koffer zu arbeiten. Nur allein im Kämmerchen waren meine Schüler/innen teilweise damit überfordert. Außerdem ist es, meiner Meinung nach nicht ganz ungefährlich. Ich würde mir mehrere dieser Koffer wünschen, die man im normalen Unterricht einsetzen könnte. Die Versuche haben mir gut gefallen und mit kleinen Änderungen in der Versuchsbeschreibung und besseren Abbildungen kämen auch die Schüler/innen gut damit zurecht.“

#### **4.6.2 Durchführung und Erprobung – Rosina Haider**

„Gleich vorweg ist von meiner Warte aus zu sagen, dass ich und meine Schüler/innen durchwegs positive Erfahrungen mit dem Chemiekoffer gemacht haben und dass kleine Kritikpunkte ausschließlich als Anregung verstanden werden sollen.

Ich werde bei der Schilderung meiner Erfahrungen mit dem Koffer versuchen, chronologisch vorzugehen.

Für mich war bereits die Vorstellung und Übergabe des Koffers am Anorganischen Institut der Technischen Universität Graz ein kleines Erlebnis. Die Ideen zu den einzelnen Versuchen und die Umsetzung zum Einsatz als mobiles Labor empfand ich als höchst beeindruckend. Daher freute ich mich schon auf den Einsatz in der Schule.

Bei dieser Projektklasse handelt es sich um eine 4. Klasse (8. Schulstufe) der Hauptschule Anger. Die Schule befindet sich in einem ländlichen Umfeld und hat nur 12 Klassen.

Diese Klasse setzt sich aus 17 Mädchen und 7 Knaben zusammen. Da keine ausgesprochen leistungsschwachen Schüler/innen in dieser Klasse zu finden sind, können nach meiner Einschätzung und nach meinen Vergleichen mit anderen Klassen, sowohl Leistungsniveau als auch Leistungsmotivation dieser Klasse im Fach Chemie als überdurchschnittlich bezeichnet werden. Die Schüler/innen dieser Klasse gelten auch in allen anderen Fächern als besonders leistungsfähig und leistungswillig.

Da neben mir noch ein weiterer Kollege von unserer Schule an diesem Projekt teilnahm, hatten wir insgesamt 4 Koffer zum Einsatz im Chemieunterricht für beide am Projekt beteiligten Klassen zur Verfügung. Zu Beginn des Projektes wurden der Koffer und die Versuche der Klasse vorgestellt. Organisatorisch habe ich es so eingeteilt, dass in jeder Chemiestunde vier Schüler/innen die Möglichkeit hatten, die vom Projektteam ausgewählten Versuche durchzuführen und anschließend mittels Fragebogen zu reflektieren.

Die Auswahl der Schüler/innen, die die Versuche durchführen durften, erfolgte durch Auslosung. Die ausgewählten Schüler/innen waren angehalten, die Versuche laut Anleitung selbstständig durchzuführen. Dabei machte ich anfangs die Beobachtung, dass vor allem die Mädchen sehr vorsichtig und unsicher an die Versuche herangingen. Die Schwierigkeit am Anfang für mich war, die Schüler/innen, die nicht mit dem Koffer beschäftigt waren, für das übliche Unterrichtsprogramm zu gewinnen, da sie ständig zu beobachten versuchten, was mit dem mobilen Labor geschieht. D.h. die von mir gewählte Organisationsform führte zu Beginn zur Unruhe, die sich aber im Laufe des Projektes legte. Der Vorteil war, dass sich die experimentierenden Schüler/innen in meiner Aufsicht befanden und ich bei auftretenden Problemen, wie z.B. durch die Hitze durchlöcherten Aluschälchen oder aber auch bei nicht ganz verstandenen Versuchsanweisungen, wie z.B. beim Versuch „*Viele, viele bunte Smarties...*“ helfen konnte. Für die Schüler/innen war nicht klar, wie die Farbtupfer auf dem Filterpapier aufgetragen werden sollten und wo der schwarze Farbpunkt gesetzt werden sollte. Bei diesem Versuch zeigte es sich, dass gegen Ende der Projektphase die Schüler/innen öfter in der Lage waren, ihn alleine durchzuführen. Ich vermute, dass sich das aus der häufigen Beobachtung der Mitschüler/innen ergab. Die ersten größeren Probleme konnte ich in der Durchführung des Versuches „*Sauerstoff und Wasserstoff – ein ungleiches Paar*“ beobachten. Die meisten Schüler/innen konnten den Versuch ohne meine Hilfe nicht durchführen. Der Versuch „*Hell wie ein Blitz*“ – konnte meiner Einschätzung nach von den meisten Schüler/innen selbstständig durchgeführt werden und wurde zum Lieblingsversuch. Auch der Versuch „*Sauer – oder das Gegenteil – basisch?*“ machte den Schüler/innen bei der Durchführung keine Probleme. Die Schüler/innen waren immer mit voller Begeisterung dabei und diese Begeisterung hielt ungebrochen bis zum Ende des Projektes an. Beim Ausfüllen der Fragen nach den Versuchen, gab es kleinere Probleme, weil die Schüler/innen vor allem zu Beginn, ohne mein Drängen nicht sofort die gestellten Fragen beantworten wollten.

Gleich zu Beginn der Projektphase stellte sich heraus, dass man als Lehrerin sehr konsequent darauf schauen muss, dass die Schüler/innen auch verantwortungsbewusst mit den im Koffer vorhandenen Versuchsgeräten umgehen. Schon nach ein paar Versuchseinheiten waren Geräte stark verschmutzt und es fehlten sogar welche. Um das weitestgehend zu verhindern, beschlossen wir - mein Kollege und ich - eine Namensliste einzuführen, auf der mit Datum nachzulesen war, wer den Koffer zuletzt verwendete. Außerdem gaben wir eine Fehlbestandsliste in den Koffer, um den Fehlbestand früh genug wieder ergänzen zu können. Der höchste Verbrauch

ergab sich bei den Smarties, die ständig nachgekauft werden mussten. Die Dauer des Projektes erwies sich bei der von mir gewählten Organisationsform als relativ lang, weil die Schüler/innen vor allem zu Beginn oft nur einen oder zwei Versuche in einer Unterrichtsstunde schafften. Wie es den Schüler/innen im Detail gegangen ist, wird die Evaluation zeigen.

Abschließend kann von meiner Seite aus gesagt werden, dass ich mir wünschen würde, die Koffer in Klassenstärke einsetzen zu können. In unserer Schule ist der „Chemiekoffer“ auch außerhalb der Projektklassen bekannt geworden. Schüler/innen aus Klassen, die nicht ins Projekt involviert sind, fragen nach, wann auch sie damit experimentieren dürfen.“

### **4.6.3 Durchführung und Erprobung – Stefan Pöllabauer**

„Ich bin begleitender Lehrer beim Projekt „Chemie aus dem Koffer“ und möchte nach Abschluss des Projektes in ein paar Gedanken zusammenfassen, was mir bei der Arbeit aufgefallen ist.

Ich kann nur Bezug nehmen auf meine Klasse (eine 4. Klasse HS im ländlichen Bereich mit einer breiten Streuung an Interessen und Fähigkeiten der Schüler; im Allgemeinen aber leistungsbereit und motivationsbereit.)

Trotz einer für die Schüler doch vielfach ungewohnten Arbeitsweise war, glaube ich, die Motivation enorm hoch.

Durch die mehrfache Möglichkeit ihre eigene Meinung zu äußern und in einem größeren Rahmen an einem Projekt zu arbeiten, hat für die Schüler die Arbeit am Koffer einen zusätzlichen Wert bekommen.

Die Schüler haben die Arbeit am Koffer, sowie die Auswertung sehr ernst genommen.

Soweit einige Vorbemerkungen, nun zur Arbeit im eigentlichen Sinne:

Vorauszuschicken wäre, die Schüler sind im Großen und Ganzen mit den Versuchen zurechtgekommen.

Stofflich war meinen Schülern Abdampfen, Elektrolyse und Chromatographie bekannt; Base und Säure, sowie deren Nachweis waren neu.

Zur Handhabung des Koffers möchte ich anmerken, dass ich als Einführung eine allgemeine „Koffererklärung“ durchgeführt habe, sowie den Elektrolyseversuch als Beispiel, wie man mit dem Koffer arbeitet, vorgezeigt habe. Wobei ich das Hauptproblem bei diesem Versuch darin sah: Wie bekomme ich die Ampulle voll und die volle Ampulle in die Küvette? (Begriffe wie Küvette, Evilonrohr ... waren zu erklären)

Ferner habe ich eingegriffen, um eine zeitmäßig rationelle Arbeitsweise zustande zu bringen, sodass 2 Versuche parallel laufen konnten.

Die Schüler haben alle Versuche zufrieden stellend durchgeführt und nach ihren Möglichkeiten auch Ergebnisse erhalten und Erkenntnisse gewonnen.

Damit möchte ich aber auf einige Probleme hinweisen, die eigentlich von den Schülern thematisiert wurden.

Das erste Problem war der Faktor Zeit. Die Schüler hatten das Gefühl, unter Druck zu stehen, da nur ein beschränkter Zeitrahmen zur Verfügung stand. Wobei ich das Glück hatte, eine Doppelstunde zur Verfügung zu haben. Vorgegeben ist der Zeit-

rahmen aber durch die Struktur der Schulorganisation mit 50' Stunden, ständigen Klassen- und Gruppenwechsel, Busfahrzeiten ...

Wenn also um 13 Uhr 10 der Bus fährt, bleibt leider keine Zeit den Koffer ordnungsgemäß einzuräumen bzw. Arbeitsgerät zu säubern und zu versorgen.

Ein weiteres Problem war, die Schüler darauf zu drängen, Anweisungen und Erklärungen vor der Durchführung der Versuche genau zu lesen, dann alle benötigten Geräte und Chemikalien zu bereitzustellen, und dann den Versuch durchzuführen.

So hat der Wasserstoffnachweis meist noch funktioniert, der Sauerstoffnachweis ist eigentlich der Zeit zum Opfer gefallen.

Die Schüler hatten mehrfach sachliche Fragen (Wie kann Metall überhaupt brennen? Wer braucht diese Farbumschläge eigentlich?) gestellt.

Grundsätzlich sind die Schüler mit den Geräten im Koffer zurechtgekommen; wozu man sie drängen musste war, die Chemikalien sparsam zu verwenden. Spatelspitzen sind von Fall zu Fall eher mächtig ausgefallen und die Epruvette schäumte über...

Das Experimentieren in diesem Rahmen ist auf jeden Fall äußerst motivierend und weckt bestimmt Interesse am Fach Chemie und macht es interessant.

Wozu ich meine Schüler aber mit leichtem Druck hinführen musste war, zu überlegen, was die Erkenntnis aus dem Versuch eigentlich war, und diese Erkenntnis auf jeden Fall auszuformulieren.

Nachdem sie erkannt hatten, dass sie neben der Begeisterung am Experimentieren an und für sich zu einem Ergebnis kommen müssen, sind durchwegs gute Ergebnisse zustande gekommen.

Ich werde diesen Koffer auf jeden Fall im Chemieunterricht weiter verwenden und immer wieder einsetzen, weil ich glaube, dass diese Art von Chemieunterricht die Methodik in vielen Bereichen auf den Punkt bringt: Selbsttätigkeit des Schülers, Motivation, Anregung zum Weiterforschen durch die Erkenntnis, dass viele Chemikalien im Alltag greifbar sind, Entwicklung von Kompetenzen wie genaues Beobachten, definieren und formulieren von Beobachtung und Erkenntnissen .....

Abschließend:

Allein die oft gestellte Frage: "Wann kriegen wir den Koffer wieder?" ist ein Beweis, dass die Arbeit mit dem Koffer ein bedeutender Bereich im Chemieunterricht sein kann.

Es müsste nur eine genügende Anzahl von Koffer zur Verfügung stehen. (1 Koffer für 2 Schüler wäre ein anzustrebendes Ziel.)"

#### **4.6.4 Durchführung und Erprobung – Alice Pietsch**

Die Erprobung des Koffers erfolgte mit einer vierten Klasse des Gymnasiums. Die Klasse ist aktiv und zeigt reges Interesse am Unterricht. Zu Beginn der Stunde wurden immer vier Mädchen zum Experimentieren ausgewählt. Sie begaben sich in das angeschlossene Chemiekabinett und experimentierten die gesamte Unterrichtsstunde. Ich pendelte mehrmals im Unterricht zwischen Chemiesaal und Kabinett hin und her, um die 4 Schülerinnen zu beobachten bzw. Fragen zu beantworten. Mit der Zeit liefen mir die Schülerinnen schon auf dem Gang vor der Unterrichtsstunde entgegen und baten mich, ob sie wohl heute die Versuche aus dem Koffer machen dürften.

Zum Ende des Projektes stellten sie bereits selbst 4er Teams zusammen und teilten sich ihr „Drankommen“ in Eigenregie perfekt ein.

Die Erfahrungen mit dem Koffer lassen sich in unterschiedliche Bereiche gliedern und ich werde diese in der Folge beschreiben:

### **Interessensentwicklung:**

Es zeigte sich, dass die Arbeit mit dem Koffer für die Schüler/innen sehr motivierend war. Es machte ihnen zunehmend Freude und vor allem die Arbeit mit so kleinen Geräten faszinierte sie. Sie räumten den Koffer öfter ein und aus und begutachteten die kleinen Dinge, die darin versteckt waren. Besonders lustig fanden sie das Stativ, das bei einem Versuch wie ein „Christbaum“ war. Ihre Rolle als Evaluatorinnen nahmen sie sehr ernst und sie lasen sehr genau und probierten, ob man es nicht einfacher sagen oder tun könnte, damit der Lehrer, der den Koffer gebaut hatte, ihn noch verbessern könnte. Am Ende sagten viele Schüler/innen, die eigenständiges Experimentieren nicht so gewöhnt sind, da es kaum eine Ausrüstung an der Schule gibt, dass Chemie **so** richtig toll ist!

### **Leistungsentwicklung:**

Zu Beginn des Experimentierens zeigten sich keine so großen Unterschiede zwischen den Schüler/innen. Sie mussten sich erst zurechtfinden und das Experimentieren lernen. Mit der Zeit zeigte sich eine Binnendifferenzierung: Leistungsstarke Schülerinnen stützten sich zunehmend allein auf die Experimente und arbeiteten intensiv und schnell. Mittelmäßige Schülerinnen arbeiteten gern und zum Teil mit Fragen an die Lehrerin bezüglich der Versuche und die 2-3 schwächeren Schüler/innen hatten Probleme die Versuchsanleitungen zu verstehen und dann den Versuch umzusetzen. Sie spielten oft unkonzentriert herum, oder beschäftigten sich in anderer Form. Erst, wenn eine Mitschülerin Hilfestellung gab, dann setzten sie sich wieder mit dem Experiment auseinander. So kann man sagen, dass gute Schülerinnen durch den Koffer sehr gefördert werden, bei den mittelmäßigen die Leistung langsamer als bei den guten ansteigt und die schlechte mit dem alleine Experimentieren mit dem Koffer bei manchen Versuchen überfordert sind.

Es wurden auch die handwerklichen also motorischen Fähigkeiten der Schüler/innen durch das Experimentieren stark verbessert. Auch der Ordnungssinn steigerte sich. Die Mädchen räumten freiwillig am Ende der Stunde den Koffer wieder ein, wenn auch die Ordnung im Koffer nicht immer wiederhergestellt werden konnte.

### **Defizite:**

Es zeigte sich, dass die Schülerinnen keinerlei Interesse am fachlichen Hintergrund der Experimente haben. Das Phänomen als solches ist interessant. Warum es entsteht oder was chemisch dahinter steht, ist für die Schülerinnen nicht interessant. Die Verbindung zwischen Theorie und Praxis wurde durch die Experimente nicht wesentlich leichter hergestellt.



## Die einzelnen Versuche:

### *„Salz aus dem Wasser“*

Diesen Versuch konnten alle Mädchen leicht durchführen. Sie hatten kaum Schwierigkeiten mit der Versuchsanleitung. Ein Problem waren lediglich die Brenner. Die neu gekauften Brenner (Hofer) hatten eine zu starke Flamme und so wurde die Teelichthülle oft umgeworfen. Die Schülerinnen füllten sie immer zu stark mit Salzwasser, sodass es lange dauerte, bis das Wasser verdampft war.

### *„Viele viele bunte Smarties“*

Das Tolle an diesem Versuch ist, dass die Schülerinnen die Smarties nach dem Ablösen der Farbe aufessen konnten. Dies machte ihnen viel Freude. Ein Problem war, dass sie nicht wussten, wie sie die Farben auftragen sollten und vor allem den schwarzen Punkt nicht zu positionieren wussten. Sie verstanden weiters nicht, dass eine Farbstofftrennung stattfinden sollte. Wenn sich die Farbflecke irgendwie bewegten, waren sie schon zufrieden. Ein Problem ist weiters, dass der Rundfilter zu groß für die Küvette ist. Es würden sich vielleicht zugeschnittene Löschpapierblätter besser eignen.

### *„Sauer – oder das Gegenteil – basisch?“*

Dieser Versuch funktionierte bestens! Die Schülerinnen hatten eine große Freude an der Farbentwicklung von Blaukrautsaft durch den Zusatz der Säuren und Basen. Diesen Versuch konnten die Mädchen (auch schwache Schülerinnen) leicht durchführen. Er zählte zu den beliebtesten. Man muss nur aufpassen, dass sie nicht zuviel Blaukrautextrakt verwenden, denn sie schütten dann einen Großteil des Saftes weg!

### *„Magnesium verbrennen“*

Dieser Versuch war nicht ganz einfach, da sie das Mg nicht zum Brennen brachten. Da musste ich mithelfen. Sie verstanden auch nicht, warum sie das MgO in dem kleinen Aluminiumbecher auffangen sollten und dann in die kleine Epruvette geben sollten. Sie gaben entweder gleich das Wasser in den Alubecher zum MgO oder sie gaben das MgO gleich in die Epruvette und setzten das Wasser hinzu.

### *„Sauerstoff und Wasserstoff – ein ungleiches Paar“*

Dieser Versuch machte Ihnen die größten Probleme, obwohl sie dann doch draufkommen wie man ihn durchführen sollte. Sie nahmen anfangs nie die Schutzkappen von der Batterie und wunderten sich, dass kein Strom floss. Alle sagten, dass das Bild zum Versuchsaufbau gerade bei diesem Versuch nicht gut sei, dass man den Aufbau nicht gut sehen kann. Ich glaube, dass hier bei den Materialien eine Schere angegeben ist, die man nicht braucht.

Es wäre vielleicht gut, die Versuchsanleitungen zu folieren, da die einzelnen Seiten sonst sehr verschmutzt würden! Das Ordnung halten im Koffer ist ein Problem und es schwinden Sachen dahin, aber ansonsten war alles wunderbar!!!!!!“



## 5 REFLEXION UND AUSBLICK

### 5.1 Reflexion

Es war eine umfangreiche Arbeit, bei der viele Menschen damit beschäftigt waren, neue Erkenntnisse zu gewinnen. Wenn nun diese vielen Erkenntnisse auf dem Tisch liegen, ist es schwer eine Auswahl zu treffen, welche davon als besonders wichtig anzusehen sind und welche auf den ersten Blick weniger bedeutend erscheinen.

Ich möchte meine Erkenntnisse auf die vier Projektziele beziehen und das Erreichen mit den Abstufungen: erreicht; teilweise erreicht; nicht erreicht bewerten.

#### 1. Ziel: Entwicklung des Chemiekoffers

Der Chemiekoffer soll relativ einfache Experimente für die Sekundarstufe I enthalten.	erreicht
Alle Experimente sollen kompakt in einem Koffer Platz finden und unabhängig von der Lokalität einsetzbar sein.	erreicht
Die Experimente sollen als Schüler/innenexperimente in Klassenstärke durchgeführt werden können	Noch nicht erschöpfend erforscht – sehr positive Ansätze erkennbar

#### 2. Ziel: Erprobung des Chemiekoffers

Hoher logistischer Aufwand in der Durchführung der Erprobung.	trifft zu
Um eine vergleichende Erprobung durchführen zu können, ist die Ordnung im Koffer ein wichtiges Kriterium.	wurde festgestellt
Gibt es beim Experimentieren, Text lesen, handwerklichem Geschick, usw. einen Unterschied zwischen Mädchen und Burschen?	teilweise ja
Wie erfahren, erleben die Kolleg/innen den Chemiekoffer als Experimentierhilfe und was stellen sie bei der Erprobung des Koffers fest?	sehr positiv

### 3. Ziel: Veränderung des Zuganges zur Chemie

Die im Koffer enthaltenen Experimente sollen das Verständnis für die Zusammenhänge in der Chemie vertiefen.	teilweise erreicht
Begleitend sollen für die Schüler/innen alle Experimente im Internet zur Nachbearbeitung zur Verfügung gestellt werden.	erreicht
Durch das selbstständige Arbeiten am Experiment wird der Schüler, die Schülerin zum(r) Forscher/in, er/sie schlüpft damit in eine neue Rolle.	erreicht
Erreicht man mit dem selbstständigen Experimentieren im Chemieunterricht eine größere Motivation für das Fach?	erreicht!
Kann eine Korrelation zwischen Schwierigkeitsgrad und Motivation erkannt werden?	teilweise
Wird mit dem selbstständigen Experimentieren der Blick für den Zusammenhang zwischen Chemie im Fach und Chemie im Alltag besser hergestellt?	teilweise

### 4. Ziel: Zusammenarbeit mit der Universität

Die Zusammenarbeit mit der Universität soll als gewinnbringender Austausch für alle Beteiligten erkannt werden.	erreicht
---	----------

#### 5.1.1 Resümee

Wichtigste Erkenntnis ist zweifelsohne die offensichtliche Steigerung der Motivation auf Lehrer/innen- und auf Schüler/innenseite für den Chemieunterricht durch den Einsatz des Chemiekoffers. Damit wurde meine Annahme in dieser Hinsicht voll bestätigt.

Zu den einzelnen Experimenten gibt es unterschiedliche Erkenntnisse: Sind die Experimente meiner Meinung nach einfach aufgebaut (Experiment 1 und Experiment 2), so heißt dies noch nicht, dass es auch die Schüler/innen so empfinden. Sind die Experimente schwierig (Experiment 3, bewusst eingebaut), sinkt die Motivation sowohl bei den Schüler/innen als auch bei den Lehrer/innen. Im Experiment 3 wird auch der Text sowohl von den Schüler/innen als auch von den Lehrer/innen schlecht beurteilt. Diesem Umstand muss nachgegangen werden und das Setting muss verbessert werden. Den unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad habe ich bewusst eingesetzt um Vermutungen bestätigt oder nicht bestätigt zu bekommen. Meine Annahme war, dass schwierige Experimente für die Motivation nicht förderlich sind. Im Experiment 4 und Experiment 5 habe ich versucht den Bezug zum Alltag in den Vordergrund zu rücken und auch das Experiment einfach zu gestalten. Da gab es weder von Seiten der Schüler/innen noch der Lehrer/innen Probleme, beide Experimente wurden sowohl von den Schüler/innen als auch von den Lehrer/innen als einfach

bewertet und die Experimente fanden einen guten Anklang. Auch der Text wurde gut verstanden. Jetzt könnte man es sich einfach machen und sagen: Ich nehme die schwierigen Experimente heraus und verwende nur die leichteren. Damit habe ich aber der Sache nicht gedient! Mein Ansatz wird es sein, wo es notwendig ist die Texte zu verbessern und das Experiment erneut von den Schüler/innen testen zu lassen. Zusätzlich werde ich bei aufwendigeren Experimenten Hilfestellungen für den Lehrer und die Lehrerin in der Experimentierbeschreibung berücksichtigen.

Am 14. Juni 2007 konnte ich im Rahmen einer Bildungsmesse für den Pflichtschulbereich, den Chemiekoffer als Schülerexperiment in Klassenstärke an vier verschiedenen Hauptschulklassen (insgesamt 80 Schüler/innen) erproben. Dazu kann ich aber nur meine persönlichen Eindrücke wiedergeben, da ich keine Schülerbefragung in statistischer Qualität durchführen konnte. Zum Einsatz kam das Experiment 5 „Sauer – oder das Gegenteil – basisch“

1. Erkenntnis: Alle Schüler/innen haben freiwillig und mit Interesse intensiv am Experiment gearbeitet und auch das bereitgestellte Arbeitsblatt bearbeitet.
2. Erkenntnis: Es ist sehr gut gelungen alle Schüler/innen für das Experiment eine Schulstunde lang intensiv zu beschäftigen.
3. Erkenntnis: Die Lehrerkolleg/innen konnten dem Chemiekoffer sehr viel Positives abgewinnen.
4. Erkenntnis: Der Materialverbrauch war äußerst gering und auch der organisatorische Aufwand war für mich nicht so extrem, da ich mit 10 Koffern anreiste, diese aufstellte, die Schüler/innen experimentieren lies und am Ende wieder einpackte.

Summa summarum: Das Projekt „Chemie aus dem Koffer“ war für mich ein voller Erfolg! Das positive Feedback der Lehrer/innen und Schüler/innen hat mich in der Annahme bestätigt, dass mit dem Einsatz des Chemiekoffers ein Beitrag zur Motivationssteigerung im Chemieunterricht geleistet wird.

## 5.2 Ausblick

Für mich ist diese Arbeit sehr aufschlussreich und noch lange nicht abgeschlossen. Zunächst werden alle Versuchsbeschreibungen noch einmal überarbeitet und ergänzt, wo es notwendig ist.

Die Anzahl der Experimente wird noch erhöht und einige Teilbereiche der Chemie (z.B. Destillation...) hinzugefügt. Die Stückzahl der Koffer wird für meine Bedürfnisse auf 16 erhöht, damit pro Tisch zwei Schüler/innen mit einem Koffer arbeiten könnten. Dadurch ist auch gewährleistet, dass bis zu einer Klassenstärke von 32 Schüler/innen, Schüler/innenexperimente durchgeführt werden können.

Für den Einsatz im Unterricht werden noch Arbeitsblätter entwickelt, die einen genauen Arbeitsauftrag beschreiben. Dadurch kann der theoretische Lerninhalt noch besser mit dem Experiment abgestützt werden.

Das Rohmaterial der Evaluation hat Fragen aufgeworfen, die noch eingehender erforscht werden sollten, diese Erforschung möchte ich weiter vorantreiben.

Die Homepage [www.wilhempichler.at/chemiekoffer](http://www.wilhempichler.at/chemiekoffer) wird weiterhin aktualisiert und erweitert. Diese dient auch der Verbreitung für interessierte Kolleg/innen. Der Selbstbau des Koffers könnte im Rahmen von Fortbildungen realisiert werden, wie es bei dem von mir entwickelten Physik-Koffer schon der Fall ist.

Frei nach dem Motto: „Viel liegt noch vor uns, warten wir es ab“!

## 6 LITERATUR

Neber, H. (2007) Taschenbuch Grundschule, Schneiderverlag Hohengehren (in Druck). „14. Didaktisches Grundkonzept (3): Entdeckung, Erfahrung und Problemlösung“

Neber, H. (2006). Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. Weinheim: Beltz/PVU „Entdeckendes Lernen“

STEVENS, J. P. (2002). Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.

ROST, J. (1996). Testtheorie, Testkonstruktion. Bern: Hans Huber.

KESSELS, Ursula (2002). Undoing Gender in der Schule. Weinheim und München: Juventa Verlag

Sonstige Quellen:

SHAKHASHIRI, Bassam Z. (1983). Chemical Demonstrations. Wisconsin: The University Of Wisconsin Press. "Volume1, Volume2, Volume3, Volume4"

Internetadressen:

<http://www.exploratorium.edu/snacks/>

(31.5.2007).

<http://www.sci-toys.com/scitoys/scitoys/echem/echem.html>

(31.5.2007)

## **7 ANHANG**

HUBER Daniela, Anhang1 bis Anhang 20; Darin sind sämtliche Fragebögen der Evaluation und die genauen Tabellen des Statistikprogramms enthalten.

Dateiname: 543\_WilhelmPichler\_Anhang1\_StatistischeAuswertung.doc

PICHLER Wilhelm, Versuchsbeschreibung; In der Versuchsbeschreibung sind Experimente und deren Durchführung beschrieben.

Dateiname: 543\_WilhelmPichler\_Anhang2\_Versuchsanleitung.doc