



**Naturwissenschaftswerkstatt**

**OFFENES UND  
SCHÜLER/INNEN/ZENTRIERTES  
ARBEITEN  
IM CHEMIEUNTERRICHT**

**Erich Faissner, Brigitte Koliander**

**Schulen des *bfi* Wien**

Wien, 2003

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
1.1	Situation des Gegenstandes Chemie an der HAK .....	4
1.2	Schülerzentrierte Unterrichtsmethoden.....	5
1.2.1	Einführung schülerzentrierter Unterrichtsmethoden.....	5
1.2.2	Überblick über die verwendeten Unterrichtsmethoden .....	5
1.2.3	Schülerzentrierte Methoden im Fach Chemie .....	6
<b>2</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>DURCHFÜHRUNG .....</b>	<b>9</b>
3.1	Auswahl der Klassen .....	9
3.2	Unterrichtsmethoden.....	9
3.2.1	Überblick über die Stoffgebiete und die angewandten Methoden.....	9
3.2.2	Eingesetzte Methoden .....	11
3.2.3	Experimente.....	12
3.2.4	Freies projektartiges Arbeiten .....	14
3.3	Evaluierung .....	15
3.3.1	Fragebogen.....	15
3.3.2	Beobachtungen des Begleitlehrers .....	16
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE UND DISKUSSION .....</b>	<b>17</b>
4.1	Sammlung der Materialien .....	17
4.2	Ertrag des Unterrichts .....	17
4.3	Beurteilung der Methoden durch die Schülerinnen und Schüler .....	19
4.4	Akzeptanz des Chemieunterrichts .....	21
4.4.1	Korrelationen in der Versuchsklasse zwischen verschiedenen abgefragten Parametern .....	22

4.5	Arbeitshaltung.....	23
<b>5</b>	<b>AUSBLICK .....</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>28</b>
7.1	Lehrplan 1988.....	28
7.2	Lehrplan 1999.....	29
7.3	Fragebogen 1. Teil.....	30
7.4	Fragebogen 2. Teil.....	31
7.5	Fragebogen 3. Teil Gruppe A.....	32
7.6	Fragebogen 3. Teil Gruppe B.....	34
7.7	Korrelationen zwischen Beliebtheit und Wissen.....	36

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Situation des Gegenstandes Chemie an der HAK

In den *Lehrplänen der Handelsakademie (Lit.1-5)* wurde der Gegenstand Chemie seit 1994 immer stärker reduziert: Von vier Stunden Chemie vor 1994 bis hinunter auf zwei Stunden in den Schulversuchslehrplänen 1999, in welchen Chemie und Physik außerdem zu einem Gegenstand (Chemie und Physik) zusammengefasst wurden.

Ein kurzer Überblick über die jeweiligen Stundentafeln für Physik und Chemie ist in folgender Tabelle zusammengefasst:

	Wochenstunden					Summe
	Jahrgang					
	I	II	III	IV	V	
<b>Lehrplan 1988</b>						
Chemie	-	2	2	-	-	4
Physik	-	2	2	-	-	4
<b>Lehrplan 1994</b>						
Chemie	-	3	-	-	-	3
Physik	-	-	2	2	-	4
<b>Lehrplan 1999 (Schulversuch, Lit. 3-5)</b>						
Chemie und Physik		2	3			5

Das Unterrichtsfach Chemie muss an den Schulen des *bfi* Wien im Moment in nur zwei Wochenstunden (in der gesamten Handelsakademie) unterrichtet werden. Ausgenommen sind die Aufbaulehrgänge, eine Schulform, in welcher Schülerinnen und Schüler, die die Handelsschule absolviert haben, bis zur HAK-Matura geführt werden. Diese Schulform wurde nicht in die Schulversuche einbezogen und wird daher noch nach den Lehrplänen 1994 mit drei Stunden Chemie unterrichtet.

Das Fach Chemie ist an der HAK durch diese starken Kürzungen zu einem scheinbar unbedeutendem "Nebenfach" geworden. Außerdem ist nach wie vor die "ganze" Chemie, vom Aufbau der Materie aus Atomen angefangen bis zur organischen Chemie zu unterrichten - in nur mehr einem Schuljahr (siehe dazu im Anhang die Lehrpläne 1988 und 1999).

## 1.2 Schülerzentrierte Unterrichtsmethoden

### 1.2.1 Einführung schülerzentrierter Unterrichtsmethoden

Neue Unterrichtsmethoden haben sich in anderen Schulformen und Gegenständen schon seit vielen Jahren bewährt. In vielen Volks- und Hauptschulen wird, von den Theorien von Maria Montessori (Link zum österreichischen Montessorizentrum siehe Lit. 23) ausgehend, in Stationen, mit schönen Materialien und mit freier Zeiteinteilung der Kinder gearbeitet. Ähnliche Techniken des Stationenbetriebes werden auch an unserer Schule seit etwa zehn Jahren in den Sprachen eingesetzt.

Methoden des eigenverantwortlichen Arbeitens (EVA) nach *Klippert* (Lit. 11 und 12) dringen besonders über die wirtschaftlichen und kommunikativen Fächer an die HAK und werden zur Zeit von Kollegen vor allem zum Erlernen von Lernmethoden, Kommunikation und Teamarbeit eingesetzt.

#### Konstruktion versus Instruktion

In den zurückliegenden Jahrzehnten hat auch im naturwissenschaftlichen Unterricht ein Umdenken begonnen: Weg vom alleinigen "Erfüllen des Lehrplanes" oder einem "Durchmachen des Lehrbuchs", was sich oft in einer raschen, enzyklopädischen Weitergabe der Begriffe (durch den Lehrer), die im Lehrplan oder im Lehrbuch stehen, erschöpfte. Hin zu einem Lehren, das das Arbeiten und Lernen der Schülerinnen und Schüler in den Mittelpunkt stellt.

Lernen wird immer häufiger als Konstruktion von Wissen begriffen, die jede Schülerin, jeder Schüler selber leisten muss. Allerdings soll hier nicht jeder Instruktion abgeschworen werden. Die Abwechslung von Instruktion durch Materialien oder den Lehrer, und Konstruktion des Wissens durch die Schülerinnen und Schüler macht den Unterricht erfolgreich.

Sehr gut beschreiben das *Reimann-Rothmeier und Mandl* (Lit. 7): "Konstruktion und Instruktion lassen sich nicht in einem Alles-oder-Nichts-Prinzip realisieren. Lernen erfordert zum einen immer Motivation, Interesse und Aktivität seitens des Lernenden: Das heißt, jeder Lernprozess ist konstruktiv, und es muss oberstes Ziel des Unterrichts sein, den Lernenden Konstruktionen zu ermöglichen und diese anzuregen. Lernen erfordert zum anderen aber auch Orientierung, Anleitung und Hilfe: Das heißt, jeder Lernprozess ist interaktiv, und es ist ebenfalls eine zentrale Aufgabe des Unterrichts, Lernende unterstützend zu begleiten und ihnen hilfreiche Instruktionen anzubieten."

### 1.2.2 Überblick über die verwendeten Unterrichtsmethoden

#### Lernen in Stationen

Ausgehend von Maria Montessori wurden vor allem für jüngere Schülerinnen und Schüler in Volksschulen und Hauptschulen ein "Lernen in Stationen" entwickelt. Es werden von den Lehrerinnen und Lehrern eine große Auswahl schöner Arbeitsmaterialien zur Verfügung gestellt, die Kinder erhalten Arbeitspläne und erarbeiten in freier Zeiteinteilung das angestrebte Lernziel.

Einen guten Überblick über die Literatur gibt es auf der Website des Montessorizentrums (Lit. 23).

## **Eigenverantwortliches Arbeiten (EVA) nach Klippert**

*Klippert* hat in seinen Büchern (*Lit. 11 und 12*) eine wunderbare Vielfalt von Methoden gesammelt, mit denen man Schülerinnen und Schüler langsam und in kleinen Schritten zum eigenverantwortlichen Arbeiten und zum Arbeiten in Gruppen hinführen kann. Er verwendet seine Übungen, um "Methodentraining" oder "Kommunikationstraining" durchzuführen, aber die Methodik ist sehr leicht auch auf andere Inhalte übertragbar. Sie besticht vor allem durch ihre Praxisnähe und sofortige Anwendbarkeit.

Der allgemeine Ansatz lautet: Von der Einzelarbeit zur Partnerarbeit zur Gruppenarbeit und dann zur Präsentation vor der ganzen Klasse. Die Partner und Gruppen werden zufällig bestimmt, auch die jeweils präsentierenden Schüler wählt das Los.

### **Projekte im Unterricht**

Projektunterricht wäre am besten geeignet, Schülerinnen und Schülern freies Arbeiten in der Schule zu ermöglichen. Aber von der Themenwahl angefangen bis zum Kampf um die Fertigstellung von Präsentationen oder Berichten ist vieles nicht so frei, wie die Schüler es wünschen würden und die Lehrer es erlauben können. Viele Erfahrungsberichte von Lehrerinnen und Lehrern zeigen, dass beim freien Arbeiten, wie es häufig bei Projekten geschieht, frustrierende Erlebnisse mit der Motivation und dem Arbeitseinsatz der Schülerinnen und Schüler auftreten, selbst wenn sie das Thema selbst gewählt haben. Der Arbeits- und Zeitaufwand für viele Tätigkeiten wird nicht richtig eingeschätzt, die Aufteilung in den Gruppen erfolgt oft sehr ungleich, die Schülerinnen und Schüler "können nicht selbständig arbeiten". Es ist wieder nur ein kleiner Teil der Gruppenmitglieder aktiv.

Sehr ehrlich erscheint mir hier ein Auszug aus einem Interview (*Lit. 6*) von Manfred Huth: "Bist du da nicht eine Trautmäntzerin? Du weißt doch, wie Schulwirklichkeit aussieht. Selbstbestimmtes Lernen, Schülerinnenaktivität - ja alles schöne Worte, aber meine Wirklichkeit sieht ganz anders aus. Mit meinen Schülerinnen geht so was nicht, das gäbe ein Chaos!" - "Du legst deinen Finger in eine Wunde, da gebe ich dir schon recht. Aber die Wunde gehört nicht zum Projektunterricht, sondern ist Bestandteil traditioneller schulischer Lernprozesse. .... Auch Projektarbeit muss gelernt werden!"

### **1.2.3 Schülerzentrierte Methoden im Fach Chemie**

Materialien für das **Lernen in Stationen** für die Chemie der Oberstufe gibt es kaum. Eine Zusammenfassung der verschiedensten Möglichkeiten, Spiele und Rätsel zu erstellen, findet man bei *Roer, Hellweger, Schmidkuntz (Lit. 8)*. Einen guten Überblick, auch über theoretische Grundlagen, gibt es auf der *Homepage der Uni Karlsruhe (Lit. 9)*. Interessant ist auch die Website über Ernährung vom *HKT-Seminar (Lit. 10)*, auf der man sich Anregungen für die Erstellung der Stationen holen kann.

Da die **Methoden des EVA** ursprünglich für das Einüben von Lernmethoden, Kommunikation und Teamarbeit zusammengestellt wurden, gibt es keine Unterlagen speziell für Chemie.

Im Chemieunterricht bietet sich der schülerzentrierter Zugang durch chemische **Experimente** an, die im traditionellen Unterricht oft nur als Aufputz und zur Unterhaltung eingesetzt werden (zu dieser Problematik siehe *Hünig, Lit. 14*).

Literatur zur Durchführung von chemischen Experimenten gibt es ausreichend. Aus folgenden Quellen wurden Anleitungen entnommen: aus Lehrbüchern von *Jungwirth* (Lit. 15 und 16), Experimentierbüchern von *Rentsch* (Lit. 17 und 18) und *Reiss* (Lit. 19), dem *Kunststoffbuch der chemischen Industrie* (Lit. 20), den Kosmetikbüchern von *Pütz* (Lit. 21 und 22) sowie der Website von *Seilnacht* (Lit. 13).

## 2 AUFGABENSTELLUNG

### Ziele

Der Chemieunterricht in der HAK sollte trotz der starken Stundenkürzungen und der Überfülle des Lehrstoffes für die Schülerinnen und Schüler verständlich und interessant gestaltet werden.

Es sollten neue Unterrichtsmethoden auf ihre Anwendbarkeit im Unterricht, auf die Akzeptanz durch die Schülerinnen und Schüler, aber auch auf ihre Effizienz (Was behalten die Schüler auch noch lange nach den Prüfungen?) getestet werden.

Die Schülerinnen und Schüler sollten schrittweise zum eigenverantwortlichen Lernen hingeführt werden.

Da kaum Materialien für diese neuen Unterrichtsmethoden zur Verfügung standen, sollten neue Materialien entwickelt werden. Der begleitende Kollege sollte die Materialien korrigieren und über das Internet interessierten Kollegen zur Verfügung stellen.

### Eingesetzte Unterrichtsmethoden

Folgende Unterrichtsmethoden sollten dabei eingesetzt werden:

- Lernen in Stationen
- Methoden des eigenverantwortlichen Arbeitens nach Klippert
- Spielerisches Experimentieren
- Genau angeleitete Experimente (mit den Methoden nach Klippert vorbereitet)
- Experimente in Gruppenpuzzles
- Freies, projektartiges Arbeiten

### Evaluation

Ein Kollege sollte den Unterricht stundenweise begleiten, um Rückmeldungen über seine Beobachtungen beim Einsatz der neuen Methoden geben zu können.

Ein Fragebogen sollte entwickelt werden, um die Klasse mit anderen, konventionell geführten Klassen zu vergleichen.



# 3 DURCHFÜHRUNG

## 3.1 Auswahl der Klassen

Als Versuchsklasse wurde ein Aufbaulehrgang (AUL1) gewählt. Dieser Klasse wurde der Vorzug gegenüber der HAK-Klasse gegeben, weil nur in dieser Schulform eine von der gleichen Lehrerin unterrichtete Parallelklasse (AUL2) für Vergleiche zur Verfügung stand.

*Die Schülerinnen und Schüler des Aufbaulehrganges sind zwei Jahre älter als diejenigen der Handelsakademieklassen. Es wurde angenommen, dass ihre Rückmeldungen über den Unterricht reifer sind als die der Jüngeren. Außerdem wird im Aufbaulehrgang noch nach dem Lehrplan 1994 unterrichtet und damit steht eine Stunde mehr pro Woche für den Chemieunterricht zur Verfügung (3 Wochenstunden). Dies gestattete, eine größere Anzahl von Methoden zu testen.*

## 3.2 Unterrichtsmethoden

### 3.2.1 Überblick über die Stoffgebiete und die angewandten Methoden

Stoffgebiete (siehe auch Lehrplan im Anhang und Lit. 3-5)	Methode (Zeitaufwand in Unterrichtsstunden)
Wiederholung der chemischen Formelsprache	Lernen in Stationen (4)
Aufbau der Materie	Spielerisches Experimentieren: Stoffe mischen und trennen (2) EVA: Mein Element (1) Lehrervortrag Atombau und Periodensystem (4)
Analysen ("chemische Qualitätskontrolle")	Genaueres Experimentieren: Wasseranalysen (2) EVA und Folienpräsentation: Wasserhärte und Nitrat im Trinkwasser (2)

Chemische Bindungen	<p>Lernen in Stationen (4)</p> <p>Herstellung eines Quiz (2)</p> <p>Erstellen von Lernplakaten (2)</p>
Chemische Reaktionen	<p>Lehrervortrag, Lehrerexperimente: Säuren und Basen (6)</p> <p>Spielerisches Experimentieren: Indikatoren (1)</p> <p>Expertengruppen: Säuren, Basen, Indikatoren (2)</p> <p>Genaues Experimentieren: Titration (3)</p> <p>Lehrervortrag: Redoxreaktionen (6)</p> <p>Spielerisches Experimentieren: Metalle und ihre Salze (2)</p>
Anorganisch chemische Grundstoffe	<p>EVA und Plakat: "Mein Mineral" (2)</p> <p>Exkursion in die Mineraliensammlung (2)</p> <p>EVA Lernplakat: Hochofen (2)</p>
Kohlenwasserstoffe und Derivate	<p>Lehrervortrag: Einführung (3)</p> <p>Lernen in Stationen: Nomenklatur (4)</p> <p>Expertengruppen: Alkohole (2)</p>
Künstliche Makromoleküle	<p>Expertengruppen: Kunststoffe und ihre Eigenschaften (2)</p>
Kosmetik	<p>Genaues Experimentieren: Mischen von Lippgloss und Hautcreme (2)</p>
Natürliche Makromoleküle, Biotechnologie, Lebensmitteltechnologie	<p>Lehrervortrag: Molekulare Genetik, Klonen (2)</p> <p>Mindmap: Ernährung (1)</p> <p>Schülerversuch: Hefegärung (2)</p>
Chemische Qualitätskontrolle Umwelterziehung Chemische Produkte für den privaten Gebrauch Chemische Reaktionen	<p>Projekt: Wasser als Lebensraum ca. 6 Stunden</p>

## 3.2.2 Eingesetzte Methoden

Da für den Chemieunterricht der Oberstufe kaum schülerzentrierte Methoden verfügbar waren, wurden Methoden aus der Literatur an den Chemieunterricht adaptiert und neue Methoden entwickelt.

### 3.2.2.1 Lernen in Stationen

Das Lernen in Stationen, wie wir es im Chemieunterricht eingesetzt haben, ist ein sehr genau vorgegebenes Arbeiten und kann nicht als "offener Unterricht" bezeichnet werden. Es wurden jeweils ca. 10 - 20 Stationen vorbereitet, die die Schülerinnen und Schüler in ihrem eigenen Tempo durcharbeiten hatten. Diese Methode wurde dort eingesetzt, wo wichtige, nicht unbedingt attraktive Grundlagen eingeübt werden sollten (Siehe blau unterlegte Teile in der Tabelle 3.2.1).

*Diese Art des Stationenlernen nimmt die Aktionen des Lehrers in der Stunde zurück und legt die Betonung auf die Arbeit der Schülerinnen und Schüler. Die Arbeitsschritte sind zwar relativ genau vorgegeben, doch es gibt deutliche Unterschiede zum üblichen Frontalunterricht: Gestaltung der Materialien in ästhetisch ansprechender Form, die wie Rätsel (mit versteckten Lösungen) aufgebauten Übungen, die Möglichkeit für die Schülerinnen und Schüler, die Geschwindigkeit des Übens selber zu bestimmen und die Möglichkeit, in Zweiergruppen zu arbeiten.*

### 3.2.2.2 Eigenverantwortliches Arbeiten nach Klippert

Die Grundlage der Methode ist in der Einleitung (Kap. 1.2.2) kurz beschrieben.

Die Schülerinnen und Schüler erhielten Texte, die nicht zwingend auf Schülerniveau liegen mussten. Das Material wurde aus Lehrbüchern, aus dem Internet (besonders gut gemacht und sehr informativ ist die Website von *Thomas Seilnacht Lit. 13*), aus Fachzeitschriften oder Fachbüchern genommen.

Die Jugendlichen sollten lernen, das Wesentliche auch aus sperrigeren Texten herauszufinden, sie sollten sich zuerst alleine und dann mit anderen in der Gruppe mit naturwissenschaftlichen Texten auseinandersetzen und sich langsam immer mehr zutrauen, mit solchen Texten zu arbeiten. Es wurden als Ziele selten fixe Fragen zur Beantwortung vorgegeben. Die Jugendlichen sollten selber herausfinden, was für sie in den Texten wichtig und verständlich ist, sollten lernen, zu den unverständlichen Passagen die richtigen Fragen zu stellen und sich Hilfe zu holen. Das Ergebnis war eine kurze Präsentation (ein Vortrag, ein Plakat, eine Folie) oder die Durchführung eines Versuches.

Beispiel, wie diese Methode für den Chemieunterricht adaptieren wurde:

#### "Vorstellung eines chemischen Elementes"

1. Austeilen von je drei Seiten Text zu "ihrem" Element (je zwei Schüler erhalten den gleichen Text)
2. Text lesen, Heraussuchen von sechs wichtigen Informationen

3. Bildung von Zweiergruppen (mit gleichem Element), Besprechen ihrer Informationen
4. Bildung von Vierergruppen, Weitergabe von Informationen
5. Auslosung einiger Elemente, Vorstellung vor der ganzen Klasse

Andere Beispiele für das Arbeiten mit dieser Methode sind in der Tabelle in Kap. 3.2.1 in Rot zu finden.

### **3.2.3 Experimente**

*Experimente sind, so denken wir, ein Geschenk an den naturwissenschaftlichen Unterricht. Sie dienen wie kaum etwas anderes dazu, den naturwissenschaftlichen Unterricht aus der Masse der anderen Fächer herauszuheben, ihm ein eigenes Profil zu geben: Klar zu machen, dass der Dialog mit der Natur nicht nur durch Nachdenken, sondern auch durch kluges, fragendes Handeln, nämlich das Experimentieren, geführt wird.*

Es wurden drei verschiedene Methoden ausprobiert, Experimente in den Unterricht zu integrieren:

- Freies, spielerisches Experimentieren mit offenen Fragestellungen
- Genaues Experimentieren mit einer Vorbereitung nach den Methoden von Klippert
- Experimente im Gruppenpuzzle (auch in den Methoden nach Klippert beschrieben), wobei die "Experten" Versuche vorzeigen

#### **Bedeutung der Fragestellung**

Experimente sollen immer in drei Stufen ablaufen: (Lit. 14)

1. Fragestellung
2. Durchführung und umfassende Beobachtung
3. Schlussfolgerungen

*Unserer Erfahrung nach wird oft auf die Fragestellung nicht richtig hingewiesen, die das Experiment beantworten soll. Aber nur bei einer klaren Kenntnis der Fragestellung ist es möglich, die Schülerinnen und Schüler auch in die Auswertung der Ergebnisse selbsttätig einzubeziehen. Wir haben daher immer besonderen Wert auf die Fragestellung gelegt, und sie bei den wenigen komplizierten Versuchen mit Methoden nach Klippert in der Klasse ersichtlich gemacht.*

#### **3.2.3.1 Spielerisches Experimentieren**

Bei dieser Methode sollten die Schülerinnen und Schüler lernen, Stoffe und ihre Veränderungen zu beobachten, die Veränderungen zu beschreiben und zu interpretieren.

Die Fragestellung war eher frei, z. B.: Wie verhalten sich Farbstoffe beim Mischen? Wie kann man sie wieder trennen?

Die bearbeiteten Themen findet man in der Tabelle in Kap. 3.2.1, unter "spielerisches Experimentieren", in grüner Schrift.

#### Durchführung solcher Experimente:

- Lesen der Anleitung in Einzelarbeit
- Besprechung in Zweiergruppen (Verständnis des Textes, gibt es unbekannte Begriffe)
- Durchführung der Experimente in Vierergruppen, Führung eines einfachen Protokolls
- Präsentation der Ergebnisse (von einer zufällig ausgewählten Person einer zufällig ausgewählten Gruppe)

### **3.2.3.2 Genaues Experimentieren**

Diese Methode wurde bei Experimenten eingesetzt, bei denen folgende Punkte von Bedeutung waren:

- Umgang mit gefährlichen Stoffen
- Genauigkeit (beispielsweise bei Analysen)

Die Fragestellung war sehr konkret, z. B.: Bestimme, wieviel Kalk im Leitungswasser enthalten ist!

Die bearbeiteten Themen findet man in der Tabelle in Kap. 3.2.1, unter "genaues Experimentieren" in grüner Schrift.

Um ein erstes Mal Versuchsanleitungen richtig zu lesen und zu verstehen, wurde als Vorübung von den Schülerinnen und Schülern die Vorschriften zur Durchführung von quantitativen Wasseranalysen mittels einfacher Titrations ("Tropfenzählen") und einfacher kolorimetrischer Verfahren visualisiert.

#### Übung: "Visualisierung einer Versuchsanleitung"

- Lesen der Anleitung in Einzelarbeit (in der Klasse werden zwei verschiedenen Anleitungen ausgeteilt)
- Übersetzen des Textes in eine Bildfolge in Einzelarbeit
- Vergleich mit einem Partner (gleiche Anleitung)
- Beschreibung des Versuchs (Partner mit anderer Anleitung)
- Durchführung des Versuchs in Vierergruppen

### 3.2.3.3 Experimente in Expertengruppen

Diese Experimente wurden eingesetzt, wenn mehrere Eigenschaften und Reaktionen eines Stoffes oder einer Stoffgruppe demonstriert werden sollten.

Gruppenpuzzle (Expertenmethode) ist in den Methoden von Klippert für Schaubilder und Teste beschrieben (Lit. 13, S172). Für den Chemieunterricht wurde dies dahingehend adaptiert, dass die Schüler Experten für ein Experiment werden.

Durchführung: (für 25 Personen = 5mal 5 Versuche)

#### A) Ausbildung der Experten

- Je fünf Personen erhalten die Anleitung für das gleiche Experiment.
- Lesen der Textes in Einzelarbeit
- Besprechen des Experiments in der Expertengruppe (gleicher Text)
- Durchführung des jeweiligen Experiments in den Expertengruppen

#### B) Führung durch die Stationen

- Mischung der Gruppen neu, sodass in jeder Gruppe ein Experte für jedes Experiment ist
- Führung durch die Stationen, wobei immer der jeweilige Experte das Experiment erklärt und vorführt.

### 3.2.4 Freies projektartiges Arbeiten

Hierfür wurde von den Schülerinnen und Schülern das Thema "Wasser als Lebensraum" gewählt und im letzten Monat dieses Schuljahres wurde im Rahmen des Projektes chemisches und biologisches Wissen zu diesem Thema erarbeitet. Das gleiche Projekt fand auch in der Parallelklasse (allerdings dort mit aufgezwungenem Thema) statt, um einen Vergleich der Arbeitshaltung bei Projekten zu bekommen.

Eine genaue Einführung zum Mikroskopieren und ein Überblick über die wichtigsten Klein- und Kleinstlebewesen im Wasser waren der Input durch die beiden Lehrkräfte. Die Durchführung von Wasseranalysen sowie die Bedeutung von Härte und Nitrat im Wasser waren bereits aus dem bisherigen Unterricht bekannt.

Einen Schwerpunkt stellten beispielsweise die Analysen im Wasser des neuen Schulaquariums dar. Es war erst in diesem Schuljahr aufgestellt worden und die Schülerinnen und Schüler der Klasse sollten nach Einsatz der Fische regelmäßig die Wasserqualität kontrollieren und ein "Kippen" des Systems rechtzeitig vorhersagen und eventuell abwenden. Es wurden regelmäßig von einer kleinen Schülergruppe selbständig Proben genommen, chemische Analysen durchgeführt und die Werte interpretiert. Von allen Schülern wurde im Mikroskop nach kleinen Organismen gesucht. Eine Exkursion in die Donauauen im Prater und eine in den botanischen Garten der Universität Wien (jeweils mit Wasseranalysen und Mikroskop) waren weitere Aktivitäten, die von den Schülerinnen und Schülern geplant und interessiert wahrgenommen wurden.

## 3.3 Evaluierung

### 3.3.1 Fragebogen

Anfang März wurde in der Versuchsklasse (AUL1) und in den beiden Vergleichsklassen (AUL2 und 2C HAK) ein Fragebogen ausgegeben.

Aufbau des Fragebogens (siehe Anhang)

- Fragen nach der Akzeptanz der einzelnen Methoden
- Fragen nach der Akzeptanz des Faches Chemie
- Wissensüberprüfung

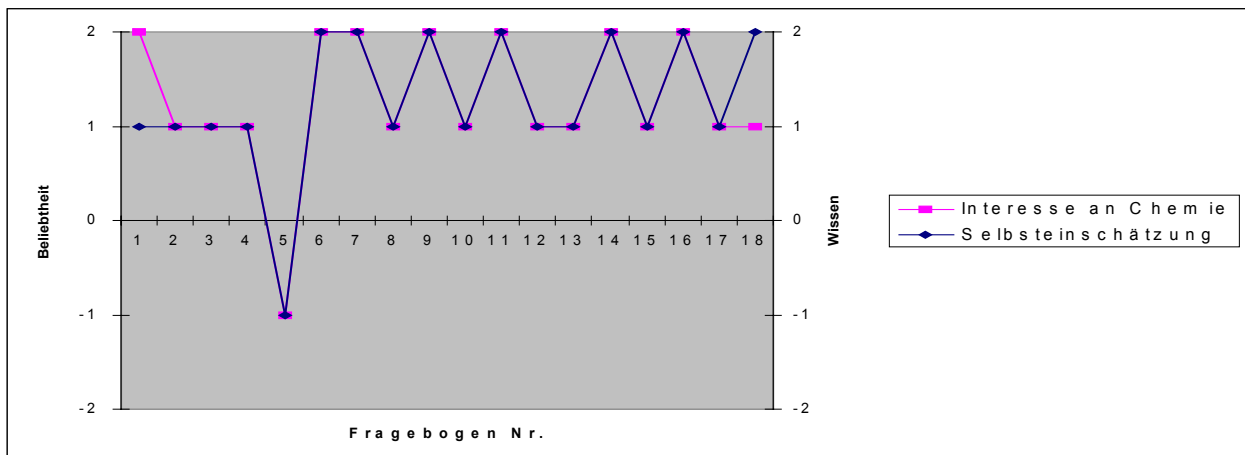
Die Auswertung der Fragebögen erfolgte für alle Punkte durch Zählen der Antworten, Umrechnen in Prozent und bei der Wissensüberprüfung durch Vergleich der Prozentzahlen in den verschiedenen Klassen.

#### Korrelationen

Um feststellen zu können, ob es innerhalb der Versuchsklassen Beziehungen zwischen den einzelnen abgefragten Punkten gibt, wurden Excel-Tabellen angelegt, in denen jeder Fragebogen einzeln mit allen seinen Antworten erfasst wurde.

Beispiel: Zusammenhang zwischen den beiden Behauptungen:

*"Ich finde das Fach Chemie interessant" - "Ich verstehe, was wir in Chemie heuer lernen"*



Jede Zahl auf der x-Achse ist ein verschlüsselter Schüler, in einer Farbe ist das Interesse an Chemie (als Zahl von -2 bis +2), in einer anderen die Selbsteinschätzung seines Verständnisses (als Zahl von -2 bis +2) eingezeichnet.

Das Excel-Programm errechnet die Korrelation zwischen den eingegebenen Werten.

Korrelationen nahe 1 bedeuten, dass ein sehr starker Zusammenhang zwischen den beiden Größen besteht. Korrelationen nahe 0 bedeuten, dass es keinen Zusammenhang gibt. Korrelationen nahe -1 bedeuten, dass es einen negativen Zusammenhang gibt.

In diesem Diagramm wurde eine Korrelation von 0,9 errechnet, das bedeutet, dass die beiden verglichenen Parameter sehr stark korrelieren.

### **3.3.2 Beobachtungen des Begleitlehrers**

Im Laufe des Schuljahres begleitete Erich Faissner als Beobachter einzelne Stunden. Auf Grund des Stundenplanes war nur eine Stunde gemeinsame Unterrichtsarbeit pro Woche, also etwa 30 begleitete Stunden im Jahr, möglich. Erst gegen Ende des Unterrichtsjahres konnte durch den Wegfall von Abschlussklassen viermal auch eine Doppelstunde gemeinsam abgehalten werden.

Die Exkursionen der Klasse wurden ebenfalls von beiden Lehrkräften betreut.

Da der Begleitlehrer nicht immer anwesend war, wurde er von den Schülerinnen und Schülern auch wirklich als Unterrichtsbegleitung wahrgenommen und konnte so seiner Aufgabe – den Unterricht zu beobachten – besser nachkommen.

Die begleiteten Stunden und die verwendeten Materialien wurden meist unmittelbar nachher vom Begleitlehrer kommentiert, eine EVA-Stunde (Herstellung von Plakaten zum Thema Mineralien) wurde von ihm auf Video aufgenommen und anschließend von beiden Lehrern nochmals angesehen, in einigen Stunden wurden Fotos vom Unterrichtsgeschehen gemacht.



## 4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

### 4.1 Sammlung der Materialien

*Das nach unserer Meinung wichtigste Ergebnis des Projektes ist eine Sammlung und Dokumentation von offenen und schüler/innen/zentrierten Materialien und Methodenbeschreibungen, die im Chemieunterricht eingesetzt werden können. Diese finden sich auf der Homepage von B. Koliander (<http://members.chello.at/bgrwhome>) und können von jedem interessierten Lehrer heruntergeladen werden.*

### 4.2 Ertrag des Unterrichts

Ein Teil des Fragebogens war ein kurzer Test zu den Themen der abfragten Methoden. Die Fragen wurden absichtlich so gewählt, wie sie in üblichen Tests und Prüfungen auftauchen. Es sollte überprüft werden, ob dieses Wissen von den neuen Methoden auch abgedeckt wird. In diesem Wissenstest waren sowohl Fragen, die in allen drei Klassen gleich unterrichtet wurden als auch Fragen, die in der Versuchsklasse anders unterrichtet worden sind. Die Schüler waren nicht speziell auf die Befragung vorbereitet, der Unterricht lag teilweise über ein halbes Jahr zurück.

Es soll nochmals daran erinnert werden, dass die Vergleichsklasse 2 eine Handelsakademieklassse ist, und daher die im Kapitel 3.1 beschriebenen Unterschiede zu den Aufbaulehrgängen nicht vergessen werden dürfen. In den beiden Aufbaulehrgängen (AUL1 und AUL2) wurden sehr ähnliche Stoffgebiete, vom Ausmaß und der Anzahl her, unterrichtet, in der Handelsakademieklassse (2C HAK) entsprechend der geringeren Stundenzahl ein Teil des Stoffes nur sehr oberflächlich durchgenommen (besonders im 2. Semester: Einführung in die organische Chemie, Kunststoffe; auch war keine Zeit für die Herstellung selbstgemachter Kosmetika und es gab kein Projekt).

In den Tabellen wird der Prozentsatz an richtigen Antworten für jede Klasse angegeben, wobei teilweise richtig beantwortete Fragen mit einem Teil der Punktezahl bedacht wurden.

In folgenden Bereichen (Tabelle 1) wurden alle Klassen gleich unterrichtet:

Tabelle1	Versuchsklasse Aufbaulehrgang	Vergleichsklasse1 Aufbaulehrgang	Vergleichsklasse2 Handelsakademie
Chromatografie (alle Klassen als freies Experimentieren)	44%	66%	57%
Atombau	66%	86%	53%

(alle Klassen als Lehrervortrag)			
----------------------------------	--	--	--

In folgenden Bereichen (Tabelle 2) wurde die Versuchsklasse mit schülerzentrierten oder offenen Methoden unterrichtet und die beiden anderen Klassen mit Lehrervortrag oder Lehrerexperimenten:

Tabelle2	Versuchsklasse Aufbaulehrgang	Vergleichsklasse1 Aufbaulehrgang	Vergleichsklasse2 Handelsakademie
Gleichungen	77%	59%	64%
Bindungen	58%	70%	74%
Experimente	69%	54%	21%
Titration	85%	55%	55%

**Bei Stoffgebieten, die nur in der Versuchsklasse mit schülerzentrierten Lernformen unterrichtet wurden, ist diese Klasse in drei von vier Fällen besser als die Vergleichsklassen.**

*Eine Ausnahme stellt das Kapitel Bindungen dar. Dieses wurde in der Versuchsklasse ohne jeden Lehrervortrag unterrichtet, was möglicherweise bei diesem doch recht schwierigem Stoffgebiet nicht die notwendige Klarheit brachte.*

**Bei Stoffgebieten, die in allen Klassen gleich unterrichtet wurden, ist die Versuchsklasse etwas schlechter** als die anderen Klassen. Das betrifft sowohl die Chromatografie, die überall offen unterrichtet wurde, als auch den Atombau, der in allen Klassen mit Lehrervortrag unterrichtet wurde.

*Das deckt sich mit der Beobachtung von Kollegen, wonach diese Klasse eine relativ leistungsschwache Klasse ist.*

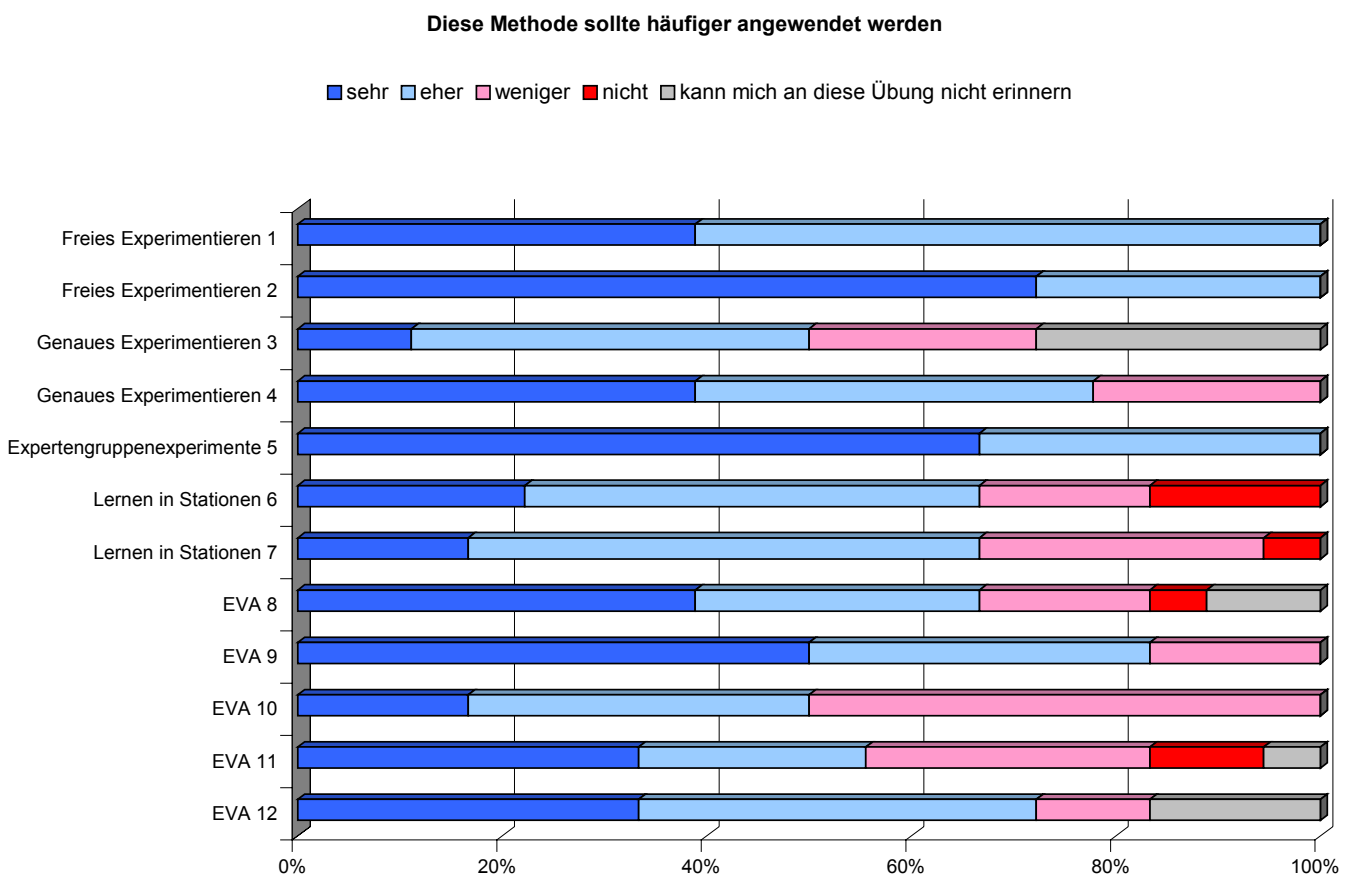
Folgende Übungen waren bezüglich dessen, was an Wissen langfristig erhalten geblieben ist, besonders erfolgreich:

- Das Beschreiben eines chemischen Elementes, eingeübt mit Techniken des eigenverantwortlichen Arbeitens (100% der Schüler konnten die Frage beim Test richtig beantworten). *Diese Übung kommt im obigen Vergleich nicht vor, da sie nur in der Versuchsklasse durchgeführt wurde.*
- Die gründlich mit Methoden des EVA vorbereitete Titration (85% konnten die Durchführung und den Zweck beim Wissensquiz in der Umfrage richtig beschreiben, im Gegensatz zu 55% in den beiden Vergleichsklassen, wo der gleiche Inhalt mit Lehrervortrag und Lehrerexperiment unterrichtet wurde).

- Die in Expertengruppen/Gruppenpuzzle vorgeführten Experimente, die von 69% der Schülerinnen und Schüler beschrieben werden konnten, im Gegensatz zu 54% und gar nur 21% in den beiden Vergleichsklassen, wo die Experimente von der Lehrerin vorgeführt, auf der Tafel/im Heft beschrieben und beim Test geprüft wurden.

### 4.3 Beurteilung der Methoden durch die Schülerinnen und Schüler

Ein Teil des Fragebogens war eine Beurteilung der eingesetzten Methoden durch die Schülerinnen und Schüler.



**Diagramm 2: Akzeptanz der Methoden**

**Legende:**

Ergebnisse in Prozent der Schülerinnen und Schüler

blaue Balken - positiven Bewertungen

rote Balken - negative Bewertungen

graue Balken - zeigen an, dass sich ein gewisser Prozentsatz der Schüler an diese Übung nach einigen Monaten gar nicht mehr erinnert

Genauere Beschreibung der Übungen:

- 1 Freies Experimentieren: Papierchromatografie mit Filzstiftfarben
- 2 Freies Experimentieren: Spielen mit Indikatorfarben
- 3 Genaues Experimentieren: Papierchromatografie mit Messung der Laufstrecken
- 4 Genaues, angeleitetes Experimentieren: Titration
- 5 Experimente mit Expertengruppen: Geheimschrift, Saurer Regen,.....
- 6 Offenes Lernen: Einführung in die Chemie
- 7 Offenes Lernen: Chemische Bindungen
- 8 Text zusammenfassen, Schummelzettel erstellen, Vortrag: Dein Element
- 9 Text lesen, Plakat erstellen: Dein Mineral
- 10 Text lesen, Folien erstellen: Härte, Nitrat
- 11 Lernquiz selber erstellen: Chemische Bindungen
- 12 Was habe ich gelernt? Plakat erstellen

Das **freie Experimentieren** und die **Experimente in den Expertengruppen** bekamen die besten Werte, 100% der Schüler möchten diese Versuche noch öfter im Unterricht haben. *Hier ist unserer Meinung nach einfach das Besondere des Chemieunterrichts für die Lernenden zu spüren, diese Experimente sind anders als üblicher Unterricht und buchen den Bonus der Abwechslung für sich.*

Das **Lernen in Stationen** liegt bei etwa 60-70% Zustimmung, es gibt allerdings einige Schülerinnen und Schüler, die es gar nicht im Unterricht haben möchten.

*Es wäre möglich, dass besonders die Jungen diese Übungen als zu kindisch empfinden, dieses Rätsellösen nicht mögen und lieber "ernsten" Unterricht haben.*

Dazu passen auch folgende Beobachtungen des Begleitlehrers: Die Schülerinnen und Schüler beteiligten sich in der Regel sehr rege und interessiert am Unterricht. Allerdings gab es auch einige „Störenfriede“, besonders bei den Burschen. Während die meisten Mädchen die Übungs- und Lernmöglichkeiten des Lernen in Stationen mit Eifer in Anspruch nahmen, konnte nur etwa die Hälfte der Burschen zu einer aktiven Mitarbeit bei diesen Lernformen gebracht werden.

Bei den **Methoden des EVA** gab es ziemliche Unterschiede in der Bewertung, am beliebtesten war das Gestalten von Plakaten.

*Der Erfolg dieser Methoden bezüglich des Lernertrags (siehe Kapitel 4.2), spricht trotzdem sehr dafür, sie im Unterricht einzusetzen.*

Die beiden **genauen Experimente** erhielten sehr unterschiedliche Bewertungen. Die Titration war sehr beliebt, die genaue Chromatografie eher unbeliebt.

Es war für die Titration deutlich mehr Aufwand in der theoretischen Vorbereitung des Versuches durch die Experimentatoren notwendig gewesen, dadurch war aber auch das Verständnis der Schülerinnen für diesen Versuch größer. Die Chromatografie, die bereits zu Beginn des Jahres durchgeführt worden war, war in der Vorbereitung noch nicht so gut durchdacht gewesen.

## 4.4 Akzeptanz des Chemieunterrichts

Bewertung der Chemie durch die Schülerinnen und Schüler

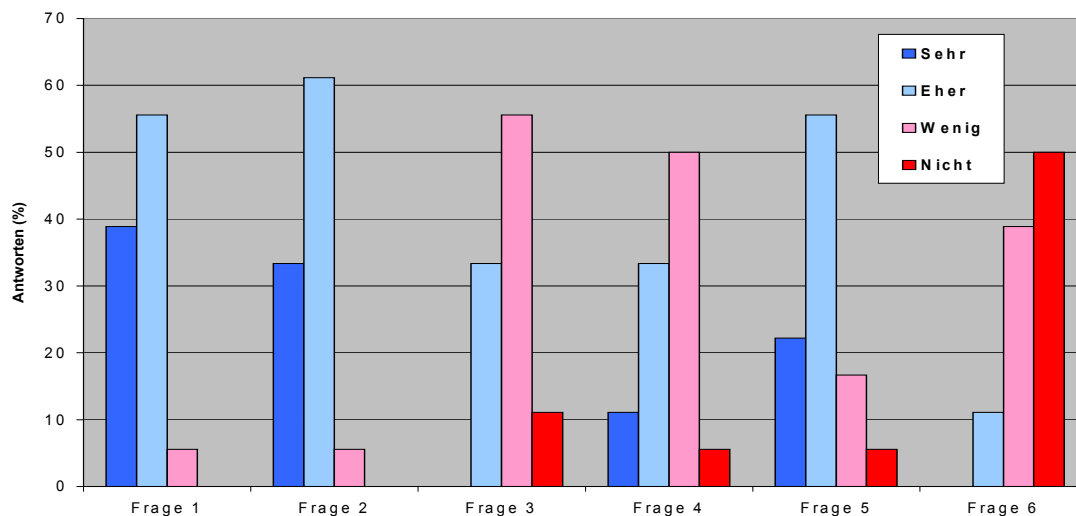


Diagramm 3: Bewertung des Chemieunterrichts

### Legende:

Balkenhöhe : Prozentzahl der Antworten

Blaue Balken: Positive Bewertung

Rote Balken: Negative Bewertung

Frage 1: Ich finde das Fach Chemie interessant

Frage 2: Ich verstehe, was wir in Chemie heuer lernen

Frage 3: Ich glaube, dass Chemie wichtig für den Alltag ist

Frage 4: Ich glaube, dass Chemie wichtig für viele Firmen ist

Frage 5: Ich traue mit zu, einen Text über ein chemisches Thema zu lesen

Frage 6: Ich möchte vielleicht etwas mit Chemie in meinem Beruf machen

Bei der Befragung gaben mehr als 90% der Schülerinnen und Schüler an, dass sie den Unterricht interessant finden und denken, dass sie sich auskennen.

75% der Schüler haben keine Scheu von chemischen Texten.

Unter 50 % der Schülerinnen und Schüler gestehen der Chemie im Alltag und Beruf eine größere Bedeutung zu.

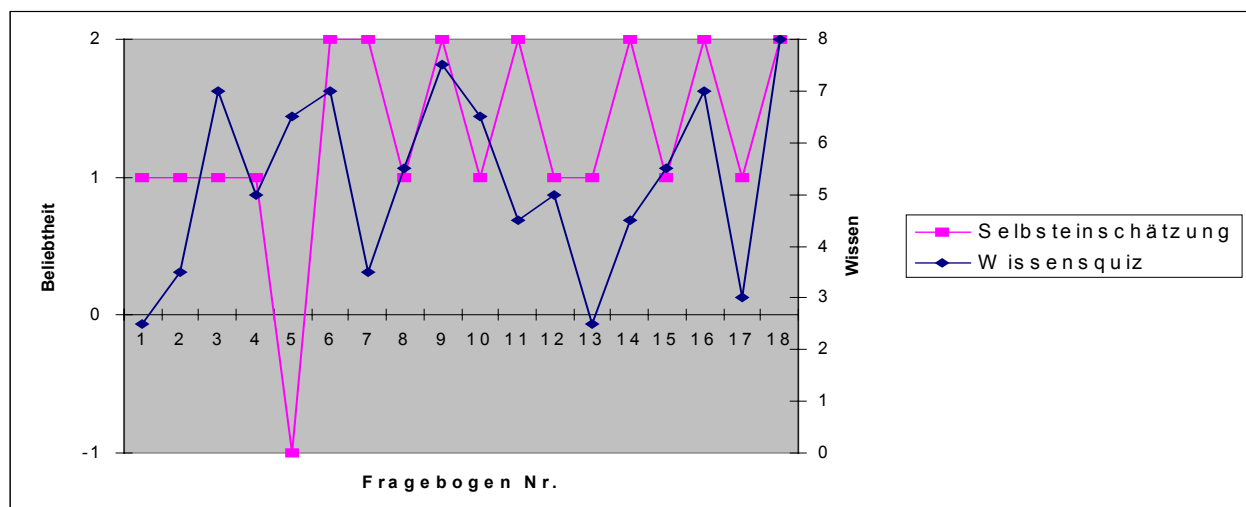
*Dieses Ergebnis hatten wir nicht erwartet, da durch die Experimente und Texte immer bewußt eine Verbindung zum Alltag der Schülerinnen und Schüler hergestellt worden war. Vielleicht ist die Reduktion der Chemie auf ein einjähriges Fach ein Grund dafür, dass ihre Bedeutung nicht wahrgenommen wird.*

Einen Beruf mit Chemiebezügen können sich die wenigsten vorstellen. Das hat aber wahrscheinlich mit der Wahl einer Handelsakademie durch die Schülerinnen und Schüler zu tun, diese Entscheidung setzt ein gewisses Berufsbild voraus.

#### 4.4.1 Korrelationen in der Versuchsklasse zwischen verschiedenen abgefragten Parametern

Um festzustellen, ob die Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler ("Ich verstehe, was wir in Chemie heuer lernen") mit dem tatsächlichen Wissen (Ergebnis des Wissenstestes) zusammenhängt, wurden Korrelationen zwischen diesen Parametern errechnet.

**Der Zusammenhang zwischen der Behauptung: "Ich verstehe, was wir in Chemie heuer lernen" - und dem Wissensquiz**



**Diagramm 4: Zusammenhang zwischen Selbsteinschätzung und Wissen**

Die Korrelation beträgt hier 0,12.

Das bedeutet Folgendes: Es besteht **kein** Zusammenhang zwischen der Behauptung der Schüler, Chemie zu verstehen und dem Ergebnis des Wissensquiz.

*Diese Erkenntnis ist ernüchternd, das Ergebnis kann mehrere Ursachen haben: Entweder haben die Schüler tatsächlich keine richtige Selbsteinschätzung. Oder sie haben beim Quiz geschwindelt und Wissen vorgetäuscht. Es könnte auch sein, dass jenes Wissen, das sie als solches empfinden, nicht das im Quiz abgefragte Wissen ist.*

Daraufhin wurde auch die Beliebtheit der Methoden mit dem Wissen über die dabei vermittelten Inhalte verglichen (Diagramme im Anhang), dabei gab es sogar eine deutlich negative Korrelation. Das bedeutet, dass Methoden, die beliebt sind, nicht unbedingt zu guten Ergebnissen beim Wissenstest führen, aber auch, dass Methoden, die unbeliebt sind, gute Ergebnisse bringen können.

## 4.5 Arbeitshaltung

**Das Experimentieren und das Arbeiten in Gruppen funktionierte im zweiten Semester in der Versuchsklasse deutlich besser als in den Vergleichsklassen** (wo im 2. Semester auch Versuche im Gruppenpuzzle durchgeführt wurden). Die Schülerinnen und Schüler kamen mit den Versuchsbeschreibungen viel besser zurecht, die Gruppen arbeiteten ruhiger und zielorientierter. Die freie Arbeit am Projekt im letzten Monat des Schuljahres war in der Versuchsklasse sehr diszipliniert, ganz im Gegensatz zur Vergleichsklasse AUL2, wo niemand so recht wußte, was er machen könnte, und bereits nach einer Stunde alle Mikroskope verwaist dastanden. Auch wurde in der Vergleichsklasse AUL2 keine Exkursion gefordert und geplant, während die Versuchsklasse sowohl in einer kleinen Gruppe in den botanischen Garten als auch als ganzen Klasse in die Praterauen ging.

Im Vergleich zum traditionellen Unterricht (Lehrervortrag, Lehrerexperiment) kann das Verhalten der Klasse im offenen Chemieunterricht als vorbildlich bezeichnet werden. Aus Berichten anderer Lehrer(innen) kann man schließen, dass die Versuchsklasse in den meisten Unterrichtsgegenständen durchaus als „schwierige Klasse“ eingestuft wurde.

*Dieser Erfolg ist aber nicht nur durch die dargestellten Methoden und Lernformen bewirkt worden, er ist sicherlich auch der intensiven Betreuung durch zwei Lehrkräfte zu verdanken.*

## 5 AUSBLICK

### **Lohnt sich der Aufwand?**

Diese Frage muss für die verschiedenen getesteten Methoden unterschiedlich beantwortet werden.

Die Methoden des EVA an manchen Stellen in den Unterricht zu integrieren lohnt sich sicherlich. Diese Methoden bereichern ohne großen Aufwand den Unterricht sehr und führen auch zu guten Lernerfolgen.

Der Einsatz von Experimenten auf unterschiedlichste Weise sollte noch mehr durchdacht werden. Sie sind typisch für die Naturwissenschaften, sie können die Liebe zum Fach wecken, sie können das Verständnis für chemische Vorgänge fördern. Die Experimente sollten aber im Unterricht gut vorbereitet werden, wobei sich die schülerzentrierten Methoden in unserem Projekt sehr bewährt haben.

Das Lernen in Stationen erfordert den meisten Aufwand in der Vorbereitung. Für einen Lernzirkel für 3- 4 Schulstunden waren 30 - 50 Stunden für die Vorbereitung der Stationen notwendig. Die Akzeptanz der Methode bei den Schülern ist nicht besonders hoch. Der Lernerfolg war unterschiedlich. Damit ist diese Methode, zumindest so, wie wir sie eingesetzt haben, nicht vorbehaltlos jeder Lehrkraft zu empfehlen.

### **Geplante Arbeiten für das kommende Schuljahr**

Im kommenden Schuljahr wird Erich Faissner gemeinsam mit Ernst Tiefenbacher im Rahmen der Naturwissenschaftswerkstatt ein Projekt mit ähnlichen Zielen im Unterrichtsgegenstand „Biologie, Ökologie und Warenlehre“ in einer Klasse der Handelsschule des *bfi* durchführen. Besonders in der Handelsschule wurden bei der aktuellen Stundenkürzung die Anzahl der naturwissenschaftlichen Unterrichtsstunden verringert und es erscheint daher sinnvoll gerade in diesem Bereich für neue Impulse zu sorgen.

Die Weitergabe der Methoden an andere Lehrerinnen und Lehrer wird in der nächsten Zeit eine wichtige Aufgabe sein. Es gibt im kommenden Schuljahr im Herbst ein Seminar für Lehrerinnen und Lehrer aus berufsbildenden höheren Schulen (geleitet von Brigitte Koliander), wo Kollegen mit solchen neuen Unterrichtsmethoden vertraut gemacht werden und selber für ihren Unterricht Materialien erstellen können.

Die in diesem Jahr begonnene Homepage mit Materialien für den Chemieunterricht wird ebenfalls im nächsten Jahr weitergeführt und ergänzt. Die vom Begleitlehrer angeregte stärkere Differenzierung des Unterrichtsmaterials konnte in diesem Schuljahr noch nicht verwirklicht werden. Allerdings ist es für beide Lehrkräfte wünschenswert, durch Entwicklung weiterer, vielfältiger Unterrichtsmaterialien auf individuelle Probleme und Schwierigkeiten, aber auch auf weitergehende Fragen besser eingehen zu können. Das Interesse der Mädchen und Burschen an der Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen könnte so noch besser gefördert werden.

Die beiden Lehrkräfte meinen nicht, mit dem dargestellten Projekt den idealen Weg für den naturwissenschaftlichen Unterricht vorgeben zu können, sondern sie wollen für interessierte Lehrerinnen und Lehrer neue Methoden vorstellen, aus denen dann



eine Auswahl, abhängig von Lehrerpersönlichkeit, Schulform und Klasse getroffen werden kann.

Nach unserer Erfahrung muss jede Lehrerin und jeder Lehrer für seine Klassen und für seine Begabungen als Lehrender den eigenen Weg finden und es kann nicht ein Unterricht für alle Schüler und Lehrer "der Richtige" sein. So sind auch die erstellten Materialien vor allem als Anregung zu nehmen und sollten nicht unverändert übernommen werden. Dass jeder Lehrer seinen eigenen Weg finden muss, bedeutet aber auch, den eigenen Unterricht immer wieder in Frage zu stellen, mit Kollegen und Schülern darüber zu reden, den Unterricht für Kollegen zu öffnen, aus Fehlern zu lernen und neue Anregungen in den Unterricht hinein zu nehmen. Das Ziel für den Lehrenden ist sicher auch, die Lust am Lehren zu behalten, damit der Unterricht für Lehrer und Schüler ein Erfolg wird.

## 6 LITERATUR

- 1 Lehrpläne für die Handelsakademie und die Handelsschule, Bgbl. 387/1988, 1988
- 2 Lehrplan für Handelsakademien, Bgbl. 895/94, 1994
- 3 Lehrplan Schulversuch Handelsakademie, SV (17.713/1-III/A/4a/00), Fachrichtung internationale Wirtschaft, "Europäische Wirtschaft", 1999
- 4 Lehrplan Schulversuch Handelsakademie, SV (17.713/1-III/A/4a/00), Fachrichtung Unternehmensführung und betriebliche Informationswirtschaft, 1999
- 5 Lehrplan Schulversuch Handelsakademie, SV (17.713/1-III/A/4a/00), Fachrichtung Bildungs- und Personalmanagement, 1999
- 6 Huth M. 1986 (Nachdruck 1992). 77 Fragen und Antworten zum Projektunterricht. Aus: Das AOL Projekte-Buch, AOL-Verlag, ISBN 3-89111-083-9
- 7 Reimann-Rothmeier G., Mandl H. 1999. Unterrichten und Lernumgebungen gestalten (Forschungsbericht Nr. 60). München: Ludwig-Maximilians-Universität. Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- 8 Roer, Hellweger, Schmidkunz, 1989. Chemie lernen, Chemie spielen. Verlag an der Ruhr. ISBN 3-927279-01-3
- 9 Uni Karlsruhe, Freiarbeit. Adresse im Internet: <http://www.lehrer.uni-karlsruhe.de/~za3642/Schule/Freiarbeit-Dateien/freiarbeit.htm>
- 10 HKT-Seminar, Methodenideen zum Herunterladen. Adresse im Internet: <http://www.hktseminar.de/nahrung/material.htm>
- 11 Klippert, H. 2001. Kommunikationstraining. 8., überarbeitete Auflage. Beltz Verlag. ISBN 3-407-62426-3
- 12 Klippert, H. 2000. Methodentraining. 11., überarbeitete und neu ausgestattete Auflage. Beltz Verlag. ISBN 3-407-62409-3
- 13 Seilnacht, T. Update 2003. Chemieunterricht und Chemiedidaktik. Adresse im Internet: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com>
- 14 Hünig S. 1984. Über die Bedeutung von Experimenten im Chemieunterricht. CU 2: 8-12
- 15 Jungwirth, H. 1982. Allgemeine und anorganische Chemie. Franz Deuticke, ISBN 3-7005-8071-1
- 16 Jungwirth, H. 1982. Organische Chemie. Franz Deuticke, ISBN 3-7005-8078-9
- 17 Rentzsch, W. 1997. Experimente mit Spaß: Anorganische Chemie. HTP, ISBN 3-209-02436-7
- 18 Rentzsch, W. 1998. Experimente mit Spaß: Organische Chemie. HTP, ISBN 3-209-02437-5

**19** Reiss, J. 1992. Alltagschemie im Unterricht. AVD, ISBN 3-7614-1414-5

**20** Fachverband der Chemischen Industrie Österreichs. 1990. Kunststoffe, Werkstoffe unserer Zeit

**21** Pütz, J., Niklas, C. 1990. Schminken, pflegen, schönes Haar: Die sanfte Kosmetik. VGS, 5. Auflage. ISBN 3-8025-6159-7

**22** Pütz, J., Niklas, C. 1990. Cremes und sanfte Seifen. VGS, 16. Auflage. ISBN 3-8025-6168-6

**23** Montessori Zentrum, Adresse im Internet: <http://www.montessori.at>

# 7 ANHANG

## 7.1 Lehrplan 1988

Bildungs- und Lehraufgabe:

Einblick in den Feinbau der Materie. Einsicht in das Verhalten der Stoffe auf Grund ihrer Struktur (Atombau und Stellung im Periodensystem).

Einblick in die Bedeutung chemisch-technischer Verfahren und Verständnis für grundlegende Forschungsergebnisse. Verständnis der Bedeutung der chemischen Forschung zur Lösung von Umweltschutzproblemen.

Kenntnis der Bedeutung der österreichischen chemischen Industrie. Wissen um die Bedeutung der Chemie für die menschliche Zivilisation.

Lehrstoff, Überbegriffe

II. Jahrgang (2 Wochenstunden):

Chemische Grundbegriffe

Atomarer Aufbau der Materie

Quantitative Beziehungen

Chemische Grundgesetze

Chemisches Gleichgewicht

Chemische Grundreaktionen

Nichtmetalle

Metalle

Umweltschutzprobleme

Wirtschaftliche Grundlagen der chemischen Industrie

III. Jahrgang (2 Wochenstunden):

Bindungsmöglichkeiten des Kohlenstoffatoms

Kohlenwasserstoffe

Wichtige Halogenverbindungen

Alkohole und Derivate

Carbonsäuren

Kohlehydrate

Organische Stickstoffverbindungen

Biochemie

Aromatische Verbindungen

Plaste

## 7.2 Lehrplan 1999

Bildungs- und Lehraufgabe:

Der Schüler soll im Teilbereich Chemie

- die Chemie als Teil des naturwissenschaftlichen Weltbildes begreifen,
- die chemische Arbeitsweise als Methode zur Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse erfassen,
- die Bedeutung der Chemie im täglichen Leben erkennen,
- Eigenschaften und Reaktionsverhalten der Stoffe auf Grund ihres Aufbaues verstehen,
- Einschätzung der Gefahren von chemischen Stoffen erlernen,
- Zusammenhänge zwischen chemischer Industrie, Ökonomie und Ökologie verstehen,
- die zunehmende Bedeutung biotechnologischer Prozesse zur Herstellung chemischer Produkte erfassen,
- chemisch-technische Prozesse vor dem Hintergrund sinkender Rohstoffvorräte und steigender Umweltbelastungen verstehen,
- die chemische Industrie nicht nur als Verursacher, sondern auch als Lieferant von Problemlösungen für Umweltverschmutzung verstehen und
- auf Grund der Kenntnis chemischer Herstellungs- und Entsorgungsvorgänge als Konsument verantwortungsbewusst entscheiden können.

Lehrstoff, Überbegriffe

II. Jahrgang (2 Wochenstunden):

Aufbau der Materie

Chemische Reaktionen

Anorganisch chemische Grundstoffindustrien

Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffderivate

Natürliche Makromoleküle

Künstliche Makromoleküle

Klebstoffe

Chemische Produkte für den privaten und beruflichen Gebrauch

Bio- und Lebensmitteltechnologie

Pharmazie und Kosmetik

Chemische Qualitätskontrolle

### 7.3 Fragebogen 1. Teil

Methode	Diese Methode sollte häufiger angewendet werden				kann mich an diese Übung nicht erinnern
	++	+	-	--	
Freies Experimentieren: Papierchromatografie mit Filzstiftfarben					
Genaueres Experimentieren: Papierchromatografie mit Messung der Laufstrecken					
Offenes Lernen: Einführung in die Chemie					
Text zusammenfassen, Schummelzettel erstellen, Vortrag: Dein Element					
Text lesen, Plakat erstellen: Dein Mineral					
Text lesen, Folien erstellen: Härte, Nitrat					
Offenes Lernen: Chemische Bindungen					
Lernquiz selber erstellen: Chemische Bindungen					
Was habe ich gelernt? Plakat über wichtigste Punkte erstellen: Chemische Bindungen					
Freies Experimentieren: Spielen mit Indikatorfarben					
Experimente mit Expertengruppen: Geheimschrift, Saurer Regen,.....					
Genaueres, angeleitetes Experimentieren: Titration					

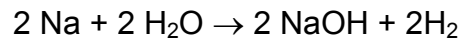
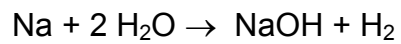
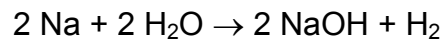
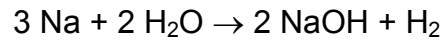
## 7.4 Fragebogen 2. Teil

Rückmeldung über den Chemieunterricht: Gib an, welche der Aussagen auf dich zutrifft:

	Sehr	Eher	Wenig	Nicht
Ich finde das Fach Chemie interessant				
Ich verstehe, was wir in Chemie heuer lernen				
Ich glaube, dass Chemie wichtig für den Alltag ist				
Ich glaube, dass Chemie wichtig für viele Firmen ist				
Ich traue mir zu, einen Text über ein chemisches Thema zu lesen				
Ich möchte vielleicht etwas mit Chemie in meinem Beruf machen				

## 7.5 Fragebogen 3. Teil Gruppe A

1. Welche der folgenden Gleichungen ist richtig:



2. Wie viele Protonen/Neutronen/Elektronen besitzt folgendes Atom:

Be

3. a) Was benötigt man, um eine Papierchromatografie durchzuführen?

b) Was ist das Ziel einer Papierchromatografie?

4. Was weißt du über Wasserhärte?



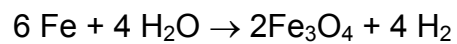
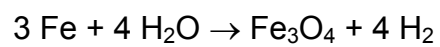
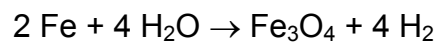
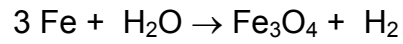
5. Gib einen kurzen Überblick, was bei der Ionenbindung passiert!

Bilde die richtige Formel der Verbindung von Na und O!

6. Beschreibe das Experiment: Geheimschrift

## 7.6 Fragebogen 3. Teil Gruppe B

1. Welche der folgenden Gleichungen ist richtig:



2. Wieviele Protonen/Neutronen/Elektronen besitzt folgendes Atom:

Li

3. Was weißt du über Wasserhärte?

4. a) Gib einen kurzen Überblick, was bei der Atombindung passiert!

b) Zeichne die Verbindung  $\text{H}_2\text{O}$ !

5. a) Was benötigt man, um eine Titration durchzuführen?

b) Was ist das Ziel einer Titration?

6) Beschreibe das Experiment: Saurer Regen

## 7.7 Korrelationen zwischen Beliebtheit und Wissen

Lernzirkel: Beliebtheit - Wissen

Korrelation: -0,33

