



**IMST – Innovationen machen Schulen Top**

Kompetent durch praktische Arbeiten – Labor, Werkstätte & Co

# **METHODEN**

## **ZUM ERLERNEN DER FACHSPRACHE**

### **IM UNTERRICHTSFACH CHEMIE**

ID 2017

**Elisabeth Niel**

**BG, BRG, wkRG Wien 13, Wenzgasse 7, 1130 Wien**

Wien, Juli 2017

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
1.1 Die Fachsprache ist fundamentaler Bestandteil des Chemieunterrichts .....	5
1.2 Die Vielfalt der Fachbegriffe.....	5
1.3 Die Formelsprache in der Chemie .....	6
1.4 "Chemisch" - die Fachsprache der Chemie.....	6
<b>2 ZIELE</b> .....	<b>7</b>
2.1 Ziele auf Schüler/innenebene .....	7
2.2 Ziele auf Lehrer/innenebene .....	7
2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen.....	7
<b>3 LERNMETHODEN</b> .....	<b>9</b>
3.1 Lernen in der Großgruppe.....	9
3.1.1 Grundbegriffe im Anfangsunterricht.....	9
3.1.2 Grundbegriffe in der organischen Chemie.....	10
3.1.3 Beschreiben einer Reaktion .....	11
3.2 Lernen in der Kleingruppe .....	13
3.3 Lernen in der "Tandemgruppe".....	14
3.4 Lernen mit Hilfe einer Identifikationspuppe.....	15
<b>4 EVALUATIONSMETHODEN</b> .....	<b>17</b>
4.1 Zum Lernen in der Großgruppe.....	17
4.1.1 Grundbegriffe im Anfangsunterricht.....	17
4.1.2 Beschreiben einer Reaktion .....	17
4.2 Zum Lernen in der Kleingruppe .....	17
4.3 Zum Lernen in der „Tandemgruppe“.....	17
<b>5 ERGEBNISSE</b> .....	<b>19</b>
5.1 Ergebnisse zu "Lernen in der Großgruppe" .....	19
5.2 Ergebnisse zu "Lernen in der Kleingruppe" .....	20
5.3 Ergebnisse zu "Lernen in der Tandemgruppe".....	21
5.4 Ergebnisse zu „Lernen mit Hilfe einer Identifikationspuppe“.....	22
<b>6 SCHLUSSBETRACHTUNG</b> .....	<b>23</b>

<b>7</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>24</b>
	<b>ANHANG.....</b>	<b>26</b>

## ABSTRACT

*Die Fachsprache der Chemie, die Schülerinnen und Schüler im Alltag als Fremdsprache erleben, ist Teil der Lerninhalte im Chemieunterricht. Der Gebrauch von Fachbegriffen ist Voraussetzung, um Stoffe und Reaktionsabläufe fachlich fundiert beschreiben und erläutern zu können.*

*Um alle Schülerinnen und Schüler beim Erwerb der Fachsprache bestmöglich zu unterstützen, ist der Einsatz von Methoden in unterschiedlichen Kombinationen und Variationen erforderlich.*

*In der vorliegenden Arbeit wird an konkreten Unterrichtssituationen der Einsatz verschiedener Methoden gezeigt und über den Lernfortschritt der Schülerinnen und Schüler beim Bearbeiten von Aufgaben berichtet.*

Schulstufe:	8., 11. und 12. Schulstufe
Fächer:	Chemie
Kontaktperson:	Dr. Elisabeth Niel
Kontaktadresse:	Wenzgasse 7, 1130 Wien
Zahl der beteiligten Klassen:	7
Zahl der beteiligten Schüler/innen:	142

### **Urheberrechtserklärung**

*Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge.*

# 1 EINLEITUNG

Im Laufe meiner Tätigkeit als Chemielehrerin habe ich wiederholt die Erfahrung gemacht, dass die Verwendung der Fachsprache den meisten Schülerinnen und Schülern im Anfangsunterricht schwer fällt. Sie vermeiden nach Möglichkeit Fachbegriffe und chemische Formeln und lassen auf diese Weise den Informationsgehalt, der damit verbunden ist, ungenutzt.

Andererseits gab es Situationen, in denen die Schüler/innen sowohl ausgewählte Fachbegriffe als auch die Formelsprache verwendeten. Etwa bei Portfoliopäsentationen mit vorgegebener Struktur oder als Workshopleiter/in bei „Mitmach-Stationen“.

Die chemische Fachsprache ist eine Fremdsprache und in der Umgangs- und Alltagssprache nicht präsent. Die Scheu vieler Schüler/innen sich in einer Sprache auszudrücken, die kaum beherrscht wird, ist verständlich. Umso wichtiger ist es, den Schüler/innen das Erlernen der Fachsprache zu erleichtern, sodass sie sie mit Sicherheit anwenden können, denn die Fachsprache öffnet ihnen den weiteren Zugang zu den Gebieten der Chemie.

## 1.1 Die Fachsprache ist fundamentaler Bestandteil des Chemieunterrichts

Die Fachsprache ist unverzichtbar bei der Beobachtung und Beschreibung von Stoffen und Reaktionen.

Die Fachsprache ist unverzichtbar, wenn Fachinhalte gelernt werden sollen.

Die Fachsprache ist unverzichtbar, wenn Lehrziele erreicht werden sollen.

Im Chemieunterricht verbindet die Fachsprache die Beobachtungen und Interpretationen mit den Fachinhalten und hilft, die angestrebten Lehrziele zu erreichen.

## 1.2 Die Vielfalt der Fachbegriffe

**Wo Fachbegriffe gebraucht werden:**

### Zur Benennung von Versuchsgeräten

Geräte, mit denen experimentiert wird, haben in chemischen Laboratorien eigene Bezeichnungen und Funktionen. Z. B. besteht eine einfache Destillationsapparatur aus einem Destillierkolben, das ist meist ein Rundkolben, einem Kühler und einem Vorlagegefäß, das das Destillat auffängt. Weiters wird für eine Destillation eine Heizquelle, z. B. ein Gasbrenner oder eine Heizhaube, gebraucht und auch ein Temperaturfühler zum Ablesen der Siedetemperatur. Die Apparatur wird mit Klammern und Muffen an Stativen fixiert. Zur Beschreibung der Destillationsapparatur, die von Schüler/innen selbst aufgebaut und verwendet werden kann, sind 12 Fachbegriffe erforderlich. Arbeitet man unter vermindertem Druck, auch das ist in Chemiekursen der Fall, werden weitere Geräte benötigt.

Die Anzahl der Laborgeräte und damit auch die ihrer Namen ist groß.

### Zur Charakterisierung von Chemikalien

Ein Blick in den Chemikalienkasten der Chemischen Sammlung zeigt die fast unüberschaubare Menge an anorganischen und organischen Stoffen, die im Chemieunterricht gebraucht werden. Sie werden mit systematischen Namen, mit „Trivialnamen“ und auch mit ihrer chemischen Zusammensetzung mit  $\text{NaHCO}_3$  beschriftet sein kann.

Die Schüler/innen sollten den systematischen Namen und die chemische Formel von den wichtigsten Stoffen kennen, bzw. erkennen.

## Zur Beschreibung von Reaktionen

Die Nennung der Ausgangsstoffe, Reaktionsbedingungen und Endstoffe mit Fachbegriffen ist für die Beschreibung einer Reaktion unverzichtbar. Dazu kommen die Beobachtungen, die während des Reaktionsverlaufs gemacht werden und die erklärt werden sollen.

## 1.3 Die Formelsprache in der Chemie

### Elementsymbole

Die Symbole einiger Elemente sind allgemein bekannt; ebenso die Formel für Wasser,  $H_2O$ . Weniger bekannt ist, dass Wasser eine Verbindung und kein Element ist und dass die Elementsymbole H und O für Wasserstoff und Sauerstoff stehen. Die Formel  $H_2O$  gibt auch an, dass die Verbindung Wasser aus zwei Teilen Wasserstoff und einem Teil Sauerstoff besteht. Dies gilt für ein einzelnes Molekül genauso wie für das Wasser in der Donau.

Im Periodensystem sind alle Elemente verzeichnet, die natürlich vorkommenden wie die künstlich erzeugten. Die Kennzahlen und die Elektronegativität eines Elementes, die bei den Elementsymbolen stehen, geben Auskunft über den Bau des Atoms und die Bereitschaft des Elementes, Bindungen mit anderen Elementen einzugehen.

### Summenformeln

Eine Summenformel gibt Auskunft über die Zusammensetzung einer Verbindung. Sie informiert, aus welchen Elementen sie besteht und in welchem Verhältnis sie diese Elemente enthält. Z. B.: Die Summenformel von Traubenzucker,  $C_6H_{12}O_6$ , sagt aus, dass ein Molekül Traubenzucker aus 6 Atomen Kohlenstoff, 12 Atomen Wasserstoff und 6 Atomen Sauerstoff besteht.

### Strukturformeln

Die Strukturformel informiert über den Aufbau einer Verbindung und damit über ihre Eigenschaften.

Die Beschreibung von Stoffen und chemischen Reaktionen mit der Formelsprache setzt bei den Schüler/innen ein hohes Abstraktionsvermögen voraus.

## 1.4 "Chemisch" - die Fachsprache der Chemie

Wie können die Schülerinnen und Schüler im Unterricht "Chemisch" lernen?

Von der Instruktion der Schüler/innen im Lehrervortrag über Fachbegriffe und deren richtigen Gebrauch bis zum Konzept, wonach Schüler (jüngere) Schüler unterrichten, sind alle Methoden zum Erwerb der chemischen Fachsprache einsetzbar. Viele verschiedene und regelmäßige Übungen führen zu einem Zusammenwirken mit der Alltagssprache. Sie sind wie beim Erlernen jeder Fremdsprache hilfreich.

## 2 ZIELE

Der Chemieunterricht soll das Interesse für Fragestellungen aus dem Bereich der Schüler/innen wecken; sie sollen gern experimentieren und sich bewusst sein, dass sie selbstständig Aufgaben erfolgreich bearbeiten und Versuche durchführen können.

Es müssen sich die Lehrenden bewusst sein, dass die Anforderungen für Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht vielfältig sind: Experimente sind untrennbar mit den theoretischen Grundlagen von Stoffeigenschaften und chemischen Reaktionen verbunden.

Das Bewältigen von kompetenzorientierten theoretischen und praktischen Aufgaben (schulstufenadäquat) ist ein weiteres Ziel des Chemieunterrichts.

### 2.1 Ziele auf Schüler/innenebene

Für die Unterrichtspraxis werden ausgewählte Methoden zum Erlernen der Fachsprache auf ihren erfolgreichen Einsatz überprüft.

1. Lernen in der Klassengruppe durch Instruktion.
2. Lernen in einer Kleingruppe: Schüler/innen der 4. Klasse (8. Schulstufe) unterrichten eine Kleingruppe von Schüler/innen einer 4. Schulstufe.
3. Lernen in einer "Tandem-Gruppe": Zwei Schüler/innen der 7. Klasse unterrichten eine Kleingruppe von Schüler/innen der 2. Klasse
4. Lernen mit Hilfe einer Identifikationspuppe

### 2.2 Ziele auf Lehrer/innenebene

- Entwicklung und Durchführung von Methoden zum Erwerb der chemischen Fachsprache, die im Schulunterricht Einsatz finden. Bewusstmachen, dass die Anforderungen an Chemielehrer/innen äußerst vielfältig sind, und dass die Fachsprache dabei einen wichtigen Stellenwert hat.
- Nach Möglichkeit Steigerung der Leistungen der Schüler/innen.
- Professionalisierung der Lehrkraft: Zusammenstellung von Unterrichtssequenzen mit Methoden, die für die jeweilige Schüler/innengruppe geeignet sind. Diese Zusammenstellung enthält Versuche und Aufgaben.

### 2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen

**Aus dem Jahresbericht 2016/ 2017 der Schule:**

IMST-Tag 2017 - Elisabeth Niel stellt ihr Unterrichtsprojekt vor



An unserer Schule arbeitet Elisabeth Niel am Projekt „Methoden zum Erlernen der Fachsprache im Unterrichtsfach Chemie“. Sie wurde eingeladen, die bisherigen Ergebnisse des Projekts am IMST-Tag 2017, dem 17. März 2017, zu präsentieren. Beispielhaft wird hier die Methode der Schüler/innen als Expert/innen und Lehrende vorgestellt.

#### Bericht vom Mitmachworkshop der Projektpräsentation der 4C:

In acht Gruppen wurden Versuche zur Wasserqualität selbst entworfen und ausprobiert. Es wurden verschiedene Fettabscheider gebaut und Messungen der Wasserhärte, des pH-Wertes und des Sauerstoffgehalts bei verschiedenen Wasserproben durchgeführt.



Hier kann der automatische Analysenapparat getestet werden.

#### Informationen an Studierende

Studierende, die das Orientierungspraktikum oder das fachbezogene Praktikum an der Schule absolvieren, werden stets über das aktuelle Unterrichtsprojekt informiert.

**Informationen auf der Homepage der Schule:** [www.wenzgasse.at](http://www.wenzgasse.at)



## 3 LERNMETHODEN

Verschiedene Unterrichtsmethoden zum Erwerb der chemischen Fachsprache wurden in Klassen aus unterschiedlichen Schulstufen eingesetzt und auf Nachhaltigkeit überprüft.

Unter „**Lernen der Fachsprache in der Großgruppe**“ ist ein modifizierter Frontalunterricht zu verstehen. Der Vortrag und die Instruktionen der Lehrkraft sind durchsetzt mit Demonstrationsexperimenten, Schüler/innenaktivitäten und Übungssequenzen.

Die Effizienz dieser häufig im Unterricht eingesetzten Methode wurde anhand wichtiger Lehrstoffkapitel in der 11. und 12. Schulstufe überprüft.

Unter „**Lernen der Fachsprache in Kleingruppen**“ wird in dieser Arbeit das selbstständige Erarbeiten und Präsentieren von Experimenten zu einem vorgegebenen Thema verstanden und als Methode in Klassen der 8. Schulstufe eingesetzt.

Das „**Lernen in Tandemgruppen**“ wurde in einer Realgymnasiumsklasse der 11. Schulstufe erprobt. Die Zweiergruppen wählten aus vorgegebenen Versuchen je ein Experiment. Die beigegebene Experimentiervorschrift musste zunächst erprobt und anschließend als Mitmachversuch für Schüler/innen der 6. Schulstufe adaptiert werden. Die Experimente wurden im Kontext „Chemie im Märchenwald“ durchgeführt.

Das „**Lernen mit Hilfe einer Identifikationspuppe**“ sollte in der Oberstufe erprobt werden. In ausgewählten Klassen übernimmt eine einfache Puppe die Rolle von Schüler/innen, die sich mit der Verwendung von Fachbegriffen und dem Erfassen von Sachverhalten schwer tun. Die Puppe kann zweifelt, verärgert oder aggressiv mit der Lehrkraft sprechen, um endlich der Lösung eines Problems näher zu kommen. Von solchen Diskussionen können und sollen die Schüler/innen profitieren

### 3.1 Lernen in der Großgruppe

#### 3.1.1 Grundbegriffe im Anfangsunterricht

In der 7. Klasse (11. Schulstufe, Gymnasialklasse) wurde nach ca. 6 Wochen Chemieunterricht nach bisher erlernten Fachbegriffen gefragt. Die Schüler/innen sollten alle chemischen Begriffe, die sie bis jetzt gelernt hatten aufschreiben und angeben, ob sie diese auch „Chemieneulingen“ erklären könnten. Die 7A Klasse wird von 4 Schülerinnen und 12 Schülern besucht.

In der darauffolgenden Wissensüberprüfung waren Fachbegriffe aus dem bisherigen Unterricht und deren richtige Anwendung in kompetenzorientierten Aufgaben gefragt.

Nachstehend sind Beispielaufgaben zu den Begriffen „Destillation“, „Chromatographie“ und „Konzentrationsangaben und Lösungen“ angeführt:

#### **Aufgabe zum Begriff „Destillation“:**

#### **Organische Lösungsmittel**

Ein Laborant soll aus dem Lösungsmittelabfallgemisch des Labors reine Lösungsmittel gewinnen. Das Gemisch enthält Hexan ( $K_p = 69^\circ\text{C}$ ) und Octan ( $K_p = 126^\circ\text{C}$ ) und DMSO (Dimethylsulfoxid,  $K_p = 189^\circ\text{C}$ ).

- Erläutere, warum der Laborant die Destillation als Trennmethode wählt.
- Skizziere und beschrifte das Siedediagramm, das er ins Protokoll des Laborjournals zeichnet.

### Aufgabe zum Begriff „Chromatographie“: Zitronensaft

Zitronensaft wurde auf Aminosäuren untersucht. 0,1%ige Lösungen von Aminosäuren und eine Zitronensaftprobe wurden auf ein „Chromatographieblatt“ aufgetragen. Das fertige Chromatogramm wurde mit einer Ninhydrin-Lösung besprüht und zeigte deutlich das Vorhandensein von Asp (Asparaginsäure,  $R_f$  – Wert= 0,19), Glu (Glutaminsäure,  $R_f$  – Wert= 0,24) und Val (Valin,  $R_f$  – Wert= 0,32); Phe (Phenylalanin,  $R_f$  -Wert = 0,39) konnte nicht nachgewiesen werden.

Aufgabe:

- Skizziere und interpretiere das Chromatogramm von Zitronensaft.
- Fertige eine beschriftete Skizze des Chromatogramms der Vergleichssubstanzen an.
- Was versteht man unter dem  $R_f$ -Wert? Definiere und erkläre.

### Aufgabe zum Begriff „Lösungen“: Chemieunterricht

Eine Chemielehrerin stellt für das Schülerpraktikum 500 mL einer 3% Bariumchlorid – Lösung ( $\text{BaCl}_2$ ) her.

- Wie viel g Bariumchlorid muss sie einwiegen?
- Berechne die molare Konzentration an Bariumchlorid in dieser Lösung.
- Bestimme die Anzahl der Ionen in einem Liter dieser Lösung ( $\text{BaCl}_2$  zerfällt in ein  $\text{Ba}^{2+}$ -Ion und zwei  $\text{Cl}^-$  - Ionen).

Die nachstehende Tabelle zeigt das Ausmaß, in dem die Begriffe bekannt waren und die entsprechenden Aufgaben richtig gelöst wurden.

Begriff	Ist bekannt und wird verstanden	Konnte in einer Aufgabe richtig angewendet werden
Destillation	79%	82% überwiegend richtige Lösungen
Chromatographie	79%	62,5% überwiegend richtige Lösungen
Konzentration, Lösung	36%	31% überwiegend richtige Lösungen

## 3.1.2 Grundbegriffe in der organischen Chemie

In der 8. Klasse (12. Schulstufe) bringt die organische Chemie viele neue Fachbegriffe.

Die 8nw Klasse (Realgymnasium ohne Darstellende Geometrie) besuchen 6 Schülerinnen und 7 Schüler. Auch sie gaben die Fachbegriffe an, die sie verstanden haben.

Auch in der 8. Klasse war in der darauffolgenden Wissensüberprüfung die Anwendung dieser Fachbegriffe in kompetenzorientierten Aufgaben gefragt.

Nachstehend Beispiele von Aufgaben zur Verbrennungsanalyse, zur Formelschreibweise, zur Strukturermittlung und zur Beschreibung von Bindungen in organischen Molekülen.

#### Beispiel zur Elementaranalyse: „Weiße Säuren“

Von zwei unbeschrifteten kleinen Behältern A und B weiß man, dass einer die Aminosäure Alanin ( $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ ) und der andere Citronensäure ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) enthält.

Peter, ein Schüler der 8. Klasse, soll die beiden Behälter richtig beschriften; im Chemieunterricht hat er Versuche kennengelernt, mit deren Hilfe er seine Aufgabe lösen könnte.

- Beschreibe die Versuche, die Peter durchführen wird.
- Gib die erwarteten Versuchsergebnisse an.
- Begründe Peter's Entscheidung für die Beschriftung der Gefäße.

### Beispiel zur Strukturermittlung: „Ein spezieller Treibstoff“

Dieser Treibstoff ist ein Kohlenwasserstoff. 1 g der Verbindung wird vollständig verbrannt; man erhält 3087,7 mg CO<sub>2</sub> und 1421,1 mg H<sub>2</sub>O. Das Massenspektrum dieser Verbindung zeigt deutliche Peaks bei 15, 43, 57, 71 und 114.

### Beispiel zum Bau organischer Moleküle

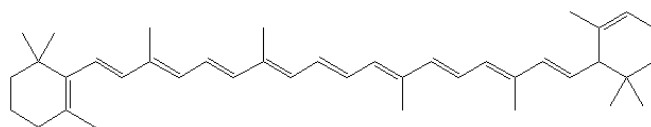
Gib die Zusammensetzung und eine mögliche Struktur des gesuchten Stoffes an!

- Erkläre den Begriff „Isomerie“ anhand eines selbst gewählten Beispiels.
- Zeichne die Strukturformeln von zwei isomeren Verbindungen mit der Summenformel C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>.

### Beispiel zu Bindungen in organischen Molekülen:

α-Carotin ist ein Naturfarbstoff. Es ist u.a. in Karotten enthalten und kann in Vitamin A umgewandelt werden. Erläutere die Bindungsverhältnisse im α-Carotin-Molekül und erkläre die Besonderheiten dieser Verbindung.

Strukturformel von α-Carotin:



Bekannte und gut verstandene Begriffe	Konnten in einer Aufgabe richtig angewendet werden
Verbrennungsanalyse, Beilsteinprobe, Elementaranalyse	54%
Strichformeln, Strukturformel, Halbstrukturformel, Lokanten, funktionelle Gruppen, Isomerie, isomere Verbindungen	69%
Massenspektrometer, Massenspektrum	31%
(sp <sup>3</sup> -) hybridisiert, π – Bindung, σ – Bindung, delokalisierte Elektronen, konjugierte Doppelbindungen, Aliphaten, Aromaten;	47%

Die Schüler/innen in der 8. Klasse verstehen ihren eigenen Angaben nach zwar viele Begriffe und haben sich in selbst durchgeführten Experimenten und Übungsbeispielen damit auseinandergesetzt. Sie können sie jedoch nicht im selben Ausmaß in Aufgaben anwenden.

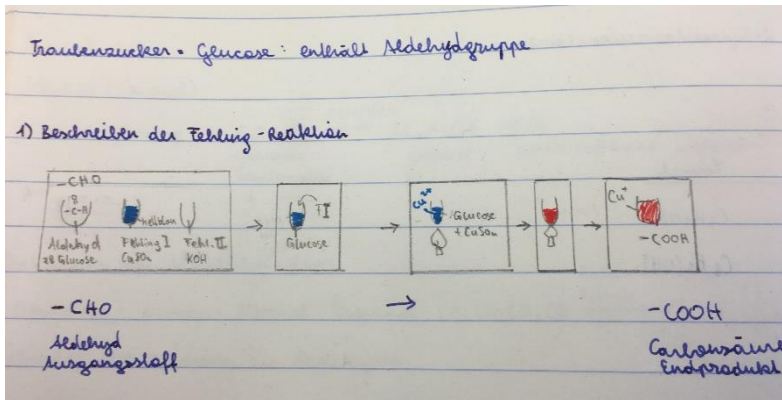
### 3.1.3 Beschreiben einer Reaktion

Die bekannte Nachweisreaktion für Glucose, die Fehling-Reaktion, ist fixer Bestandteil im Chemieunterricht (meist) in der 8. Klasse und findet sich in jedem Lehrbuch als Nachweis für (viele) Aldehyde.

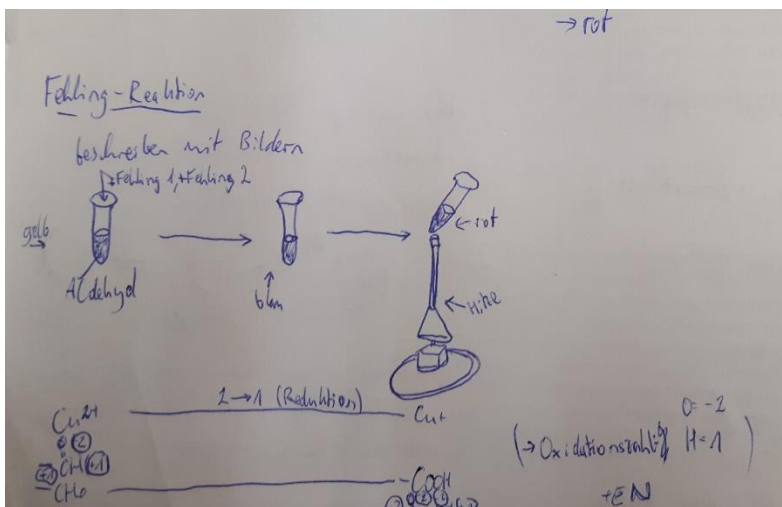
Die Reaktion wurde den Schüler/innen als Demonstrations- und als Schülerversuch in Kleingruppen mit begleitender Beschreibung der einzelnen Reaktionsschritte näher gebracht.

In der darauf folgenden Wissensüberprüfung sollten die Schüler/innen in der Lage sein, eine entsprechende Aufgabe richtig zu lösen.

Als zusätzliche Wiederholung und Vertiefung dieses Stoffgebiets erhielten drei Klassen (8A, 8B und 8<sub>GG</sub>) die Aufgabe, die Fehling-Reaktion als Bildergeschichte darzustellen. In drei bis fünf Bildern sollte alles Wesentliche enthalten sein.



von einer Schülerin der 8B



von einem Schüler der 8A

Das „Wesentliche“ umfasste die Ausgangsstoffe, - die Glucose mit der Aldehydgruppe und die Fehling Reagentien mit dem blauen  $\text{Cu}^{2+}$ -Ion -, das Erwärmen des Reaktionsgemisches und die Endstoffe, - die rote  $\text{Cu}^+$ -Verbindung und die Carbonsäure.

Die Bildergeschichten wurden in überwiegendem Maß von den Schüler/innen richtig und vollständig gezeichnet. Das „Aldehydbeispiel“ der Wissensüberprüfung wurde aber in geringerem Ausmaß richtig gelöst.

### Beispiel für eine „Aldehydaufgabe“:

In einer Chemikaliensammlung haben sich von 3 Flaschen die Etiketten gelöst. Es handelt sich um Hexanal, Phenol (Hydroxybenzen) und Hexanon (Methylbutylketon). Ein Student soll die drei Etiketten auf die richtigen Flaschen kleben. Wie wird er diese Aufgabe lösen?

Erläutere (s)eine Vorgangsweise und begründe die Nachweisreaktionen; nenne die Reagenzien, die zur Identifikation der drei Chemikalien erforderlich sind, mit chemischen Formeln und mit Worten!

Um welche Art von chemischen Reaktionen handelt es sich? Begründe auch dies!

(Anm.: Diese Aufgabe entstammt einer Wissensüberprüfung über organische Sauerstoffverbindungen, die auch Alkohole und Phenole zum Inhalt hatte. Das Keton war durch Ausschluss zu ermitteln. Ähnlich konzipierte Aufgabenbeispiele wurden im Unterricht geübt.)

Name, Verbindungs- klasse	Strukturformel	Nachweisreaktion	Begründung
Hexanal .....			
Phenol .....			
Hexanon: .....			

In den Vergleichsklassen 8<sub>NW</sub> und 8E wurde die Fehling-Reaktion ohne selbst gezeichnete Bilder geschichten geübt. Das „Aldehydbeispiel“ der Wissensüberprüfung, das für alle Klassen ähnlich aufgebaut war, wurde in diesen beiden Klassen in ähnlich gutem Ausmaß gemeistert.

### 3.2 Lernen in der Kleingruppe

Die 4C und die 4D<sub>RG</sub> nahmen am 14. Projektwettbewerb des Verbandes Österreichischer Chemielehrer/innen teil.

Für die Projektarbeit zum Thema: „Wasser – Trinkwasser – Abwasser“ entwickelten die Schülerinnen und Schüler in 3er- bzw. 4er-Gruppen selbstständig Experimente, die zum Thema passten:

Die Schüler/innen der 4D wählten diese Themen für ihre Experimente:

- Abwasserreinigung mit „natürlichen“ Mitteln wie Kies, Sand, Erde
- Abwasserreinigung mit Aktivkohle, Baumwolltuch, Tuch aus Kunstfasern, Nylonstrumpf
- unterschiedliche Kühlungsarten bei der Destillation
- Ermitteln der Verunreinigungen im Wasser, die eine Wunderkerze verursacht

Die Schüler/innen der 4C wählten folgende Themen für ihre Experimente:

- pH-Wert - Messung und Bestimmung der pH-Wert-Verteilung in einem Probengefäß bei Zugabe von sauren bzw. basischen Lösungen
- Modell eines Ölabscheiders – Bestimmung der Effizienz des Verfahrens
- Fettabscheider vs. Fettentfernung mittels Spiritus bzw. Fleckbenzin.
- Vergleich verschiedener Reinigungsoperationen wie: Destillation, Filtration, Fettabscheidung (hier arbeiteten zwei Kleingruppen gemeinsam)
- Entwicklung eines automatischen „Neutralisators“ mit Legotechnik, der nach anfänglichen Schwierigkeiten klaglos funktionierte.
- Gütebestimmung verschiedener „Wasserproben“: Härte, pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt
- Quiz zu Trinkwasser und Wasserverbrauch.

Zuerst überlegten sich die Schüler/innen Fragen, die sie mit einem Experiment beantworten wollten und konzipierten ein geeignetes Experiment. Sie beschafften das benötigte Material und führten ihr Experiment in der Unterrichtszeit durch. Die Ergebnisse wurden notiert und Verbesserungen durch-

geführt. Die Recherchen zum theoretischen Hintergrund und die Beschreibung aktueller Anwendungsbereiche waren ebenfalls Teile der Projektarbeit.

Diese selbst entwickelten Versuche wurden als Demonstrations- und Mitmachversuche präsentiert:

Die 4C lud Eltern, Verwandte, Lehrer und Schüler/innen zu ihrer Präsentationsveranstaltung ein. Die 4C-Schüler/innen erklärten als Expert/innen bei den Stationen den Ablauf des Experimentes und luden die Gäste zum Mitmachen ein. Auf Plakaten beschrieb jede Gruppe ihr Experiment mit den entsprechenden Fachbegriffen.



Station: Destillation

Die 4D veranstaltete einen Mitmachworkshop für eine 4. Volksschulklasse. Bei Stationen zeigte jede Gruppe ihr Experiment und erklärte den Aufbau und den Verlauf der Reaktion. Anschließend besuchten die Volksschulkinder in Gruppen die Stationen und wurden zum Mitmachen beim Experimentieren eingeladen. In der Vorbereitung überlegten die Schüler/innen genau, wie sie die erforderlichen Fachbegriffe den Gastkindern erklären könnten.

Die nachstehende Auswahl der Erklärungen für die Volksschulkinder zeigt, wie ausgewählte Begriffe von den 4D-Schüler/innen verstanden wurden.

**pH-Wert:**

„Wasser kann wie ein Apfel schlecht werden. Ob das Wasser sauer, also schlecht ist, misst man mit dem pH-Wert.“

„Gibt an wie sauer das Wasser (die Flüssigkeit) ist; optimal 7.“

**Spritzflasche:**

„Flasche mit einem kleinen Schlauch drinnen, durch welche Wasser rausgepresst werden kann.“

**Heizhaube:**

„erhitzt das Wasser, damit es zu Wasserdampf wird“

**Härtegrad:**

„Im Wasser sind viele Mineralstoffe. Je mehr, desto höher ist der Härtegrad.“

### 3.3 Lernen in der “Tandemgruppe”

Im Rahmen eines Aktionstages experimentierten die Schüler/innen der 7C in elf 2er-Teams mit je 1 – 2 Schüler/innen aus den 2. Klassen unserer Schule. Jedes Team bereitete ein eigenes Experiment vor, zeigte es den Besucherkindern und lud diese ein, beim anschließenden Experimentieren mitzuhelfen. Der Kontext zu den Versuchen waren verschiedene Märchen, die Veranstaltung lief unter dem Titel: „Chemie im Märchenwald“.

Einer Anregung aus der Zeitschrift „Unterricht Chemie\_24\_2013\_Nr. 138“ folgend, wurden die vorgestellten Versuche für die „Lehrer/innenrolle“ der Schüler/innen der 7C adaptiert. In den 2er-Gruppen

wurden die Experimente erprobt, Materiallisten erstellt bzw. vervollständigt und darauf geachtet, dass der Zusammenhang zum Märchen hergestellt werden konnte.

Beispiel: *Rapunzel*

Experiment: „Pharaoschlangen“

Theoretischer (chemischer) Hintergrund: thermische Zersetzung von Natriumhydrogencarbonat und Zucker; Salze, Zucker

Materialliste (nach der Erprobung für den Aktionstag): *Angaben pro Versuchsdurchführung*

*Staubzucker 4 TL, Backpulver 1 TL, Ethanol (Spiritus) ~ 20 mL;*

*Sand, feuerfeste Unterlage, Streichhölzer, Marmeladeglas, Schüssel, Pipette, Spatel*

Am Aktionstag erzählten die Oberstufenschüler/innen nicht nur das entsprechende Märchen, sie hatten auch die Verantwortung für die Durchführung der Experimente sowie die entsprechende altersadäquate Erklärung für die Gastkinder. Sie waren zusätzlich noch (in einem gewissen Ausmaß) für die Sicherheit der 2. Klässler zuständig.

In der auf den Aktionstag folgenden Unterrichtsstunde erfolgte die Rückschau der 7C Schüler/innen auf ihre Tätigkeit als Stationsleiter/innen. Den Berichten in der Reflexion kann entnommen werden, wie bedeutend das Erklären der Versuche für die Oberstufenschüler/innen war.

Einige Beispiele aus den Rückmeldungen:

*„Wir haben gelernt, selbstständig zu arbeiten und Versuche mehrmals mit Sicherheit durchzuführen. Wir haben auch gelernt, die Versuche interessant für die Kinder zu gestalten und ihre Aufmerksamkeit zu bewahren, indem wir das Ganze mit viel Enthusiasmus und eigener Begeisterung angegangen sind.“*

*„...ich habe gelernt, chemische Vorgänge vereinfacht erklären zu können, außerdem habe ich auch selber neue Erfahrungen bezüglich der „Chemie“ hinter den Experimenten dazu gewinnen können.“*

*„Ich fand es einen tollen Tag, wo ich gelernt habe und auch Spaß dabei hatte. Wäre toll, nochmal so etwas zu machen.“*

Zusätzlich wurde von jedem/r Einzelnen der theoretische Hintergrund des eigenen Experiments schriftlich erörtert. Diese Beiträge wurden als schriftliche Mitarbeitsleistungen gewertet.

Beispiele für Zusammenhänge „Märchen – Experiment – chemischer Hintergrund“

Hänsel und Gretel	Flammenfarben	Aufbau der Atomhülle, Pyrotechnik
Die 7 Zwerge	„7 Farben einer Lösung“	Indikatoren, Säure/ Base-Reaktionen, Redoxreaktionen, Wertigkeit von Ionen,
Rumpelstilzchen	„Kupfer – Silber – Gold“	Legierungsbildung zu Messing aus Kupfer und Zink, Metallbindung

Das Engagement bei der Vorbereitung und Durchführung des Aktionstages konnten durchwegs als positive Mitarbeitsleistungen berücksichtigt werden.

### 3.4 Lernen mit Hilfe einer Identifikationspuppe

Der Einsatz der Puppe war in einer oder mehreren 8. Klassen geplant, um die Beschreibung von Bindungsverhältnissen in organischen Molekülen bzw. den Ablauf organischer Reaktionen zu üben. Trotz Verwendung von Molekülmodellen sind erfahrungsgemäß meist nur wenige Schüler/innen in der Lage, Aufgaben zu diesen Themengebieten richtig zu bearbeiten. Viele Fachbegriffe müssen sinnvoll

kombiniert werden, was ein ausgeprägtes Abstraktionsvermögen voraussetzt. Die „Teilnahme“ einer Puppe am Unterricht sollte zu einer Verbesserung der Schülerleistungen führen

Die Puppe nimmt hierbei die Rolle eines Schülers ein, der sich bemüht, die gestellten Aufgaben zu bewältigen. Leider schafft er/sie es nicht und wendet sich mit seinen/ihren Fragen direkt an die Lehrkraft. Dieses Gespräch findet auf Augenhöhe statt. Die Puppe freut sich, wenn sie etwas richtig verstanden hat und auch Analogiebeispiele lösen kann.

Die Schüler/innen haben damit die Chance, die Aufgabenstellung und deren Lösung aus einer anderen Perspektive dargelegt zu bekommen und besser zu erfassen.

Die Einführung der Puppe in den Unterricht während des Schuljahres stellte sich als schwierig heraus. Die 8. Klassen waren in den 6. Stunden (die Mehrzahl der 8. Klassen hatte eine der Chemiestunden in der 6. Schulstunde am Vormittag) stets unruhig, müde und zeigten wenig Interesse an chemischen Problemstellungen. In zwei Klassen, 8E (wkRG) und 8C (RG) wurde die Puppe mitgenommen. Nach einem ersten Überraschungsmoment, in dem sie ihre Rolle erklärte, stellte die Puppe Verständnisfragen zum aktuellen Thema. Etwa die Hälfte der Schüler/innen beteiligte sich an diesen Gesprächen. In keinem Fall konnten die „Gespräche mit Joe, der Puppe“ fortgesetzt werden.



## 4 EVALUATIONSMETHODEN

Für die in Kapitel 3 beschriebenen Methoden wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

Einerseits der Anteil an richtigen Lösungen bei der Anwendung in kompetenzorientierten Aufgaben und andererseits die Einschätzung des eigenen Könnens bzw. der Schwierigkeiten beim Lernen aus der Sicht der Schüler/innen

### 4.1 Zum Lernen in der Großgruppe

#### 4.1.1 Grundbegriffe im Anfangsunterricht.

Selbsteinschätzung der Schüler/innen in der 7A bzw. 8<sub>nw</sub>:

Es sollten aus dem Gedächtnis die neuen Begriffe aus dem Unterricht aufgelistet werden. Weiters sollte angegeben werden, welche der Begriffe verstanden bzw. nicht verstanden wurden.

Für das erfolgreiche Bearbeiten der Aufgaben in den folgenden Wissensüberprüfungen war das Verstehen und Anwendenkönnen der „neuen“ Begriffe erforderlich. Das Ausmaß an richtig gelösten Aufgaben wurde an Beispielen erhoben.

#### 4.1.2 Beschreiben einer Reaktion

Die Schüler/innen der Klassen 8A, 8B und 8<sub>DG</sub> erhielten die Aufgabe, die Fehling-Reaktion am Beispiel der Glucose als Bildergeschichte darzustellen. In drei bis fünf Bildern sollte alles Wesentliche, auf das im Vorfeld hingewiesen wurde, enthalten sein.

In der folgenden Wissensüberprüfung sollte ein Aldehyd erkannt und mit Hilfe der Fehling-Reaktion nachgewiesen werden. Das Ausmaß an richtig gelösten Aufgaben wurde an Beispielen erhoben.

### 4.2 Zum Lernen in der Kleingruppe

Die 15 Schüler und 2 Schülerinnen der 4C entwickelten ihre Experimente in 8 Kleingruppen, die 8 Schüler und 3 Schülerinnen der 4D<sub>RG</sub> arbeiteten in 4 Kleingruppen. Die Arbeiten beider Klassen wurden in etwa 25 Schulstunden durchgeführt, die in die regulären Unterrichtsstunden eingebaut waren.

Aus den Unterrichtsbeobachtungen geht hervor, dass sich alle Schüler/innen mit großem Ernst und Engagement an ihren persönlichen Arbeiten beteiligten und bemüht waren, ihren Beitrag bestmöglich zu leisten. Sie waren in der Lage, bei ihren Präsentationen alle Fachbegriffe richtig zu verwenden und den Gästen auf Anfrage die Bedeutung ihres Experiments zu erklären.

Gegen Ende des Schuljahres wurde mittels Fragebogen erhoben, in welchem Ausmaß die Stoffgebiete des Unterrichtsjahres eher schwer oder eher leicht zu erlernen waren.

### 4.3 Zum Lernen in der „Tandemgruppe“

7C-Klasse; die 7C ist eine RG-Klasse mit 6 Schülerinnen und 18 Schülern. Sie haben drei Wochenstunden Chemie; es ist der erste Chemieunterricht in der Oberstufe. Eine der wöchentlichen Chemiestunden wird nach Möglichkeit als Praktikumsstunde abgehalten.

Als Workshopleiter/innen hatten sie vielfältige Aufgaben. Sie mussten sich

- über den Inhalt des Märchens informieren, da sie es ja in Kurzform den Kindern erzählen und den Zusammenhang zum Experiment herstellen sollen
- mit der Versuchsvorschrift auseinandersetzen, die einzelnen Arbeitsschritte überlegen und eine Materialliste erstellen
- mit dem/r Partner/in über die Rollenverteilung und die Arbeiten absprechen
- die Sicherheitsvorkehrungen überlegen, da sie für das Einhalten dieser Maßnahmen durch die Gastkinder zuständig sind
- mit dem chemischen Hintergrund des Experimentes auseinandersetzen, um die Fragen der 2. Klässler zu beantworten
- mit dem chemischen Hintergrund des Experimentes auseinandersetzen, um einen Überblick über den theoretischen Schwerpunkt als schriftliche Mitarbeitersleistung abgeben zu können.

Für die Reflexion zum Aktionstag sollten folgende Fragen von den Schülerinnen und Schülern beantwortet werden:

1. Was würde/n ich/wir wieder so machen?
2. Was würde/n ich/wir ändern
3. Was habe ich gelernt?
4. Was ich noch sagen will:

Gegen Ende des Schuljahres wurde auch in dieser Klasse mittels Fragebogen erhoben, in welchem Ausmaß die Stoffgebiete des Unterrichtsjahres eher schwer oder eher leicht zu erlernen waren.

## 5 ERGEBNISSE

Die Methoden zum Erlernen der Fachsprache unterscheiden sich im Ausmaß der aktiven Beteiligung der Schülerinnen und Schüler im Unterricht. Sie führen von der Methode des Lehrervortrags zur Methode „Schüler unterrichten Schüler“.

### 5.1 Ergebnisse zu „Lernen in der Großgruppe“

#### Grundbegriffe im Anfangsunterricht einer 7. Klasse:

Die Schüler/innen der 7A Klasse schätzten ihre Kenntnisse über die Trennmethoden Destillation und Chromatographie sehr hoch ein. Bei Konzentrationsangaben und dem Herstellen von Lösungen überwog ihre Unsicherheit. Die Ergebnisse beim Lösen von Aufgaben, die die Anwendung dieser Kenntnisse forderte, zeigten tendenziell dasselbe Bild: die Aufgaben zu den Trennmethoden wurden überwiegend gut gelöst, während die Berechnung von Konzentrationen den Schüler/innen Probleme machte.

Im Unterricht wurden die Theorie zu diesen Grundbegriffen mit Versuchen verknüpft.

Die Klasse erlebte die Destillation als „Schauexperiment“. Sie lernte die Teile und den Aufbau einer Destillationsapparatur kennen, erlebte die Trennung des Alkohols aus Wein und dokumentierte den Reaktionsverlauf mit einer Siedekurve. Als Übung wurden weitere Stoffgemische „theoretisch“ durch Destillation getrennt; die entsprechende Siedekurve wurde skizziert.

Jede/r Schüler/in trennte Farbgemische (Filzstiftfarben) mit Hilfe der Papierchromatographie und ermittelte, ob die Farben der Filzstifte Reinstoffe oder Farbmischungen waren. Die Theorie der Chromatographie wurde erläutert und die Bestimmung der  $R_f$ -Werte der eigenen Chromatogramme durchgeführt.

Das Mol als Einheit der Stoffmenge war für die Schüler/innen völlig neu und für viele trotz selbst hergestellter Lösungen schwer zu verstehen. Damit lässt sich auch die geringe Zahl an richtig gelösten „Konzentrationsaufgaben“ erklären.

Begriff	Ist bekannt und wird verstanden	Wurde in einer Aufgabe richtig angewendet
Destillation	79%	82% überwiegend richtige Lösungen
Chromatographie	79%	62,5% überwiegend richtige Lösungen
Konzentration von Lösungen	36%	31% überwiegend richtige Lösungen

Vgl. Abb. Kap. 3.1

Viele Schüler/innen der 7A geben an, die Fachbegriffe zu verstehen und haben sich in Experimenten eingehend damit auseinandergesetzt. Sie können sie jedoch nicht in allen Fällen im selben Ausmaß in den Aufgaben anwenden.

#### Grundbegriffe in der organischen Chemie in der 8. Klasse

In der 8. Klasse des naturwissenschaftlichen Gymnasiums wird nach Möglichkeit eine der drei Chemie-Wochenstunden als Praktikumsstunde gehalten. Die Experimente in diesem Praktikum werden begleitend zum Lehrstoff ausgewählt und damit Theorie und Praxis verbunden.

Allen Schülerinnen und Schülern dieser Klasse waren die Begriffe (s. Tabelle) aus der organischen Chemie bekannt. Es wurde in Kleingruppen experimentiert und gemeinsam das Protokoll erstellt. Der Aufbau von Molekülen, einige Reaktionen und die verschiedenen Bindungen in Kohlenwasserstoffen wurden sowohl experimentell als auch im Modell mit dem Molekülbaukasten durchgeführt.

Die Schüler/innen in der 8nw Klasse verstehen (ihren eigenen Angaben nach) zwar viele Begriffe und haben sich in selbst durchgeführten Experimenten und Übungsbeispielen damit auseinandergesetzt. Sie können sie jedoch nicht im selben Ausmaß in Aufgaben anwenden

Bekannte und gut verstandene Begriffe	Konnten in einer Aufgabe richtig angewendet werden
Verbrennungsanalyse, Beilsteinprobe, Elementaranalyse	54%
Strichformeln, Strukturformel, Halbstrukturformel, Lokanten, funktionelle Gruppen, Isomerie, isomere Verbindungen	69%
Massenspektrometer, Massenspektrum	31%
(sp <sup>3</sup> -) hybridisiert, π – Bindung, σ – Bindung, delokalisierte Elektronen, konjugierte Doppelbindungen, Aliphaten, Aromaten;	47%

Vgl. Abb. Kap. 3.1

### **Beschreiben einer Reaktion:** Fehling – Reaktion in den 8. Klassen

In meinen 8. Klassen, 8A, 8B, 8E, 8<sub>DG</sub> und 8<sub>NW</sub> wurde die Fehling-Reaktion von den Schüler/innen in Kleingruppen als Nachweis der Glucose experimentell durchgeführt. Der Reaktionsablauf wurde erläutert und auch in Formelschreibweise formuliert.

Als vertiefende Auseinandersetzung mit dieser Reaktion, zeichneten die Klassen 8A, 8B und 8<sub>DG</sub> den Reaktionsverlauf in einer Bildergeschichte sollten sie mit den entsprechenden Formeln der beteiligten Stoffe versehen.

Die Bildergeschichten wurden in überwiegendem Maß von den Schüler/innen richtig und vollständig gezeichnet. Das „Aldehydbeispiel“ der Wissensüberprüfung wurde aber in geringerem Ausmaß richtig gelöst. (vgl. Kap. 3.1). In der 8E und 8<sub>DG</sub> war der Anteil der richtig gelösten „Aldehydbeispiele“ ähnlich hoch. In allen Klassen etwa 85% positive Leistungen („+“ und „~“ der schriftlichen Mitarbeit Leistungen). Die Leistungen aller Mädchen konnten positiv bewertet werden.

Dies zeigt, dass durch die zusätzliche Wiederholung und Vertiefung der Fehling-Reaktion keine Leistungsverbesserung erzielt werden konnte.

## **5.2 Ergebnisse zu “Lernen in der Kleingruppe”**

Die Schülerinnen und Schüler der 4. Klassen haben beim selbstständigen Experimentieren, beim Diskutieren innerhalb der Kleingruppe und als Experten bei den Präsentationen ein umfangreiches chemisches Vokabular erworben. Ich konnte beobachten, dass das Verwenden der Fachbegriffe mit dem wiederholten Üben für die Schüler/innen selbstverständlich geworden war. Sie zeigten das ganze Schuljahr über Interesse für die Themen im Chemieunterricht. Ihre mündlichen und schriftlichen Leistungen waren überdurchschnittlich gut.

Ein Feedbackbogen am Ende des Schuljahres zur Einschätzung des Schwierigkeitsgrades von Stoffgebieten zeigt, dass manche Kapitel schwer zu lernen waren.

Dazu einige Beispiele:

Das Periodensystem war für fast alle sehr leicht, für einige ziemlich leicht, für eine Schülerin “mittel”.

Ebenso waren die Kohlenwasserstoffe für viele sehr leicht bzw. leicht und für drei Schüler “mittel”

Die Redox-Reaktionen wurden nur von wenigen als “sehr leicht”, von etlichen als “leicht” und “mittel” und von zwei Schülerinnen als “schwer” angegeben.

Eine ähnliche Einschätzung betrifft die Elektrolyse.

Blickt man auf die Selbsteinschätzungen der Schülerinnen und vergleicht sie mit denen der Schüler, lassen sich aufgrund der geringen Anzahl an Mädchen keine „Mädchen- bzw. Burschenthem“ erkennen.

Wird im Unterricht die Methode „Lernen in einer Kleingruppe“ bei einem Thema so eingesetzt, dass die Schüler/innen aktiv dabei sind, werden sie sich bemühen bestmögliche Leistungen zu bringen und sich über ihre Erfolge freuen.

### 5.3 Ergebnisse zu “Lernen in der Tandemgruppe”

Am Aktionstag standen für die Schülerinnen und Schüler der 7C die Durchführung der Experimente und die Einbindung der 2. Klässler im Vordergrund.

In der Vorbereitung setzten sie sich mit dem chemischen Hintergrund zu „ihrem“ Experiment auseinander und beschrieben das Wesentliche mit eigenen Formulierungen.

Sie bearbeiteten folgende Themen:

Aufbau der Atomhülle, Emissionsspektren, chemische Bindungen: Modelle und Eigenschaften der Verbindungen, Säure-Base-Reaktionen, Indikatoren, Säure- und Basenkonstanten, Gase, Gasgleichung, Konzentrationen, Herstellen von Lösungen, Salze, Redox-Reaktionen, Reaktionskinetik, Katalysatoren, Pyrolysen, Nachweisreaktionen für Eisen, ausgewählte Trennmethode und Komplexbildungsreaktionen.

Die schriftlich zusammengefassten Übersichten zum Theoriekapitel konnten, was sehr erfreulich war, für alle als positive schriftliche Mitarbeitungsleistungen berücksichtigt werden.

Die Rückmeldungen zum Aktionstag lassen bei der Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler bedeutende Lernfortschritte auf fachlicher, fachsprachlicher und sozialer Ebene erkennen.

Einige Beispiele seien angeführt:

Zur Frage: „Was würde ich/ würden wir wieder so machen?“ antwortete:

*Ein Schüler:*

*Ich fand es sehr toll, den 2. Klässlern einen Versuch erklären zu dürfen und würde dies gerne wieder einmal tun, weil ich auch selber dabei etwas gelernt habe.*

*Eine Schülerin:*

*Die Gruppen waren gut. Sie waren nicht zu klein und auch nicht zu groß. Die Kinder waren nicht lästig und alle haben sich gut an den Ablauf gehalten. Obwohl viele im Chemiesaal waren, hatte jeder genug Platz. Versuche waren altersgerecht für die 2. Klässler abgestimmt.*

Zur Frage: „Was würde ich/ würden wir verändern?“ antwortete:

*Ein Schüler:*

*Vielleicht besser zu den Märchen passende Experimente. Vielleicht zwei Mal noch die 2. Klässler zu anderen Gruppen gehen lassen, damit sie bei mehr Experimenten auch mithelfen oder mitarbeiten können. Zwei Stunden für eine Klasse oder Gruppe einplanen.*

*Eine Schülerin:*

*Eventuell etwas anspruchsvollere Experimente durchführen bzw. mit mehr Spannung und heftigeren Reaktionen. Dazu müsste man früher anfangen zu proben, dann wäre es spektakulärer*

Zur Frage: „Was habe ich gelernt?“ antwortete:

*Ein Schüler:*

*Wie man gesättigte Lösungen richtig herstellt. Anderen einen Versuch zu erklären, sodass sie ihn auch verstehen.*

*Eine Schülerin:*

*Ich selbst habe auch mehrere neue Versuche kennengelernt (einen näher); finde es sehr interessant, hier selbst arbeiten zu dürfen.*

Die Rückmeldungen zeigen auch, dass Schülerinnen wie Schüler in gleichem Maße von den Aufgabenstellungen angesprochen waren und sich bemühten, diese möglichst gut zu bewältigen.

Am Ende des Schuljahres bat ich die 7C den Schwierigkeitsgrad beim Erlernen der verschiedenen Fachbegriffe und den damit verbundenen Stoffgebieten in einem vorgegebenen Raster anzugeben.

21 Feedbackbögen wurden retourniert, 6 von Schülerinnen (w), 15 von Schülern (m), zu folgenden Antworten zu ausgewählten Stoffgebieten:

Begriff, Stoffgebiet	leicht, 1	2	3	4	schwer, 5
Salze	7m 0w	6m 1w	1m 1w	1m 3w	1m
Trennmethoden	8m 6w	6m 0w	2m 0w	-----	-----
Säuren und Laugen	5m 3w	6m 2w	4m 1w	1m 0w	-----
Redox-Reaktionen	9m 5w	3m 1w	2m 0w	1m 0w	-----
Elektrolyse	3m 0w	2m 1w	6m 0w	2m 4w	2m 1w
Periodensystem	12m 6w	2m 0w	1m 0w	-----	-----

Beispiele aus der Umfrage nach dem Schwierigkeitsgrad Stoffgebiete.

Aus den Antworten sieht man, dass einige Lehrstoffkapitel, z. B. die Trennmethoden oder das Periodensystem, für die Schüler/innen besonders leicht erlernbar waren und andere, wie die Elektrolyse, einen erheblichen Lerneinsatz erforderten.

Aus den Antworten sieht man auch, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern bei der Bewältigung des Lehrstoffs und damit auch beim Erlernen der Fachsprache erkennbar sind.

## 5.4 Ergebnisse zu „Lernen mit Hilfe einer Identifikationspuppe“

Die Versuche, eine Puppe im Unterricht „mitlernen“ zu lassen, sind über das Vorstellen von Joe, der Puppe, und einigen Versuchen von Joe in seine Rolle zu finden, nicht hinausgekommen. Das Potential einer Identifikationspuppe blieb leider ungenutzt.

## 6 SCHLUSSBETRACHTUNG

Die Fachsprache ist in der Chemie und damit auch im Chemieunterricht von fundamentaler Bedeutung.

In dieser Arbeit wurde anhand ausgewählter Unterrichtsmethoden der „Erfolg“ beim Erlernen und aktiven Anwenden der Fachsprache aufgezeigt.

Zur Einführung in neue Themen wurde die Methode des Lehrervortrags dort eingesetzt, wo die Bedeutung von Grundbegriffen fachlich korrekt vermittelt werden muss. Mit Schauexperimenten konnte dabei in vielen Fällen der Bezug zum Alltag hergestellt werden. Eine weitere Vertiefung ins Thema und damit auch in die Fachsprache waren die Experimente, die die Schüler/innen in Kleingruppen selbst durchführten.

Das eigenständige Erarbeiten von fachlichen Inhalten in einer Kleingruppe stellt eine weitere, auch für den Chemieunterricht geeignete Methode dar. (vgl. Recherchen zur Theorie der eigenen Experimente)

Die Methode „Schüler unterrichten Schüler“ fördert die Eigenständigkeit der Schüler/innen enorm und ist für sie und die Lehrkraft anspruchsvoll in Planung und Durchführung.

Die Schüler/innen hatten mit zunehmender Selbstständigkeit auch zunehmende Freude an chemischen Fragestellungen und interessierten sich für den chemischen Hintergrund der Versuche. Sie schätzen Erklärungen, die ihnen beim Lernen und Bearbeiten von (kompetenzorientierten) Aufgaben helfen.

Die Erfahrungen aus diesem Projekt bestärken mich, vielfältige Methoden in meinen Unterricht einzubauen und meinen Schüler/innen das „aktive Lernen“ in Kleingruppen möglichst oft zuzutrauen. Die klare Verteilung der Aufgaben innerhalb einer Gruppe und die Aufgaben des „Publikums“ bei den Präsentationen müssen für jede Situation passgenau festgelegt und sorgfältig durchgeführt werden.

Den Einsatz der Puppe möchte ich nochmals probieren. Voraussichtlich werde ich sie gleich zu Schulbeginn in den Unterricht mitnehmen. Ihr Aufgabenbereich muss noch genau überlegt werden.

## 7 LITERATUR

ANTON, Michael A. (2008). *Kompodium Chemiedidaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

BARKE, Hans-Dieter (2006). *Chemiedidaktik. Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

HELMKE, Andreas (2003). *Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern*. Seelze: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung GmbH

MATTES, Wolfgang (2004). *Methoden für den Unterricht*. Braunschweig, Paderborn, Darmstadt: Schöningh.

Tandetzke Rita, Kometz Anja, Schmitt-Sody Barbara und Kometz Andreas (2013). Der chemische Märchenwald, Experimente für eine Chemieshow. *Unterricht Chemie*, 24 (Nr. 138), S. 9 – S. 24.





## Methoden zum Erlernen der Fachsprache im Unterrichtsfach Chemie

Ein wesentliches Lehrziel des Chemieunterrichts ist, dass die Schüler/innen die Fachsprache aktiv gebrauchen können.

Erfahrungen aus dem Chemieunterricht zeigen, dass Schüler/innen in eigenständig verfassten Arbeiten Fachvokabeln und Formeln oft vermeiden und dadurch auf fachlich fundierte Aussagen zu Versuchsbeobachtungen und zum Ablauf von Reaktionen verzichten.

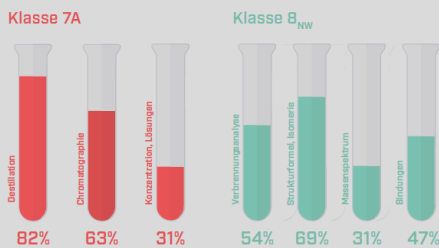
Erfahrungen aus dem Chemieunterricht zeigen aber auch, dass das Beherrschen der Fachsprache und die Verwendung fachlich richtiger Formulierungen den Schüler/innen Sicherheit und Freude beim Bearbeiten von theoretischen und experimentellen Aufgabenstellungen bringen.

Für das Projekt wurden nachfolgende Methoden zum Erlernen der Fachsprache ausgewählt und auf ihre Eignung im Unterricht überprüft.

### I. LERNEN IN DER KLASSENGRUPPE

Lernen durch Instruktion (Sekundarstufe II)

Ausmaß der Bewältigung kompetenzorientierter Aufgaben in Wissensüberprüfungen.



### II. LERNEN IM TEAM

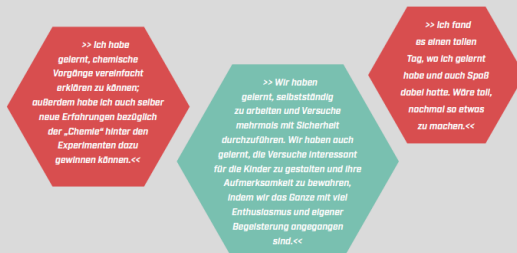
Schüler/innen der 4Drg erarbeiteten in Kleingruppen Experimente zum Thema „Wasser – Abwasser – Abwasserreinigung“ und erklärten diese den Kindern einer 4. Volksschulklasse.



### III. „TANDEM-EXPERIMENTE“

Schüler/innen der 7C Klasse experimentieren mit Kindern der 2. Klassen.

In Tandemgruppen werden vorgegebene Experimente von den Oberstufenschüler/innen erprobt, für die „Kleinen“ adaptiert und mit ihnen durchgeführt.



### IV. EINSATZ EINER PUPPE ALS IDENTIFIKATIONSFIGUR

In ausgewählten Klassen übernimmt eine einfache Puppe die Rolle von Schülerinnen und Schülern, die sich mit der Verwendung von Fachbegriffen und dem Erfassen von Sachverhalten schwer tun. Die Puppe kann verzweifelt, verärgert oder auch aggressiv mit der Lehrkraft sprechen, um der Lösung eines Problems näher zu kommen.

In solchen Gesprächen *lernt nicht nur die Puppe dazu*, auch die Schüler/innen können davon profitieren.

