



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

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

---

**ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG  
VON MATERIALIEN FÜR OFFENES  
UND HANDLUNGSORIENTIERTES  
LERNEN IM CHEMIEUNTERRICHT DER  
4. KLASSE**

**ID 1405**

**Mag. Hildegard Kirchweger**

**Islamisches Gymnasium, Rauchfangkehrergasse 34, 1150 Wien**

Wien, Juni, 2009

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
1.1 Ausgangssituation.....	5
1.1.1 Erfahrungen mit einem Lernzirkel .....	5
1.1.2 Inspirationsquellen .....	5
1.1.3 Vorteile von Lernzirkeln.....	6
1.2 Ziele des Projekts .....	6
1.2.1 Grundidee .....	6
1.2.2 Entwicklung von Materialien.....	7
1.2.3 Motivation der SchülerInnen steigern.....	7
<b>2 DURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>8</b>
2.1 Organisatorische Voraussetzungen .....	8
2.2 Lernzirkel „Sicheres Arbeiten im Labor“ .....	8
2.2.1 Überblick und verwendete Materialien .....	9
2.3 Lernzirkel „Säuren, Basen, Salze“ .....	10
2.3.1 Überblick und verwendete Materialien .....	10
<b>3 ERGEBNISSE UND EVALUATION</b> .....	<b>13</b>
3.1 Beobachtungen und Eindrücke .....	13
3.1.1 Lerntagebuch .....	13
3.1.2 Lernzirkel „Sicheres Arbeiten im Labor“ .....	13
3.1.3 Lernzirkel „Säuren, Basen, Salze“ .....	13
3.2 Leitfragen zur Evaluation .....	14
3.2.1 Sind die Materialien für selbständiges Arbeiten geeignet?.....	14
3.2.2 Sind die Materialien geeignet den Lehrstoff zu vermitteln?.....	14
3.2.3 Arbeiten die SchülerInnen gerne mit den Materialien? .....	14
3.3 Evaluationsinstrumente.....	14
3.3.1 Lerntagebücher.....	14
3.3.2 Richtlinien für das Lerntagebuch im Chemie-Unterricht.....	15
3.3.3 Lerntagebücher zum Lernzirkel „Sicheres Arbeiten im Labor“ .....	16
3.3.4 Lerntagebücher zum Lernzirkel „Säuren, Basen, Salze“ .....	17

3.4	Persönliche Beobachtungen .....	19
3.4.1	Lernzirkel "Sicheres Arbeiten im Labor" .....	19
3.4.2	Lernzirkel „Säuren, Basen, Salze“ .....	20
3.5	Lernzielkontrolle „Säuren, Basen, Salze“ .....	20
3.5.1	Ergebnisse der Lernzielkontrolle .....	20
3.6	Auswertung der Ergebnisse im Hinblick auf die Leitfragen zur Evaluation.....	26
3.6.1	Lernzirkel „Sicheres Arbeiten im Labor“ .....	26
3.6.2	Lernzirkel „Säuren, Basen, Salze“ .....	27
<b>4</b>	<b>REFLEXION UND AUSBLICK .....</b>	<b>29</b>
4.1	Reflexion der Lernzielkontrolle .....	29
4.1.1	Was haben die SchülerInnen gelernt? .....	29
4.1.2	Was haben die SchülerInnen nicht gelernt?.....	30
4.2	Lohnt sich die Arbeit mit Lernzirkeln? .....	30
4.3	Kriterien zum nachhaltigen Lernen im Lernzirkel .....	31
4.4	Ausblick.....	31
	<b>LITERATUR .....</b>	<b>33</b>

# ABSTRACT

*Für dieses Projekt wurden zwei Lernzirkel für den Chemieunterricht der 4. Klassen entwickelt. Die Stationen der Lernzirkel sind teilweise Experimente, teilweise Aufgaben zum handlungsorientierten Erarbeiten theoretischer Inhalte. Diese Lernzirkel wurden im Chemieunterricht in zwei 4. Klassen erprobt. Dabei sollte vor allem festgestellt werden, ob die Materialien für eigenständiges Lernen geeignet sind und wie sie gegebenenfalls verbessert werden können. Weiters sollte die individuelle Arbeit der SchülerInnen ihre Lernmotivation für den Chemieunterricht steigern.*

Schulstufe: 8  
Fächer: Chemie  
Kontaktperson: Mag. Hildegard Kirchwegger  
Kontaktadresse: Islamisches Gymnasium  
Rauchfangkehrergasse 34  
1150 Wien

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Ausgangssituation

Seit dem Schuljahr 2007/08 unterrichte ich am islamischen Gymnasium. Es ist eine sehr kleine Schule mit ein bis zwei Klassen pro Schulstufe und befindet sich noch im Aufbau. Die Ausstattung des Chemiesaals mit Laborgeräten ist eher dürftig, es ist daher praktisch kaum möglich Experimente durchzuführen, bei denen alle SchülerInnen gleichzeitig dasselbe machen.

Fast alle SchülerInnen am islamischen Gymnasium haben Migrationshintergrund und sehr viele von ihnen daher mangelnde Sprachkompetenz.

Um den SchülerInnen trotz der mangelhaften Ausstattung die eigenständige Durchführung von Experimenten zu ermöglichen hat sich der Stationenbetrieb geradezu aufgedrängt. Hierbei werden gleichzeitig von den Schülern verschiedene Experimente durchgeführt.

### 1.1.1 Erfahrungen mit einem Lernzirkel

Im Schuljahr 2007/08 habe ich mit den 4. Klassen im Chemieunterricht einen Lernzirkel von Thomas Seilnacht zum Thema: "Säuren, Laugen, Salze" durchgeführt. Obwohl ich den Zirkel um etliche Stationen gekürzt habe, erwies er sich als zu anspruchsvoll für unsere SchülerInnen. Dabei spielte einerseits die mangelnde Sprachkompetenz eine Rolle andererseits aber auch die unzureichende Vorerfahrung im eigenständigen Experimentieren.

Bei jeder der Stationen war ein Experiment durchzuführen und die SchülerInnen brauchten dazu sehr oft Hilfestellung von mir. Auch blieb vom Inhalt der Experimente wenig in Erinnerung. Dennoch haben sowohl ich als auch die SchülerInnen diese Unterrichtsphase sehr positiv erlebt. Ich wurde oft gefragt: „Machen wir so etwas wieder einmal?“

### 1.1.2 Inspirationsquellen

Erste Erfahrungen mit Materialien zum eigenständigen, handlungsorientiertem Lernen habe ich bei einer Montessori-Ausbildung für die Sekundarstufe gemacht. Solche Materialien sollen dazu beitragen die Vorstellung, die der Lehrende im Kopf hat über das Material in die Köpfe der Lernenden zu übertragen. Die Anforderungen an diese Materialien sind:

**„Optisch auffordernde Darbietung:** *Materialien sollen zum Hingreifen auffordern*

**Ermöglichung eigener Tätigkeit:** *Jedes Material sollte Tätigkeit nicht nur zulassen, sondern gerade dazu auffordern*

**Wiederholbarkeit:** *Es muss immer die Möglichkeit vorhanden sein, die jeweilige Aufgabenstellung in gleicher Art und Weise öfter durchführen zu können.*

(WENINGER 1999)

Eine weitere wichtige Inspirationsquelle war der bereits erwähnte Lernzirkel von Thomas Seilnacht. Er ist unter dem Titel „Freiarbeitseinheit Säuren, Laugen, Salze auf der CD-ROM Chemieunterricht und Chemiedidaktik zu finden. (SEILNACHT). Beispiele für Lernzirkel finden sich auch im RAAbits Grundwert (RAABITS) und auf der CD-ROM Lernen an Stationen im Chemieunterricht (STÄUDEL).

### 1.1.3 Vorteile von Lernzirkeln

- Jedes Material muss nur ein- bis zweimal vorhanden sein. Die Materialien für handlungsorientiertes Lernen sind meist aufwändig in der Herstellung und benötigen außerdem Stauraum. Es ist daher kaum möglich diese Materialien in Klassenstärke herzustellen und aufzubewahren.
- Die SchülerInnen sind aktiv und arbeiten selbständig an den verschiedenen Stationen. Sie können dabei in ihrem eigenen Tempo arbeiten.
- SchülerInnen mit mangelnder Sprachkompetenz können die Anleitungen so oft lesen, bis sie sie verstanden haben und können sich dabei gegenseitig unterstützen. Beispielsweise können sie einander Wörter erklären, die nicht alle verstehen.
- Die Gruppenarbeit fördert die Entwicklung sozialer Kompetenzen. Die SchülerInnen der Gruppe müssen sich miteinander koordinieren und lernen zusammen zu arbeiten.
- Die meisten SchülerInnen experimentieren sehr gerne selbständig. In einem Lernzirkel haben sie die Möglichkeit verschiedene Experimente nacheinander durchzuführen. Dies ist meist nicht möglich, wenn alle SchülerInnen gleichzeitig dasselbe Experiment machen.
- Man kommt mit weniger Laborgeräten aus, da die Experimente so ausgewählt werden können, dass nicht für alle dieselben Geräte gebraucht werden.
- Das Experimentieren ist sicherer, da beispielsweise nur zwei Brenner gleichzeitig betrieben werden. Als Lehrerin kann ich diese Stationen dann gut im Auge behalten und in kritischen Situationen sofort eingreifen.

## 1.2 Ziele des Projekts

### 1.2.1 Grundidee

Ausgehend von den positiven Erfahrungen mit dem Stationenbetrieb wollte ich selbst Materialien für das offene Arbeiten im Lernzirkel entwickeln. Wichtig war es mir dabei die Anleitungen für die Stationen so zu formulieren, dass meine SchülerInnen damit selbständig arbeiten können und die Experimente so aufzubauen, dass die SchülerInnen ihre Fähigkeiten im Experimentieren schrittweise entwickeln können.

Im Gegensatz zu mir bekannten Lernzirkeln, die entweder nur zur Erarbeitung und/oder Festigung von Lernstoff dienen oder nur Experimente beinhalteten, ist es mir sehr wichtig im selben Lernzirkel Experimentier- und Lernstationen zu haben. Das erhöht meiner Meinung nach die Sicherheit, da nicht so viele Experimente gleichzeitig durchgeführt werden und ich kann die experimentierenden SchülerInnen besser betreuen, wenn sie Hilfe benötigen.

## 1.2.2 Entwicklung von Materialien



Im Rahmen dieses Projektes entwickle ich Materialien für das offene Lernen im Stationenbetrieb. Der Fokus liegt dabei auf handlungsorientiertem Lernen mit Materialien und Schülerexperimenten. Diese werden dann im Unterricht erprobt und aufgrund der gewonnenen Erfahrungen verbessert.

## 1.2.3 Motivation der SchülerInnen steigern

Nach meiner bisherigen Erfahrung experimentieren die SchülerInnen der 4. Klassen gerne und haben dadurch mehr Freude am Chemieunterricht. Das offene Lernen im Stationenbetrieb macht es den Schülern möglich eigenständig Experimente durchzuführen und sich aktiv mit dem Lernstoff auseinanderzusetzen. Dadurch erhoffe ich mir eine Steigerung ihrer Lernmotivation.

Um darüber Rückmeldungen zu bekommen, sollen die SchülerInnen beim offenen Arbeiten ein Lerntagebuch führen.

## 2 DURCHFÜHRUNG

Insgesamt habe ich zwei Lernzirkel konzipiert, hergestellt, im Unterricht erprobt und evaluiert. Ende Oktober 2008 habe ich mir einen komplizierten Bruch des Sprunggelenkes zugezogen und war danach bis Anfang Februar im Krankenstand. Dadurch konnte ich das Projekt nicht kontinuierlich weiterführen, es lag ein großer zeitlicher Abstand zwischen den beiden Lernzirkeln.

### 2.1 Organisatorische Voraussetzungen

Im Hinblick auf das Projekt habe ich unseren Stundenplaner gebeten den Chemieunterricht der 4. Klassen geblockt als Doppelstunde im Chemiesaal einzuteilen. Das war für mich die Voraussetzung um überhaupt offenes Lernen im Stationenbetrieb anbieten zu können, da sowohl das Herräumen als auch das Wegräumen der Materialien etwa 10 bis 15 Minuten in Anspruch nimmt.

Bewährt hat es sich die einzelnen Stationen mit allem Zubehör in Plastikbehältern aufzubewahren, so dass sie jeweils schnell her- und weggeräumt werden können. Die SchülerInnen können, sobald sie das System gewohnt sind, dann auch eigenständig die jeweilige Station aufbauen und am Ende der Doppelstunde wieder weg-räumen.



### 2.2 Lernzirkel “Sicheres Arbeiten im Labor“

Den ersten Lernzirkel zum Thema “Sicheres Arbeiten im Labor” habe ich während der Sommerferien 2008 erstellt. Er besteht aus insgesamt neun Stationen, wovon vier eine Einführung in praktische Labortätigkeiten bieten.

Am Anfang des Schuljahres habe ich die SchülerInnen der 4. Klassen über das Projekt informiert und ihnen auch die Führung des Lerntagebuches erklärt. Ursprünglich wollte ich, dass sie dieses kontinuierlich das ganze Unterrichtsjahr über führen und habe damit in der ersten Stunde begonnen.

Nach ein bzw. zwei Doppelstunden einführendem Chemieunterricht haben die SchülerInnen zwei Doppelstunden am ersten Lernzirkel gearbeitet. Begleitend zum Lernzirkel erhielten die SchülerInnen Arbeitsblätter zum Ausfüllen, die sie mir anschlie-

ßend abgeben. Die Führung des Lerntagebuches wurde leider nicht von allen SchülerInnen ernst genommen, so dass ich auf diese Weise keine vollständige Rückmeldung bekommen habe. Da ich mir dann das Sprunggelenk gebrochen habe, war es mir auch nicht möglich die ausständigen Lerntagebücher einzufordern.

## **2.2.1 Überblick und verwendete Materialien**

### **1. Lerne die Laborgeräte kennen**

Zunächst wird mit einem Legespiel gearbeitet, bei dem die Namen verschiedener Laborgeräte auf das entsprechende Bild gelegt werden müssen.

Dann gibt es ein Spiel, bei dem jeweils zu einer Liste von Laborgeräten die Kärtchen mit den Bildern gefunden werden müssen.

### **2. Aus Schaden wird man klug?**

Der Rüsselmops Comic (siehe Anhang) soll in die richtige Reihenfolge gebracht werden. Anschließend soll überlegt werden, welche Fehler Rüsselmops beim Experimentieren macht.

### **3. Verhalten im chemischen Labor:**

Auf den Kärtchen ist jeweils eine Sicherheitsregel bildhaft dargestellt. Diese Regel soll in Worte gefasst und anschließend mit der Rückseite der Karte verglichen werden. Alle Sicherheitsregeln sollen in Ich-Form aufgeschrieben und begründet werden. Beispiel: „Ich soll keine Chemikalien kosten, weil das zu Vergiftungen führen kann.“

### **4. Gefahrensymbole**

Mit Hilfe des Rätselblattes von Petra Pichelhöfer (PICHELHÖFER 2005) können die Bezeichnungen der Gefahrensymbole herausgefunden werden. Anschließend wird das Memory gespielt.

### **5. Welche Sicherheitseinrichtungen gibt es im Chemiesaal**

Wo sind sie, für welche Notfälle braucht man sie, wie benützt man sie? Ein entsprechender Informationstext ist durchzulesen und die Sicherheitseinrichtungen und ihr Standort im Chemiesaal in eine Liste einzutragen.

### **6. Wägen:**

Um den Umgang mit der Waage und sauberes Arbeiten zu erlernen, sind bestimmte Mengen Zitronensäure und Natriumhydrogencarbonat einzuwiegen. Die Reagenzien werden anschließend gemischt und mit Wasser übergossen. Mit dem entstehenden CO<sub>2</sub>-Gas wird eine Kerze gelöscht.

### **7. Flüssigkeiten abmessen**

Das Abmessen von Flüssigkeiten mit dem Messzylinder wird geübt.

### **8. Pipettieren**

Mit Hilfe eines Informationstextes soll der Umgang mit Peleus-Ball und Pipette geübt werden.

## 9. Erhitzen im Reagenzglas

Wasser soll in einem Reagenzglas zum Kochen gebracht werden. Die Versuchsbeschreibung erklärt genau worauf dabei geachtet werden muss.

## 2.3 Lernzirkel „Säuren, Basen, Salze“

Während meines Krankenstandes habe ich die Materialien für den zweiten Lernzirkel erstellt. Dieser Lernzirkel ist inspiriert von der Freiarbeitseinheit „Säuren, Laugen, Salze“ von Thomas Seilnacht, der mir freundlicherweise auch genehmigt hat die zwei Stationen, die unmittelbar auf seiner Arbeit basieren, im Anhang mit den Projektmaterialien zu veröffentlichen. Der Lernzirkel besteht aus fünfzehn Stationen, wobei vier davon theoretisch sind und acht experimentell. Die restlichen drei Stationen sind Lernspiele zum Überprüfen der erworbenen Kenntnisse, von denen die SchülerInnen, sobald sie mit allen anderen Stationen fertig waren, eine auswählen sollten.

An diesem Lernzirkel haben die Schüler in einer Klasse drei Doppelstunden und in der anderen Klasse vier Doppelstunden gearbeitet.

In einer der beiden Klassen gab zunächst niemand ein Lerntagebuch ab. Ich forderte es in der folgenden Stunde noch einmal ein und stellte den SchülerInnen auch Zeit zum Schreiben zur Verfügung. Alle in dieser Stunde Anwesenden verfassten dann einen Eintrag für ihr Lerntagebuch.

### 2.3.1 Überblick und verwendete Materialien

#### 1. Der Geschmack von Säuren, Basen und Salzen

basiert auf der Freiarbeitseinheit von Thomas Seilnacht (SEILNACHT)  
Es stehen verschiedene Limonaden sowie Essiggurkerln, Erdnüsse, Laugenbrezel und Zitronen zur Verfügung, die von den SchülerInnen blind verkostet werden können. Der Geschmack der Lebensmittel wird in eine Tabelle eingetragen und die enthaltenen Säuren, Basen oder Salze anhand der Liste mit Inhaltsstoffen bestimmt. Ergänzend dazu gibt es Informationsblätter zu den verschiedenen Säuren, Basen und Salzen.

#### 2. Was sind Säuren und Basen?

Zwei Informationsblätter über Säuren und Basen werden durchgelesen und anschließend Fragen dazu beantwortet.

#### 3. Namen und chemische Formeln von Säuren und Basen

Legematerial, bei dem die chemische Formel dem entsprechenden Namen zugeordnet wird. Anschließend werden die Formeln aufgeschrieben.

#### 4. Namen und chemische Formeln von Salzen (\*3)

basiert auf dem Wissen von Station 3. Mittels Gummispannspiel werden die Namen der Salze ihren chemischen Formeln zugeordnet. Anschließend sollen die SchülerInnen versuchen dahinter ein System zu erkennen und einige Sätze in ihren Arbeitsblätter ergänzen. (z.B.: Chloride sind die Salze der \_\_\_\_\_ .)

#### 5. Reaktionen von Säuren mit Basen (\*3)

basiert auf dem Wissen von Station 3. Mit Hilfe eines speziell dafür entwickelten Materials, des Säure-Basen-Magnetspiels (siehe Foto), sollen Neutralisations-

reaktionen, bei denen die Formel des jeweils entstehenden Salzes fehlt, ergänzt und stöchiometrisch richtig gestellt werden.



**6. Rotkraut oder Blaukraut?**

Es wird Rotkrautextrakt hergestellt, mit verschiedenen sauren und basischen Lösungen gemischt und der Farbumschlag beobachtet und notiert.

**7. Neutralisationsreaktion**

Natronlauge wird mit Salzsäure neutralisiert und anschließend das Wasser verdampft, so dass das Salz sichtbar wird.

**8. Achtung Ätzend!**

basiert auf FULL (1999) Kapitel 2.1. „Chemie ist ätzend“

Verdünnte Schwefelsäure wird auf ein Stück Baumwolle aufgebracht und die Veränderung des Stoffes beobachtet.

**9. Zerfall von Hirschhornsalz**

Hirschhornsalz wird thermisch zersetzt und mittels Indikatorpapier wird nachgewiesen, dass ein basisches Gas (Ammoniak) entsteht.

**10. Was ist der pH-Wert und wie misst man ihn?**

Nach Durchlesen eines Infoblattes sollen mittels Scheiblin-Spiel die pH-Werte verschiedener Lösungen zugeordnet werden. Anschließend werden die pH-Werte verschiedener Lösungen mit Indikatorpapier und Universalindikatorlösung bestimmt.

**11. Total verkalkt**

basiert auf der Freiarbeitseinheit von Thomas Seilnacht (SEILNACHT)

Entkalker wird auf kleine Stückchen Marmor und eine Muschelschale aufgetropft und die Gasentwicklung beobachtet. Mit Hilfe eines Info-Textes über den Kalkkreislauf wird anschließend ein Arbeitsblatt zum Kalkkreislauf ausgefüllt.

**12. Brausepulver**

Aus Zitronensäure, Backpulver und Zucker wird Brausepulver hergestellt, mit Wasser gemischt und anschließend verkostet.

**13. Teste dein Wissen: Super8-Spiel (\*1-12)**

Wissensquiz mit Fragen zu den verschiedenen Stationen.



**14. Teste dein Wissen: Lochkarten-Quiz (\*1-12)**

Lochkarten-Quiz mit Fragen zu den verschiedenen Stationen

**15. Teste dein Wissen: Chemistry's Cool (\*1-12)**

Würfelspiel mit Fragekärtchen zu den verschiedenen Stationen.



## **3 ERGEBNISSE UND EVALUATION**

### **3.1 Beobachtungen und Eindrücke**

#### **3.1.1 Lerntagebuch**

Eine erste Problematik, die mir absolut nicht bewusst war, tauchte bei der Führung der Lerntagebücher auf. Tagebuch schreiben ist bei 14jährigen Schülern (und hier meine ich ganz explizit das männliche Geschlecht) offenbar total „uncool“. Darauf wurde ich von erfahreneren Kollegen und Kolleginnen schon beim Einführungsseminar hingewiesen, aber da war es für dieses Jahr leider schon zu spät. Da ich meinen SchülerInnen klar mitgeteilt habe, dass das Lerntagebuch beim offenen Lernen Pflicht ist und zur Mitarbeitsnote zählt, bekam ich die Lerntagebücher zumindest beim zweiten Lernzirkel von sehr vielen Schülern. Es blieb aber der Eindruck, dass die Schüler es eher ungern und sehr knapp schrieben.

#### **3.1.2 Lernzirkel „Sicheres Arbeiten im Labor“**

Ich habe den „Lerneffekt“ mancher Methoden deutlich überschätzt. Es gab eine Station mit Legematerial zum Thema „Namen der Laborgeräte“ und einem Spiel bei dem die Bilder der Laborgeräte aufgrund einer Liste gefunden werden sollten. Das reichte nicht damit sich die SchülerInnen diese Namen auch merkten. In einer der beiden Klassen, entwickelte ich mit einer Gruppe dann spontan ein weiteres Spiel, wo ich immer ein Bildkärtchen mit einem Laborgerät hochhielt, und wer zuerst den richtigen Namen nannte durfte das Kärtchen dann behalten. Wer am Ende die meisten Kärtchen hatte, hatte gewonnen. Dieses Spiel spielte die Gruppe dann noch eine Zeit lang begeistert weiter.

Wohl auch bedingt durch die lange Pause wussten beim zweiten Lernzirkel dann viele SchülerInnen die Namen der Laborgeräte nicht mehr und mussten wieder bei mir nachfragen um die Versuchsanleitung zu verstehen.

#### **3.1.3 Lernzirkel „Säuren, Basen, Salze“**

Aufgrund der Erfahrungen vom ersten Lernzirkel, wo manche Gruppen schon deutlich früher mit allen Stationen fertig waren und dann keine Beschäftigung mehr hatten und dass es mehr Wiederholung braucht, damit z.B. neue Begriffe und chemische Formeln auch wirklich im Gedächtnis bleiben, habe ich drei zusätzliche Stationen mit Lernspielen entwickelt. Die Erfahrungen damit waren grundsätzlich gut, nur sollte es diese Materialien dann öfter geben, da es vorkam, dass ein Spiel eine ganze Stunde lang von derselben Gruppe gespielt wurde und andere nicht dazu kamen eines auszuprobieren.

## **3.2 Leitfragen zur Evaluation**

### **3.2.1 Sind die Materialien für selbständiges Arbeiten geeignet?**

Ob die Materialien für selbständiges Arbeiten geeignet sind, wurde durch folgende Indikatoren erfasst:

Stationen, bei denen die SchülerInnen sehr viel Hilfe von mir gebraucht haben, sind grundsätzlich nicht für selbständiges Arbeiten geeignet. Solche Stationen werde ich überarbeiten und nächstes Jahr in ihrer neuen Form erproben.

In den Lerntagebüchern hatten die SchülerInnen die Möglichkeit aufzuschreiben, was sie nicht verstanden haben und was ihnen nicht gefallen hat. Auch hier kann es sich herausstellen, dass einzelne Stationen noch nicht optimal sind.

### **3.2.2 Sind die Materialien geeignet den Lehrstoff zu vermitteln?**

Um festzustellen, wie viel sich die SchülerInnen tatsächlich merken, war geplant anschließend an die Lernzirkel jeweils eine schriftliche Lernzielkontrolle durchzuführen und diese dann einige Zeit später noch einmal zu wiederholen.

Aufgrund meines Unfalls entfiel die Lernzielkontrolle nach dem ersten Lernzirkel gänzlich. Der zweite Lernzirkel wurde vor den Osterferien durchgeführt, wodurch letztendlich fast ein Monat Abstand zwischen dem Lernzirkel und der Lernzielkontrolle war. Im Gegensatz zum ursprünglichen Plan, konnte ich damit also nur erfassen, was sich die SchülerInnen langfristig gemerkt haben.

### **3.2.3 Arbeiten die SchülerInnen gerne mit den Materialien?**

Wie gerne die SchülerInnen mit den Materialien arbeiten, wurde auf zwei Wegen erfasst:

Einiges darüber habe ich aus der Beobachtung erfahren. Beispielsweise gab es eine Station, die sich eine ganze Klasse bis ganz zuletzt aufgehoben hat, um sie dann gemeinsam zu bearbeiten. Mit diesem Material wurde sichtlich nicht gerne gearbeitet.

Eine weitere Rückmeldung hierzu ergab sich aus den Lerntagebüchern.

## **3.3 Evaluationsinstrumente**

### **3.3.1 Lerntagebücher**

Für die Führung des Lerntagebuches habe ich eine Vorlage und zunächst nur mündliche Richtlinien vorgegeben. Aufgrund der anfangs wenig ergiebigen Lerntagebücher habe ich dann die Struktur ein wenig verändert und die Richtlinien noch einmal schriftlich niedergelegt und ausgeteilt. Die wesentlichste Veränderung war die Umbenennung des Punktes „Das habe ich verstanden“ in „Das habe ich gelernt“. Damit wollte ich verhindern, dass die SchülerInnen nur „Ich habe alles verstanden.“ zu diesem Punkt schrieben.

Die Vorlage, die SchülerInnen erhalten haben, entspricht der kleinen Tabelle bei Punkt 3. Die Felder waren auf ein A4-Blatt im Querformat verteilt, damit die SchülerInnen genügend Platz für Einträge haben. In jedem Feld gab es zusätzlich eine kleine Grafik. Nach meiner Erfahrung arbeiten die SchülerInnen lieber mit Materialien, die auch optisch ansprechend sind und die Bilder wurden auch sehr gerne ausgemalt.

### 3.3.2 Richtlinien für das Lerntagebuch im Chemie-Unterricht

- 1.) Das Führen eines Lerntagebuches ist für die Unterrichtsstunden, in denen im Stationenbetrieb an einem Lernzirkel gearbeitet wird (also beim offenen Lernen), verpflichtend und zählt zur Mitarbeit.
- 2.) Der Inhalt des Lerntagebuches wird nicht bewertet. Bewertet werden Ausführlichkeit und Sorgfalt beim Führen des Lerntagebuches. Bewertungsstufen:
  - ☺ ausführlich und sorgfältig
  - ☺ ist o.k. aber könnte ausführlicher und/oder sorgfältiger sein
  - ☹ dürrtig und schlampig
- 3.) Das Lerntagebuch soll immer alle Punkte enthalten, die auf dem Vordruck angeführt sind. Hier noch einmal eine Auflistung:

Name:		Datum:	
Thema des Lernzirkels:			
Das habe ich gelernt:		Das habe ich nicht verstanden:	
Das hat mir gut gefallen:		Das hat mir nicht gefallen:	
Das möchte ich über dieses Thema (diese Themen) noch wissen:			
Ich bin mit meinem heutigen Lernertrag ☺sehr zufrieden, ☺ zufrieden, ☹ nicht zufrieden, weil _____.			

- 4.) Schreibe ausführlich über das, was du gelernt hast, so als würdest du es jemandem erzählen, der nicht dabei war. Schreibe so, dass du deine Unterlagen auch zum Lernen für die Lernzielkontrolle verwenden kannst, speziell für Lernstationen, wo in den Arbeitsblättern nichts aufgeschrieben wird.
- 5.) Bitte halte obige Reihenfolge ein. Die Überschriften können auch kurz gefasst sein, z.B. gelernt:, nicht gefallen:, .... Es soll klar ersichtlich sein, worüber du gerade schreibst.

### 3.3.3 Lerntagebücher zum Lernzirkel „Sicheres Arbeiten im Labor“

Nach einem guten Start mit dem Lerntagebuch in den ersten Chemie-Stunden haben zu diesem Lernzirkel dann nur neun SchülerInnen einer Klasse mit achtzehn SchülerInnen (zwölf Mädchen, sechs Buben) ein Lerntagebuch abgegeben. Acht dieser Lerntagebücher waren von Mädchen und nur eines von einem Buben. Von der Parallelklasse hat niemand ein Lerntagebuch abgegeben.

#### Übersicht über die Einträge ins Lerntagebuch zum Lernzirkel „Sicheres Arbeiten im Labor“

Gesamtzahl Mädchen	Gesamtzahl Buben	
8	1	
Anzahl Mädchen	Anzahl Buben	<b>Das habe ich verstanden:</b>
2	0	Allgemeine Aufzählung/Beschreibung der Lerninhalte
2	0	Alles verstanden
2	1	Sicherheitsaspekte
2	0	Zählt einzelne konkrete Dinge auf
		<b>Das habe ich nicht verstanden:</b>
6	1	- (alles verstanden)
2	0	Station 7 (Messen mit dem Messzylinder)
		<b>Das hat mir gefallen:</b>
6	0	Experimente (allgemein oder ein bestimmtes Experiment)
1	0	Dass die Experimente nicht schwer sind
1	0	Dass wir selbständig Experimente machen durften
0	1	Dass wir zusammen arbeiten durften
		<b>Das hat mir nicht gefallen:</b>
4	1	- (alles gefallen)
1	0	Station 1 fad, Station 7
2	0	Nennt einen konkreten organisatorischen Mangel
1	0	Dass man bei fast jeder Station was schreiben musste
		<b>Das möchte ich über dieses Thema noch wissen:</b>
3	1	- (nichts)
4	0	Konkrete Frage zu einem Lerninhalt
1	0	Werden wir das noch einmal machen?

Gesamtzahl Mädchen 8	Gesamtzahl Buben 1	
Anzahl Mädchen	Anzahl Buben	<b>Ich bin mit meinem Lernertrag</b>
8	1	Sehr zufrieden
		<b>weil *</b>
2	0	ich viel gelernt habe
5	1	es mir Spaß gemacht hat
5	0	wir Experimente selbst machen durften
* Anmerkung: Manche SchülerInnen haben mehrere dieser Punkte angeführt, daher ist die Summe der Nennungen größer als die Gesamtanzahl der SchülerInnen.		

### 3.3.4 Lerntagebücher zum Lernzirkel „Säuren, Basen, Salze“

Von insgesamt 37 SchülerInnen in beiden 4. Klassen (22 Mädchen, 15 Buben) habe ich 17 Lerntagebücher von Mädchen und 12 von Buben erhalten. Interessanterweise hat von der Klasse, von der beim ersten Lernzirkel niemand ein Lerntagebuch abgegeben hat auch diesmal zunächst niemand eines abgegeben. Erst als ich nachdrücklich darauf bestanden habe und ihnen am Anfang einer Stunde noch einmal Zeit dafür zur Verfügung gestellt habe, haben dann alle Anwesenden ein Lerntagebuch geschrieben.

#### Übersicht über die Einträge ins Lerntagebuch zum Lernzirkel „Säuren, Basen, Salze“

Gesamtzahl Mädchen 17	Gesamtzahl Buben 12	
Anzahl Mädchen	Anzahl Buben	<b>Das habe ich gelernt:*</b>
1	1	Nennt Überschrift des Lernzirkels
8	8	Zählt konkrete Lerninhalte auf
4	2	Sicherheitsaspekte
3	0	Bezug auf den Alltag (Kochen, Lebensmittel)
4	3	Persönliche Erfahrungen
* Anmerkung: Manche SchülerInnen haben mehrere dieser Punkte angeführt, daher ist die Summe der Nennungen größer als die Gesamtanzahl der SchülerInnen.		

Gesamtzahl Mädchen 17	Gesamtzahl Buben 12	
Anzahl Mädchen	Anzahl Buben	<b>Das habe ich nicht verstanden:*</b>
8	3	- (alles verstanden)
7	5	Reaktionsgleichungen bzw. Neutralisationsreaktionen (Stat. 5)
6	4	andere konkrete Fragen zu verschiedenen Punkten
		<b>Das hat mir gefallen:*</b>
8	3	Experimente allgemein
9	9	Zählt bestimmte Experimente auf
1	1	Gruppenarbeit
2	0	Selbständige Arbeit
4	3	Spiele
		<b>Das hat mir nicht gefallen:*</b>
6	3	- (alles gefallen)
6	6	Neutralisationsreaktionen (Stat. 5)
4	6	Einzelne Stationen zu langweilig oder zu schwer
2	0	Bei manchen Stationen viel schreiben
0	1	Spiele
1	0	Das Wegräumen
* Anmerkung: Manche SchülerInnen haben mehrere dieser Punkte angeführt, daher ist die Summe der Nennungen größer als die Gesamtanzahl der SchülerInnen.		
		<b>Das möchte ich über dieses Thema noch wissen:</b>
9	9	- (nichts)
8	3	Konkrete Frage zu einem Lerninhalt
		<b>Ich bin mit meinem Lernertrag</b>
8	3	Sehr zufrieden
		<b>weil</b>
6	2	es mir Spaß gemacht hat
1	1	wir frei/selbständig arbeiten durften
1	0	Ich es schön finde zusammen etwas zu lernen

Gesamtzahl Mädchen 17	Gesamtzahl Buben 12	
Anzahl Mädchen	Anzahl Buben	<b>Ich bin mit meinem Lernertrag</b>
6	9	Zufrieden
		<b>weil</b>
3	1	weil ich manches nicht gut verstanden/gemacht habe
3	3	es mir Spaß gemacht hat / gefallen hat / interessant war
0	1	wir selbständig arbeiten durften
0	4	weil es teils langweilig, teils interessant war
		<b>Ich bin mit meinem Lernertrag</b>
2	0	Nicht zufrieden
		<b>weil</b>
1	0	ich vieles nicht gut gemacht habe
		<b>Ich bin mit meinem Lernertrag</b>
1	0	- (keine Angabe)

### 3.4 Persönliche Beobachtungen

#### 3.4.1 Lernzirkel "Sicheres Arbeiten im Labor"

Beim Arbeiten hat sich gezeigt, dass zwei Stationen ungeeignet sind. Bei Station 8 ging es darum, das Pipettieren mit einem Peleus-Ball zu lernen. Die Anleitung dafür war nicht gut. Insbesondere fehlte ein Bild das zeigt, wie der Peleus-Ball auf die Pipette zu stecken ist. Alle Gruppen brauchten für diese Station meine Hilfe, manche wendeten sich leider erst an mich, nachdem sie den Peleus-Ball ruiniert hatten. Bilanz waren drei kaputte Peleus-Bälle.

Für den zweiten Lernzirkel erstellte ich dann eine neue Anleitung, die ich jeder Station bei der der Peleus-Ball gebraucht wurde beilegte. Ergebnis war, dass auch die restlichen zwei Peleus-Bälle, die wir im Chemie-Saal hatten, kaputt gingen. Ich überlege derzeit die Anschaffung anderer Pippetier-Hilfen oder die Einführung eines Einsatzsystemes. Bei einem Peleus-Ball kann man leider nicht durch Ausprobieren herauszufinden, wie er funktioniert. Viele SchülerInnen lesen die Anleitung gar nicht, oder erst dann, wenn es zu spät ist. Hier steckt die Tücke meiner Meinung nach im Objekt.

Bei der anderen Station ging es darum, das Abmessen von Flüssigkeiten mit dem Messzylinder zu üben. Die Schwachstelle dieser Station war meines Erachtens, dass sie zu einfach war. Die SchülerInnen sahen keinen Sinn darin einfach so Flüssigkeiten abzumessen, ohne dann irgendwas damit anzufangen.

An allen anderen Stationen konnten die SchülerInnen problemlos arbeiten.

### 3.4.2 Lernzirkel „Säuren, Basen, Salze“

Besonders geliebt wurde die Station 1, bei der verschiedene Lebensmittel gekostet werden durften. Nachteilig für mich war, dass die SchülerInnen dazu neigten alles aufzuessen, was da war. Ich habe dann nur kleine Mengen auf einmal hergeben und für die nächste Gruppe nachgefüllt.

Ganz klar ungeeignet war die Station 5 bei der es darum ging zu lernen, wie man chemische Gleichungen für die Neutralisationsreaktion richtig stellt. In einer der beiden Klassen hoben sich im Endeffekt alle Gruppen diese Station bis zum Schluss auf und haben dann alle gemeinsam daran gearbeitet. Eine der Schülerinnen, die fest entschlossen war zu verstehen, worum es hier ging, fragte mich um Rat, ich arbeitete dann die ersten Beispiele für die Reaktionen mit ihr gemeinsam durch. Dann spielte es sich im Wesentlichen so ab, dass diese Schülerin die Reaktionsgleichungen aufstellte und die Ergebnisse ihren MitschülerInnen diktierte. Viele der Gleichungen waren aber falsch.

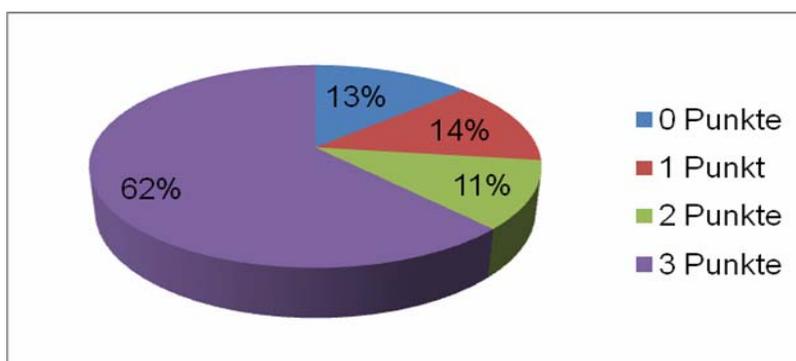
### 3.5 Lernzielkontrolle „Säuren, Basen, Salze“

Die folgende Lernzielkontrolle wurde in beiden Klassen etwa ein Monat nach dem Lernzirkel durchgeführt. Mich interessierte, welche Inhalte von den SchülerInnen langfristig im Gedächtnis behalten wurden. Ich habe die Lernzielkontrolle eine Woche davor angekündigt und den SchülerInnen gesagt, dass ein schlechtes Ergebnis keinen Einfluss auf die Note haben wird, ein gutes Ergebnis hingegen sehr wohl positiv zur Mitarbeitsnote beiträgt. Das Ergebnis lässt mich vermuten, dass die meisten SchülerInnen nicht gezielt für die Lernzielkontrolle gelernt haben und die Auswertung somit widerspiegelt, was sich die SchülerInnen aus dem Arbeiten im Lernzirkel selbst gemerkt haben.

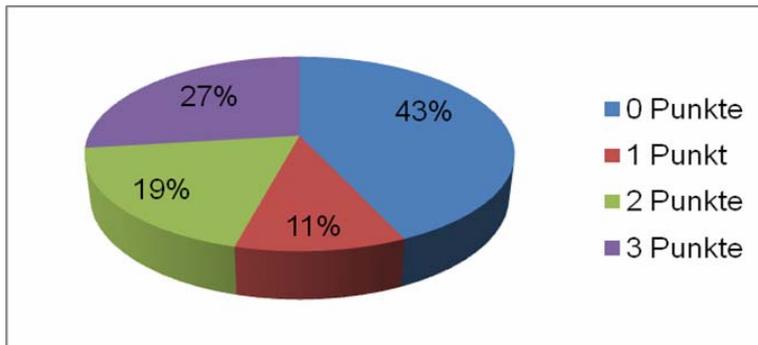
#### 3.5.1 Ergebnisse der Lernzielkontrolle

Das Original-Aufgabenblatt ist im Anhang zu finden, ebenso das Blatt mit Lösungen. Hier folgt eine Auflistung der Fragen, wobei zu jeder Frage in einem Kreisdiagramm dargestellt wird, wie viel Prozent der Schüler bei dieser Frage wie viele Punkte erreicht haben.

- 1.) Wo kommen Säuren, Basen und Salze im Alltag vor?  
Nenne mindestens drei Beispiele! (3 P.)

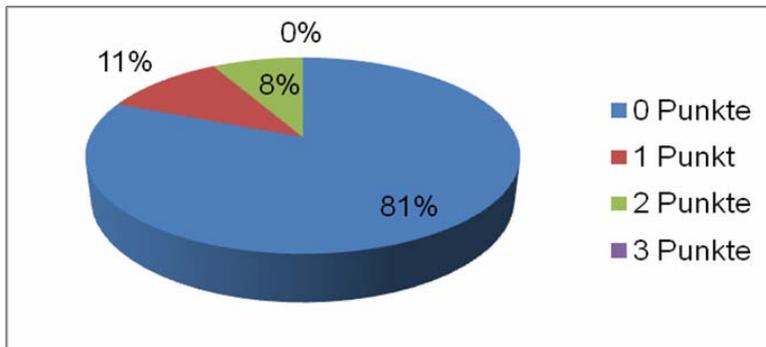


2.) Nenne drei Beispiele für Säuren (Name und chemische Formel)! (3 P.)



Chemische Formeln wurden nur von zwei SchülerInnen dazu geschrieben. Ich habe dann Punkte auch für die korrekte Nennung von Namen vergeben.

3.) Nenne drei Beispiele für Basen (Name und chemische Formel)! (3 P.)

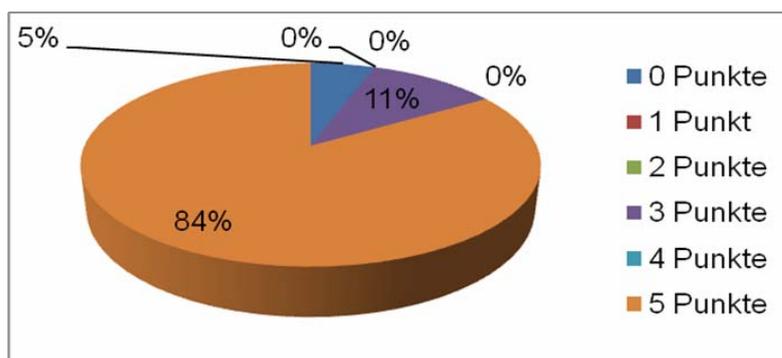


4.) Verbinde die Namen der Salze mit der richtigen Formel:

Ammoniumchlorid
Calciumsulfat
Natriumnitrat
Kaliumphosphat
Magnesiumcarbonat

$MgCO_3$
$K_3PO_4$
$NH_4Cl$
$NaNO_3$
$CaSO_4$

(5 P.)



5.) Ergänze die folgenden Sätze:

Chloride sind die Salze der \_\_\_\_\_ .

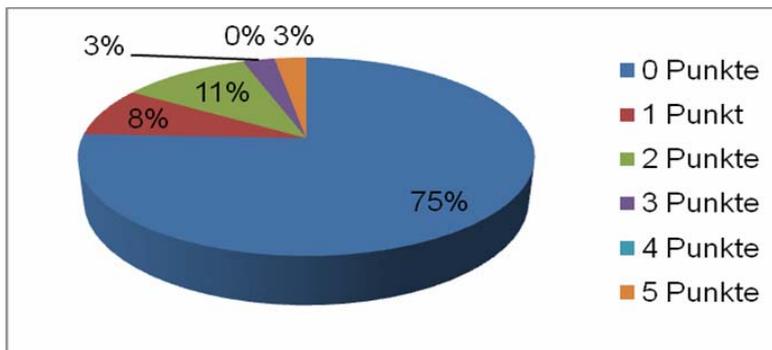
Carbonate sind die Salze der \_\_\_\_\_ .

Sulfate sind die Salze der \_\_\_\_\_ .

Nitrate sind die Salze der \_\_\_\_\_ .

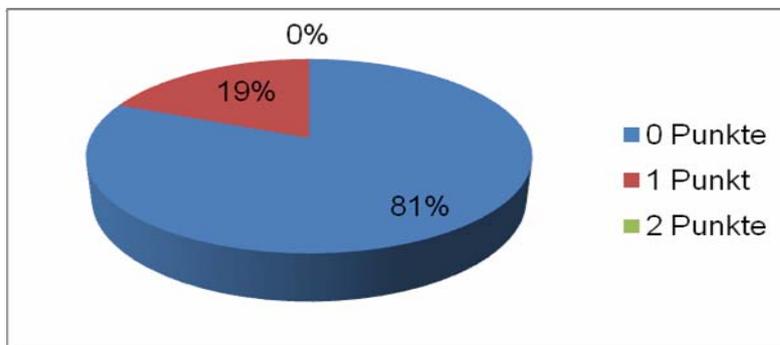
Phosphate sind die Salze der \_\_\_\_\_ .

(5 P.)



6.) a) Welches Gas entsteht beim Zerfall von Hirschhornsalz?

b) Ist dieses Gas sauer oder basisch? (2 P.)

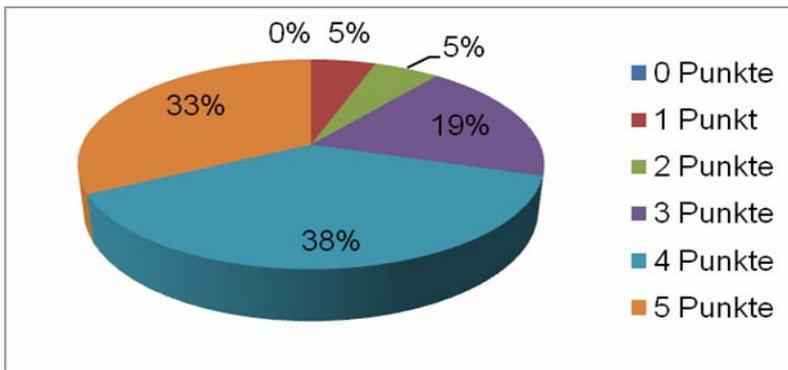


7.) Welche der folgenden Lösungen sind sauer, welche basisch und welche neutral?

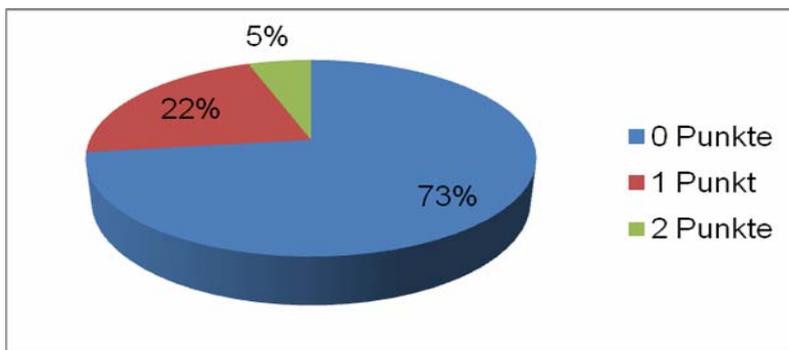
Schreibe in die rechte Spalte S für sauer, B für basisch und N für neutral!

Essig	
Waschmittellösung	
Leitungswasser	
Zitronensäurelösung	
Soda (Natriumcarbonat)-Lösung	

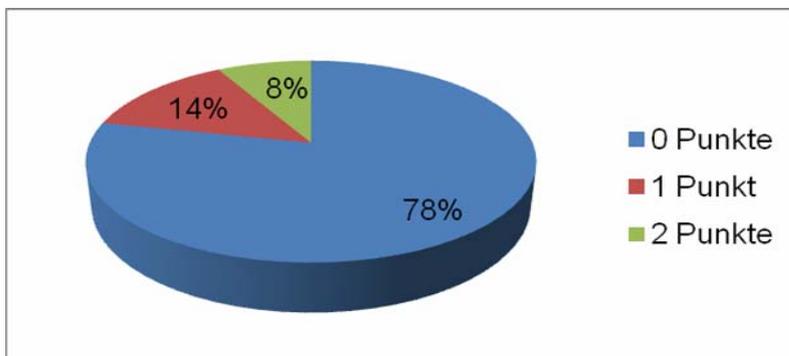
(5 P.)



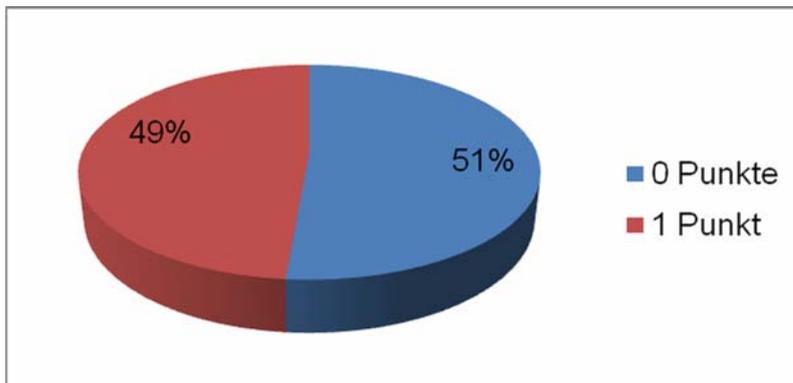
8.) Nenne zwei Eigenschaften von Säuren! (2 P.)



9.) Nenne zwei Eigenschaften von Basen! (2 P.)

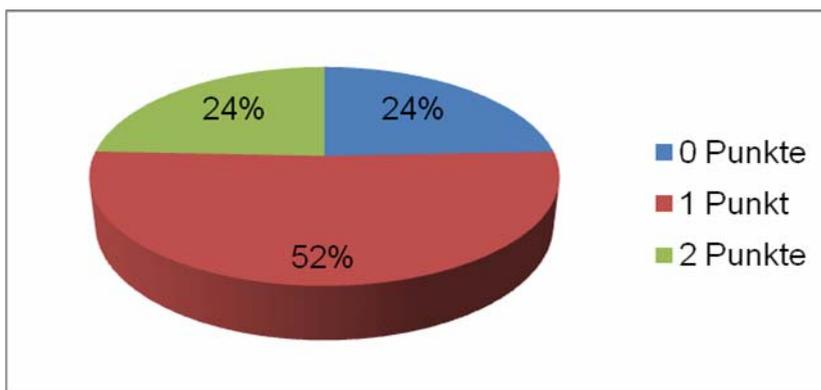


10.) Im Kalkkreislauf spielen zwei Salze der Kohlensäure eine wichtige Rolle: Das Calciumcarbonat und das Calciumhydrogencarbonat. Welches dieser Salze ist wasserlöslich? (1 P.)

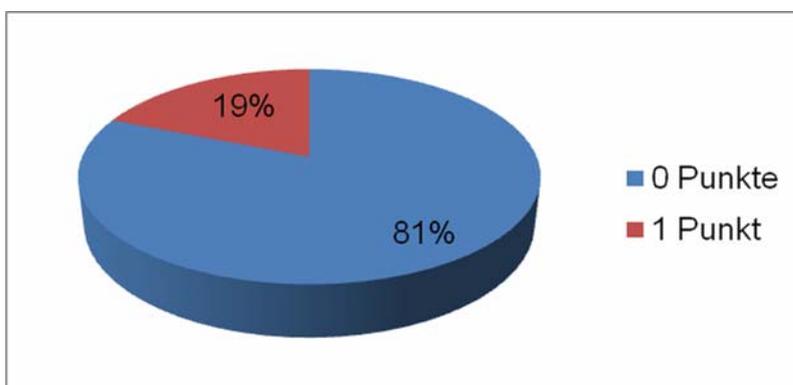


Anmerkung: Da die Wahrscheinlichkeit diese Frage durch Raten richtig zu beantworten 50% ist, hat dieses Ergebnis leider wenig Aussagekraft.

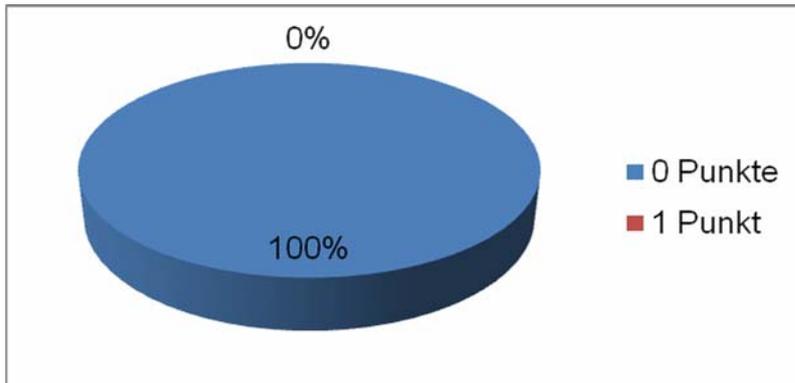
11.) Welche beiden Säuren sind in vielen Limonaden enthalten? (2 P.)



12.) Welche Lauge wird zum Bestreichen von Laugengebäck verwendet? (1 P.)



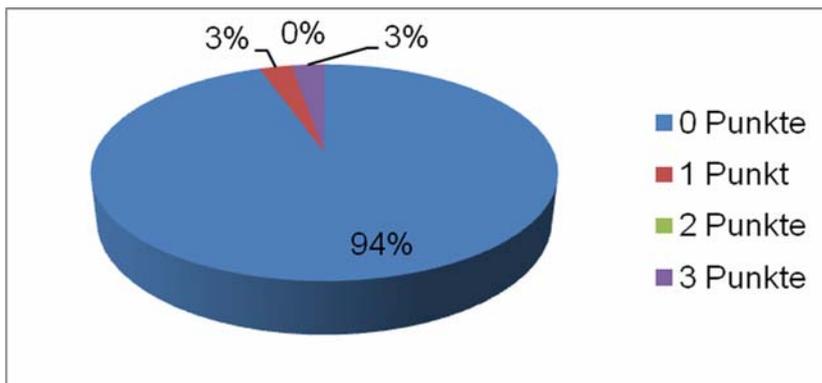
13.) Welche Verbindung entsteht bei der Neutralisation von Natronlauge mit Salzsäure? (1 P.)



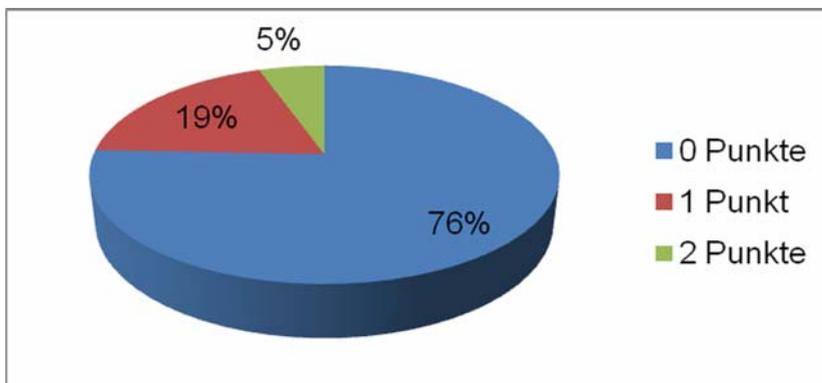
14.) Ergänze in der folgenden Tabelle den pH-Wert Bereich!

	Saure Lösung	Neutrale Lösung	Basische Lösung
pH-Wert			

(3 P.)



15.) Nenne mindestens zwei Möglichkeiten den pH-Wert einer Lösung zu messen! (2 P.)



Einige SchülerInnen wussten den korrekten Begriff Indikatorpapier nicht mehr, schrieben aber z.B. da muss man so gelbe Papierstreifen in die Lösung halten, die sich dann verfärben. Ich habe dafür einen Punkt vergeben.

Auffallend ist für mich gewesen, dass einige Aufgabenstellungen von nahezu allen SchülerInnen gelöst werden konnten, während zu anderen Themen niemand mehr die richtige Antwort wusste. Es lohnt sich daher meines Erachtens zu reflektieren, warum genau diese Aufgaben noch gelöst werden konnten und die anderen nicht. Ich gehe darauf im Kapitel 4 näher ein.

## **3.6 Auswertung der Ergebnisse im Hinblick auf die Leitfragen zur Evaluation**

### **3.6.1 Lernzirkel „Sicheres Arbeiten im Labor“**

#### **3.6.1.1 Eignung der Materialien für selbständiges Arbeiten**

In den Lerntagebüchern gaben die meisten SchülerInnen an, dass sie alles verstanden haben. Daraus lässt sich folgern, dass diese Stationen für selbständiges Arbeiten gut geeignet waren.

Ausnahmen waren die bereits bei den persönlichen Beobachtungen geschilderten Stationen 7 (Abmessen von Flüssigkeiten mit dem Messzylinder) und 8 (Pipettieren). Das deckt sich auch damit, dass von zwei SchülerInnen im Lerntagebuch angegeben wurde, dass sie Station 7 nicht verstanden haben. Dadurch dass ich immer zur Stelle war, um Station 8 zu erklären, wurde diese Station in den Lerntagebüchern nicht mehr erwähnt.

#### **3.6.1.2 Eignung der Materialien den Lehrstoff zu vermitteln**

Diese Frage lässt sich nicht beantworten, da die geplante Lernzielkontrolle entfallen ist. Wie ich bereits bei den persönlichen Beobachtungen erwähnt habe, habe ich den „Lerneffekt“ mancher Methoden deutlich überschätzt.

Zwischen den beiden Lernzirkeln lag aufgrund meiner Verletzung eine lange Pause, in der die eine Klasse von einem Biologielehrer unterrichtet wurde und gar keine Experimente machte, die andere Klasse von einem Physiklehrer, der einige einfache Experimente mit der Klasse machte. Dadurch kann ich auch nicht genau sagen, inwieweit die Arbeit an diesem Lernzirkel dazu beigetragen hat, dass die SchülerInnen gelernt haben sicher im Labor zu arbeiten.

#### **3.6.1.3 Arbeiten die SchülerInnen gerne mit den Materialien?**

Da nicht alle SchülerInnen ein Lerntagebuch abgegeben haben, kann ich diese Frage nur bedingt beantworten. Von den neun SchülerInnen, die ein Lerntagebuch abgegeben haben, schrieben acht, dass Ihnen die Experimente, bzw. das selbständige Durchführen von Experimenten gefallen hat. Fünf schrieben sogar, dass Ihnen alles gefallen hat.

Alle neun SchülerInnen waren mit Ihrem Lernertrag sehr zufrieden, wobei sechs davon dies damit begründeten, dass es Spaß gemacht hat.

Aus der persönlichen Beobachtung kann ich sagen, dass die SchülerInnen sehr ruhig und interessiert an den Stationen gearbeitet haben. In einer der beiden Klassen gab es öfter disziplinäre Probleme beim gebundenen Lernen, davon war beim offenen

Lernen nichts zu bemerken. Alle folgten ohne Widerspruch meinen Anweisungen, wenn es z.B. darum ging eine Schutzbrille zu tragen.

### **3.6.2 Lernzirkel „Säuren, Basen, Salze“**

#### **3.6.2.1 Eignung der Materialien für selbständiges Arbeiten**

Hier zeigte sich schon ein wesentlich differenzierteres Bild in den Lerntagebüchern. Schwierigkeiten wurden am häufigsten bei Station 5 (Reaktionen von Säuren mit Basen) genannt. Die Gründe dafür sind aber meiner Meinung nach nicht nur im Material zu suchen, sondern auch in der mangelnden Vorbildung der SchülerInnen. Sie hatten noch zu wenig Erfahrung mit Reaktionsgleichungen um die Neutralisationsreaktionen nachvollziehen zu können.

Einige Schwachstellen der Station 5 sind mir bei der Arbeit der SchülerInnen deutlich aufgefallen. Das Material war zu unübersichtlich, die SchülerInnen hatten Schwierigkeiten damit die richtigen Ionen für ihre Reaktionen zu finden. Ich plane die einzelnen Teile in eine Box mit mehreren Fächern einzusortieren, so dass auf einen Blick ersichtlich ist, welche Ionen einwertig, zweiwertig oder dreiwertig sind. Die Vielzahl der Grundplatten verwirrte die SchülerInnen, vor allem deshalb, weil die zu bearbeiteten Reaktionsgleichungen in den Arbeitsblättern nicht systematisch geordnet waren. Sie waren überfordert damit die richtig Grundplatte für die jeweilige Reaktion zu finden. Ich werde die Beispiele dahingehend überarbeiten, dass die Reihenfolge der Beispiele mit der Nummerierung der Grundplatten übereinstimmt. Als erstes Beispiel werde ich dabei jeweils das Beispiel, das auf der Grundplatte aufgedruckt ist übernehmen und dann ein weiteres Beispiel zum selben Reaktionstyp geben.

Oft um Rat gefragt, wurde ich bei Station 4, wo es darum ging zunächst die Namen der Salze den chemischen Formeln zuzuordnen und dann ein allgemeines System dahinter zu entdecken. Es gelang den SchülerInnen nicht dieses System zu erkennen. Eine Alternative wäre es die Regeln für das Benennen der Salze auf einem Informationsblatt zu erklären und das Material (Gummispannspiel) dann zum Üben zu nutzen.

Bei der Station zum pH-Wert messen, sollten die Schülerinnen zweimal messen, einmal mit Universalindikatorpapier und einmal mit Universalindikatorlösung. Sie sollten danach in eine Tabelle den mit Universalindikatorpapier gemessenen pH-Wert eintragen und die Farbe sowie den pH-Wert der Lösung mit Universalindikatorlösung. Das war für viele sehr verwirrend, und ich werde entweder zwei Stationen daraus machen, oder eine der Messmethoden einfach weglassen.

Unklarheiten gab es auch bei der Neutralisationsreaktion und die Lernzielkontrolle hat dann gezeigt, dass sich niemand gemerkt hat, welche Verbindung dabei entsteht.

Probleme ergeben sich öfters dadurch, dass die SchülerInnen die Anleitung nicht lesen. Diese sollte übersichtlicher und attraktiver gestaltet werden. Ich denke da z.B. an ein A5-Heftchen, wo nicht so viele Informationen auf einer Seite stehen. Derzeit sind die Anleitungen im A4-Format und eher platzsparend gestaltet. Leichter zu verstehen wären sicher Anleitungen mit Fotos. Abgesehen von dem zusätzlichen Aufwand, den das Herstellen solcher Anleitungen bedeutet, ist es mir aber auch wichtig die Sprachkompetenz meiner SchülerInnen zu fördern. Und dafür finde ich es besser, wenn sie sich mit dem Text auseinander setzen müssen, bis sie verstanden haben, was zu tun ist.

### **3.6.2.2 Eignung der Materialien den Lehrstoff zu vermitteln**

Hier muss ich aufgrund der Ergebnisse der Lernzielkontrolle zunächst einmal mit einem klaren „Nein“ antworten. Das scheint das offene Lernen ad absurdum zu führen, denn wozu die ganze Mühe, wenn die SchülerInnen sich dann trotzdem nur sehr wenig merken?

Ich habe intensiv über diese Frage nachgedacht und werde in der Reflexion dazu Stellung nehmen.

### **3.6.2.3 Arbeiten die SchülerInnen gerne mit den Materialien?**

In allen 29 abgegebenen Lerntagebüchern schreiben die SchülerInnen, dass ihnen die Experimente allgemein oder bestimmte Experimente gut gefallen haben. Positiv erwähnt wurden von zwei SchülerInnen die selbständige Arbeit, von zwei SchülerInnen die Gruppenarbeit und von sieben SchülerInnen die Spiele.

Neun SchülerInnen hat alles gefallen, bzw. haben sie das Feld „Das hat mir nicht gefallen:“ leer gelassen. Die bereits erwähnte Station 5 hat zwölf SchülerInnen nicht gefallen. Sie begründeten dies damit, dass sie zu schwer war. Zehn SchülerInnen fanden einzelne Stationen zu langweilig oder zu schwer, wobei die Ablehnung tendenziell eher gegen Theorie-Stationen gerichtet war.

Einen deutlichen Unterschied gab es zwischen den beiden Klassen hinsichtlich der Zufriedenheit mit dem eigenen Lernertrag. In einer der beiden Klassen war etwa die Hälfte sehr zufrieden, in der anderen Klasse war niemand sehr zufrieden. Dies zeigt deutlich, dass dieselbe Unterrichtsform von verschiedenen Klassen unterschiedlich bewertet wird.

Elf SchülerInnen waren mit Ihrem Lernertrag sehr zufrieden, acht davon, weil Ihnen die Arbeit im Lernzirkel Spaß gemacht hat. Fünfzehn SchülerInnen waren zufrieden, sechs davon schrieben, dass es Ihnen Spaß gemacht hat oder gefallen hat oder interessant war. Nur zwei Schülerinnen waren mit Ihrem Lernertrag nicht zufrieden, wobei eine angab vieles nicht gut gemacht zu haben, die andere machte keine Angabe zu den Gründen.

Meine persönliche Beobachtung war, dass die SchülerInnen wieder konzentriert und sorgfältig an den Stationen gearbeitet haben. Sehr positiv fiel mir auch die entspannte Stimmung in der Klasse auf. Eine der beiden Klassen gehört nicht zu den lernwilligsten und eifrigsten, und manche SchülerInnen waren im gebundenen Unterricht kaum dazu zu bewegen z.B. ein Arbeitsblatt auszufüllen. Dieselben SchülerInnen hatten auch keine große Freude daran ihre Arbeitsblätter beim Lernzirkel auszufüllen oder ein Lerntagebuch zu schreiben, führten aber gerne Experimente durch, wobei sie manchmal auch zu ganz eigenständigen Erkenntnissen kamen: z.B. „Zu viel Brausepulver macht Bauchweh.“ (*Eintrag aus einem Lerntagebuch*)

## 4 REFLEXION UND AUSBLICK

### 4.1 Reflexion der Lernzielkontrolle

Das Bild der Lernzielkontrolle war für mich erstaunlich einheitlich, wobei es einige (wenige) Fragen gab, die von fast allen SchülerInnen größtenteils richtig beantwortet wurden und einige Fragen, auf die niemand oder fast niemand die richtige Antwort wusste. Ich denke es lohnt sich dieses Ergebnis genauer zu hinterfragen.

Zwischen dem Lernzirkel und der Lernzielkontrolle lag fast ein ganzes Monat, es ist anzunehmen, dass die SchülerInnen das, was sie bei der Lernzielkontrolle noch wussten längerfristig im Gedächtnis behalten werden.

#### 4.1.1 Was haben die SchülerInnen gelernt?

87% der SchülerInnen konnten zumindest ein Beispiel nennen, wo Säuren, Basen und Salze im Alltag vorkommen, 62% der SchülerInnen sogar drei Beispiele. Dieser Punkt zog sich wie ein roter Faden durch die Experimentierstationen des Lernzirkels. Besonders oft genannt wurden Beispiele aus dem Bereich der Lebensmittel, was das Thema der Station „Der Geschmack von Säuren, Basen und Salzen“ war. Die SchülerInnen mochten diese Station besonders gern und haben von dort offenbar auch einiges an Wissen mitgenommen.

57% der SchülerInnen konnten den Namen von einer oder bis zu drei Säuren nennen. Chemische Formeln hat sich praktisch niemand gemerkt, auch hier wurden eher Beispiele aus Lebensmitteln (Zitronensäure, Kohlensäure, Ascorbinsäure) genannt als die klassischen anorganischen Säuren wie Salzsäure, Schwefelsäure oder Salpetersäure.

84% der SchülerInnen konnten fünf Namen von Salzen fehlerfrei der entsprechenden chemischen Formel zuordnen. Diese Aufgabe entsprach genau einer Station des Lernzirkels, bei der die Namen von Salzen den chemischen Formeln zugeordnet wurden. Diese Fähigkeit haben die SchülerInnen langfristig behalten.

90% der SchülerInnen konnten bei drei bis fünf Lösungen richtig zuordnen, welche davon basisch, welche neutral und welche sauer ist. Dieses Thema kam im Lernzirkel zweimal vor, einmal bei der Station „Rotkraut oder Blaukraut“ und einmal bei der Station „Das Messen des pH-Wertes“.

76 % der SchülerInnen konnten zumindest eine Säure nennen, die in vielen Limonaden enthalten ist. Dies war wiederum Thema der Station „Der Geschmack von Säuren, Basen und Salzen.“

Beim zweiten Lernzirkel und auch einem anderen Stationenbetrieb mit Experimenten, den wir etwa zwei Monate danach gemacht haben, konnte ich beobachten, dass viele Gruppen gelernt hatten sehr systematisch vorzugehen. So wurde z.B. zunächst überprüft, ob alle aufgelisteten Versuchsmaterialien vorhanden sind und gegebenenfalls durch Rücksprache mit mir sicher gestellt, wie der Name eines bestimmten Laborgerätes lautet.

### **4.1.2 Was haben die SchülerInnen nicht gelernt?**

Niemand wusste, welche Verbindung bei der Reaktion von Salzsäure mit Natronlauge entsteht. Dabei haben alle SchülerInnen diese Neutralisationsreaktion selbst durchgeführt, das Wasser abdampfen lassen und das Kochsalz mit eigenen Augen gesehen. Wieso hat sich das niemand gemerkt?

Mit dieser Frage vor Augen habe ich mir noch einmal die Anleitung für die entsprechende Station angesehen.

Dies habe ich als Ziel des Experimentes beschrieben: „Gib zu einer Base genau die richtige Menge einer Säure, so dass eine neutrale Lösung entsteht. Dass dieser Punkt erreicht ist, erkennst du am Farbumschlag des Indikators.“

Die abgefragte Information kam in Punkt 6 der Versuchsanleitung in einem Nebensatz vor: „Gieße ein paar ml der Flüssigkeit aus dem Erlenmeyerkolben in die Porzellanschale und erhitze die Schale auf dem Drahtnetz mit Hilfe des Brenners. Nach und nach verdampft das Wasser und es bleibt eine Kruste zurück. Aus Salzsäure und Natronlauge ist Natriumchlorid (Kochsalz) entstanden. In diesem Fall ist es durch den Lackmusindikator verfärbt.“

Danach hat es mich wenig gewundert, dass sich das niemand gemerkt hat. Ich schliesse daraus, dass es sehr wichtig ist, beim Schreiben der Anleitungen zu überlegen, was die SchülerInnen sich merken sollen. Genau so wichtig ist es, das dann auch klar in die Anleitung zu schreiben, etwa in Form eines Merksatzes oder eines zusammenfassenden Abschnittes mit der Überschrift: „Das sollst du dir merken!“

Wenn bei einer Station viele Informationen oder neue Begriffe zu merken sind, sollte auch entsprechendes Material zum Üben vorhanden sein. Auch bei den Lernspielen geht es eher um Qualität und darum die wesentlichen Fragen dabei zu haben (und diese vielleicht mehr als einmal) als darum möglichst viele unterschiedliche Fragen zur Verfügung zu stellen.

## **4.2 Lohnt sich die Arbeit mit Lernzirkeln?**

Für mich war die Arbeit mit den Lernzirkeln sehr lehrreich, spannend und erfreulich. Im Vergleich zu anderen Lernformen waren die SchülerInnen der 4. Klassen dabei am aktivsten und arbeitswilligsten. Damit nicht nur „action and fun“ dabei herauskommt, sondern auch wirklich nachhaltiges Lernen möglich ist, haben sich für mich einige wichtige Punkte herauskristallisiert, die ich im nächsten Abschnitt aufzählen werde.

Es steckt sehr viel Arbeit in einem Lernzirkel, aber wenn die Materialien ausgearbeitet sind, kann man sie für nachfolgende Klassen immer wieder verwenden. Da Chemie in der Unterstufe nur in der 4. Klasse unterrichtet wird, kann man die Materialien auch jedes Jahr weiterverwenden im Gegensatz zu anderen Fächern, wo man nicht jedes Jahr dieselbe Klassenstufe unterrichtet.

Besonders wünschenswert wäre der Austausch von Erfahrungen und Materialien mit Fachkollegen und -kolleginnen von anderen Schulen.

## 4.3 Kriterien zum nachhaltigen Lernen im Lernzirkel

**Grundthese:** Die SchülerInnen lernen genau das, und nur das, was bei der entsprechenden Station klar thematisiert und geübt wird.

Daraus ergibt sich, dass man zusätzlich zu den im Abschnitt 1.1.2 genannten Aspekten bei der Materialentwicklung die folgenden Kriterien beachten sollte:

**Lernziele klar definieren:** Beim Erstellen der Materialien ist es wichtig zu hinterfragen, was genau die SchülerInnen wissen oder können sollen, nachdem sie mit dem entsprechenden Material gearbeitet oder das entsprechende Experiment durchgeführt haben. Informationen, die nur einmal in einer Versuchsanleitung stehen, prägen sich kaum ins Gedächtnis der SchülerInnen ein.

**Lernziele den SchülerInnen mitteilen:** Für nachhaltiges Lernen ist es hilfreich, wenn die SchülerInnen genau wissen, was sie mit einem Material oder bei einem Experiment lernen sollen. Andernfalls ist kaum zu erwarten, dass sie sich dieses Wissen aneignen werden. Wenn es ein Experiment beispielsweise erfordert, dass ein gelbes Papier über eine erhitzte Eprovette gehalten wird, dann merken sich die SchülerInnen vermutlich diese Tätigkeit. Sie merken sich aber dadurch nicht automatisch, dass diese Verfärbung ein basisches Gas anzeigt oder dass dieses Gas Ammoniak ist.

**Stationen auf die Lernziele abstimmen:** Das Material muss geeignet sein, sich den Lernstoff wirklich anzueignen. Wenn sich die SchülerInnen beispielsweise chemische Formeln merken sollen, dann reicht es nicht, wenn sie einmal ein Legespiel machen, wo sie diese Formeln zuordnen. Es muss eine Lernkartei oder ein anderes Material vorhanden sein, mit dem die Formeln öfter wiederholt werden können. Nur so können sich die SchülerInnen diese Formeln auch wirklich einprägen. Weiters soll das Material den SchülerInnen die Möglichkeit geben selbst zu überprüfen, ob sie das Lernziel erreicht haben.

**Sicherung des Lernertrages:** Nach dem Lernzirkel sollten die SchülerInnen die Möglichkeit bekommen zu zeigen, was sie gelernt haben. Dafür bieten sich unterschiedliche Methoden an. Es kann dies nach einem Lernzirkel wie „Sicheres Arbeiten im Labor“ eine praktische Prüfung sein, bei der die SchülerInnen demonstrieren, dass sie ein Experiment sorgfältig und sicher eigenständig durchführen können. Dies kann ihnen dann beispielsweise mit einem „Laborführerschein“ bestätigt werden. Auch ein Gespräch über die Inhalte des Lernzirkels oder eine schriftliche Lernzielkontrolle sind möglich.

Eine weitere Möglichkeit schlägt Erwin Graf (GRAF 2000) vor: *„Neben den zahlreichen Möglichkeiten der Sicherung der Ergebnisse an den einzelnen Stationen eines Lernzirkels hat es sich bewährt, wenn jeweils zwei Schüler in einem ca. 10-minütigen mediengestützten (Experimental-)Vortrag dem Plenum die Ergebnisse ihrer Arbeit an einer bestimmten Station berichten, d. h. alle Schüler können sich auch in der Präsentationskompetenz üben und müssen sich zudem der sozialen Kontrolle der Lerngruppe stellen.“*

## 4.4 Ausblick

Der nächste Schritt ist für mich das Überarbeiten der beiden Lernzirkel im Hinblick auf die Kriterien für das nachhaltige Lernen. Der zweite Lernzirkel ist insgesamt ein

wenig zu lang und überfrachtet. Ich denke daran ihn in zwei Teile aufzusplitten, einen zum Thema Säuren und Basen und einem zum Thema Salze und pH-Wert. Nach den Erfahrungen in diesem Unterrichtsjahr scheinen mir Lernzirkel mit etwa 8-10 Stationen, die in zwei Doppelstunden durchgearbeitet werden können, optimal zu sein.

Ganz sicher werde ich auch mit den nächsten 4. Klassen im Chemie-Unterricht mit Lernzirkeln arbeiten. Das „Lerntagebuch“ werde ich im nächsten Jahr unter dem Titel „Forschungslogbuch“ einführen. Ich halte es für ein gutes Werkzeug zur Reflexion des eigenen Lernprozesses und zur Sprachförderung.

Im Laufe des Unterrichtsjahres habe ich auch etliche fertige Lernzirkel in verschiedenen Fachpublikationen gefunden. Leider sind diese Lernzirkel selten direkt auf die österreichischen Lehrpläne und Stundentafeln zu übertragen. Durch die höhere Stundenzahl an deutschen Schulen bleibt dort mehr Zeit auf ein bestimmtes Thema einzugehen. Den einen oder anderen der entdeckten Lernzirkel möchte ich aber durchaus im Unterricht ausprobieren.

Ich plane auch neue Lernzirkel zu entwickeln. Sehr wünschenswert wäre für mich der Austausch von Erfahrungen und Materialien mit Fachkollegen und Fachkolleginnen, die ebenfalls am offenen Lernen im Lernzirkel interessiert sind. Gerne stelle ich auch meine Materialien für die Erprobung an anderen Schulen zur Verfügung. Aufgrund des Umfangs der Materialien kann ich sie nicht vollständig in die Anhänge stellen. Interessierte Kollegen und Kolleginnen sind herzlich eingeladen sich mit mir in Verbindung zu setzen.

# LITERATUR

FULL Roland (1996). Chemie in der Tat: Schülerversuche Band 1. Köln. Aulis-Verlag Deubner.

GRAF Erwin (2000). Stationenlernen – Ein Beitrag zur Weiterentwicklung des Chemieunterrichts. CD-Rom: Lernen an Stationen im Chemieunterricht. Hrsg: Dr. Lutz Stäudel. Seelze. Erwin Friedrich Verlag.

WENINGER Brigitta (1999). Auf neuen Wegen lernen. Montessori-Pädagogik für Schüler ab 10 Jahren. Erste Auflage. Donauwörth. Auer Verlag GmbH.

PICHELHÖFER Petra (2005). Rätselblätter Chemie – Sekundarstufe I. Hornburg/Niederelbe. Persen Verlag.

Sonstige Quellen:

RAABITS (2008). Impulse und Materialien für die kreative Unterrichtsgestaltung Chemie. Stuttgart. Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH.  
<http://www.raabe.de> (20.6.2009)

SEILNACHT Thomas. Chemieunterricht und Chemiedidaktik. CD-Rom  
<http://www.seilnacht.com/> (20.6.2009)

STÄUDEL Lutz Hrsg. (2001). Lernen an Stationen im Chemieunterricht. Seelze. Erwin Friedrich Verlag  
<http://www.friedrich-verlag.de/> (20.6.2009)

Internetadressen:

<http://members.chello.at/bgrwhome/> (20.6.2009)  
Lernzirkel von Brigitte Koliander

Bezugsquellen für Materialien zum offenen Lernen:

<http://www.winklerschulbedarf.com/> (20.6.2009)  
Schulbedarf Winkler: Gummispannspiel. Scheibolino

<http://www.schmidt-lehrmittel.de/> (20.6.2009)  
Super-Acht-Spiel, Memory-Kärtchen und anderes Spielmaterial

<http://www.spielmaterial.de/deutsch/> (20.6.2009)  
Spielfiguren (Pöppel), Würfel, Memory-Kärtchen und anderes Spielzubehör

[http://www.blume-programm.de/ab/boerse/a\\_291.htm#HEADING291-0](http://www.blume-programm.de/ab/boerse/a_291.htm#HEADING291-0) (20.6.2009)  
Schubladen für Lochkartenquiz

<http://www.holz-baukloetze.de/> (20.6.2009)  
Holzbausteine für das Säure-Basen-Magnetspiel (teilweise Sonderanfertigung)

<http://www.supermagnete.de/> (20.6.2009)  
Magnete für das Säure-Basen-Magnetspiel

[http://stores.shop.ebay.at/kw-SONDERPOSTEN-Kunststoff\\_W0QQ\\_armrsZ1](http://stores.shop.ebay.at/kw-SONDERPOSTEN-Kunststoff_W0QQ_armrsZ1)  
(20.6.2009)

Kunststoffboxen (SUNWARE Q-Line Box mit Deckel Vol 15 ltr. transparent)