

**VON DER AUSBILDUNG ZUR
GRUNDBILDUNG**

**CHEMISCHE GRUNDBILDUNGS-
INHALTE AM BEISPIEL DES KAPITELS**

„SÄUREN – BASEN – SALZE“

Johannes Jaklin

Andreas Lechner

HTBL Pinkafeld

Pinkafeld, 2002

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----------|
| ABSTRACT | 4 |
| 1 EINLEITUNG | 5 |
| 2 ZIELE, INHALTE UND METHODEN | 6 |
| 2.1 Ziele..... | 6 |
| 2.2 Inhalte und Methoden..... | 7 |
| 3 DURCHFÜHRUNG – DATEN | 8 |
| 3.1 Lehrinhalte „Säuren – Basen – Salze“ | 8 |
| 3.1.1 „Traditionelle“ Lehrinhalte..... | 8 |
| 3.1.2 Grundbildungsorientierte Lehrinhalte | 9 |
| 3.2 Fragebogen Unterrichtsmethoden – Unterrichtseinheiten / Grundwissen „Säuren – Basen – Salze“ | 13 |
| 3.3 SchülerInneninterviews | 13 |
| 4 ERGEBNISSE | 14 |
| 4.1 Auswertung der Fragebögen..... | 14 |
| 4.2 Auswertung des allgemeinen Teils des Fragebogens – Fragen zu den Unterrichtsmethoden und Unterrichtseinheiten (Auswahl)..... | 14 |
| 4.3 Auswertung des Grundwissens „Säuren – Basen – Salze“ | 15 |
| 4.4 Auswertung der SchülerInneninterviews | 17 |
| 5 REFLEXION | 18 |
| 5.1 Reflexion des Projektablaufes | 18 |
| 5.2 Reflexion der Ergebnisse | 19 |
| 5.2.1 Reflexion der Ergebnisse der Projektklassen (<i>zwei Befragungen innerhalb von ca. acht Wochen</i>) | 19 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.2.2 | Reflexion der Ergebnisse der Projektklassen im Vergleich zur Parallelklasse (Befragungen ca. acht Wochen nach Beendigung des Kapitels)..... | 20 |
| 5.3 | Persönliche Eindrücke..... | 20 |
| 6 | AUSBLICK | 21 |
| 6.1 | Projekt „Säuren – Basen – Salze“ | 21 |
| 6.2 | Projektziele (formuliert zu Beginn der Zusammenarbeit mit dem IMST ² -Team im Jänner 2001) | 21 |
| 7 | LITERATUR | 23 |

ANHANG 1: Ausgearbeitete Unterrichtseinheit

"Säuren - Basen - Salze im täglichen Leben"

ANHANG 2: Für das Projekt erstellte Arbeitsblätter

ANHANG 3: Fragebogen zur Überprüfung der Grundbildung und des
Grundwissens

ANHANG 4: Auswertung des restlichen Teils vom Fragebogen
(Unterrichtsmethoden - Teil A)

ANHANG 5: Auswertung des restlichen Teils vom Fragebogen
(Grundwissen - Teil B)

ABSTRACT

Aus einer gewissen Unzufriedenheit mit dem Chemieunterricht entschlossen sich die Chemielehrer der HTBL Pinkafeld den Chemieunterricht schülerInnengerechter zu gestalten und mehr als bisher die Bedeutung der Chemie zu vermitteln. Es wurden für den Stoffbereich „Säuren Basen – Salze“ grundbildungsrelevante Inhalte in ein Unterrichtskonzept gestellt, praktisch erprobt und mit einem Fragebogen evaluiert. Die Schülerinnen erlebten diesen Unterricht besonders anregend. Bei der Auswertung des Fragebogens bezüglich Grundwissen geht hervor, dass durch die verwendeten Unterrichtsmethoden eine bessere „Nachhaltigkeit“ des erworbenen Grundwissens erreicht wurde. Im Vergleich mit der Parallelklasse ohne Projektunterricht war das Grundwissen mit Alltagsbezug besser verankert.

1 EINLEITUNG

An der HTBL Pinkafeld gibt es 4 Abteilungen:

- Abteilung Maschineningenieurwesen (Technische Gebäudeausrüstung & Energieplanung)
- Abteilung Bautechnik (Hochbau, Tiefbau)
- Abteilung EDV und Organisation
- Abteilung Elektronik (Computer und Leittechnik)

Die Ausbildung in allen 4 Abteilungen (Höhere Lehranstalten) dauert 5 Jahre und endet mit der Reifeprüfung. Daneben gibt es in der Bauabteilung die Fachschule für Bautechnik, eine 4 jährige Ausbildung, die mit einer Abschlussprüfung endet.

Sowohl an allen 4 Höheren Lehranstalten als auch in der Fachschule wird Chemie im 1. und 2. Jahrgang unterrichtet. Der Unterrichtsgegenstand heißt Angewandte Chemie und Ökologie. Der Schwerpunkt der Lehrinhalte liegt neben der Vermittlung chemischen Grundwissens bei der Anwendbarkeit für die spätere Berufspraxis und bei ökologischen Zusammenhängen zwischen dem persönlichen Lebensraum, dem technischen Bereich und der gesamten Ökosphäre.

Da der Unterricht in Angewandter Chemie und Ökologie in den ersten beiden Jahrgängen mit drei bzw. zwei Wochenstunden stattfindet (sofern keine schulautonomen Kürzungen vorliegen), treten zwei grundlegende Schwierigkeiten auf, nämlich eine sehr große SchülerInnenzahl pro Klasse (zumeist 36 SchülerInnen) und meistens ein geringes Verständnis bei den SchülerInnen für vernetzte naturwissenschaftliche Zusammenhänge bzw. oft auch mangelhafte naturwissenschaftliche Vorkenntnisse.

Seit dem Sommersemester 1997 unterrichten junge und engagierte Lehrer. Davor wurde dem Chemieunterricht eher geringe Bedeutung zugemessen, was sich beispielsweise auch in der Ausstattung des Chemiesaals (geringes räumliches Angebot, stark abgenützte Tische) widerspiegelt. Natürlich spürten und spüren auch die SchülerInnen diesen geringen Stellenwert, was sich wiederum in der Einstellung zum Chemieunterricht und der Leistungshaltung zumindest einiger SchülerInnen niederschlägt.

Übergeordnetes Ziel aller Aktivitäten ist es, den Chemieunterricht dahingehend zu verändern, dass er schülerInnengerechter wird, vermehrt das vernetzte Denken fördert und SchülerInnen mehr als bisher die Bedeutung der Chemie vermittelt.

Aus einer gewissen Unzufriedenheit mit unserem Chemieunterricht heraus haben wir uns entschlossen, zum IMST²-Projekt – Schwerpunktprogramm S1, mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung, einen Beitrag zu leisten und den eigenen Unterricht im Schuljahr 2000/01 zu evaluieren (siehe [JAKLIN, LECHNER, POLAK]).

Es wurde mit Hilfe eines Fragebogens erforscht, wie die SchülerInnen den Chemieunterricht erleben. Diese Evaluierung stellt die Basis für die nun vorliegende Arbeit dar, wo es um ein kritisches Hinterfragen von Lehrinhalten - besonders im Hinblick auf Grundbildungsinhalte - , deren Vermittlung im Unterricht und der Erfolgsmessung (Nachhaltigkeit der Vermittlung chemischen Grundwissens) geht. Weiters kam es im Zuge der Kooperation mit IMST² zu einem Ausbau der Koordination des Lehrerteams an der Schule und zum Erfahrungsaustausch auch mit anderen IMST²-Projektpartnern.

2 ZIELE, INHALTE UND METHODEN

2.1 Ziele

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit war es, den Begriff „Chemische Grundbildung“ gemäß unseren schulischen Möglichkeiten in verwirklichtbare Unterrichtskonzepte umzusetzen und in die tägliche Lehrtätigkeit zu integrieren. Unsere Aufgabe als höhere berufsbildende Schule ist es, auf wissenschaftliches und praxisorientiertes Arbeiten und Denken vorzubereiten, wobei der Vorgang des Forschens und Entdeckens eine große Rolle spielt.

***Chemische Grundbildung** bedeutet nun, mit der spezifischen Denkweise von Chemikern vertraut zu sein, d.h. Stoffeigenschaften und Stoffartumwandlungen auf relativ wenige (philosophische!) Deutungssysteme und Grundvorstellungen zurückführen zu können [ANTON (1)].*

Die konkreten Ziele waren nun:

- **Ein grundsätzliches Verständnis für die Wissenschaften bei den SchülerInnen bewusst machen.**

Dabei leistet der Chemieunterricht einen sehr wertvollen Beitrag, denn die Chemie beschäftigt sich mit der Planung und Durchführung von Experimenten zur Umwandlung von Stoffen, mit dem Aufstellen und Überprüfen von Hypothesen und mit dem Denken in Modellen.

- **Bei den SchülerInnen chemische Grundvorstellungen erzeugen.**

Innerhalb und außerhalb des Unterrichts sollen anhand von fachspezifischen Schlüsselbegriffen und Schlüsselsubstanzen sowie Wissenserwerbs- und Wissensanwendungsstrategien chemische Grundvorstellungen erzeugt, erprobt und sinnvoll angewendet werden. Diese Grundvorstellungen sind immer dann unverzichtbar und hilfreich, wenn hinsichtlich der Feststellung und Bewertung von chemischen Prozessen in allen Lebensbereichen Fragwürdigkeiten auftreten [ANTON (2)].

- **Den SchülerInnen die Bewältigung von Problemen im Alltag und in der technischen Umwelt zu erleichtern.**

In kaum einem anderen Fach wie in der Chemie ist ein so hohes Maß an Alltagsbezug herstellbar. Es geht uns daher um die Vermittlung von naturwissenschaftlichen Inhalten und Wissen, das in der Alltagssituation bzw. im beruflich- technischen Umfeld verfügbar gemacht werden kann. Wir schaffen dadurch für unsere SchülerInnen auch die Möglichkeit, zu aktuellen naturwissenschaftlichen Themen kritisch Stellung beziehen zu können.

- **Die Chemie mit Hilfe von Lehrer- und SchülerInnenexperimenten „begreifbarer“ zu machen.**

In der Chemie kann man die Stoffe angreifen und durch eigenes Zutun verändern. Dieses „Begreifen“ im wörtlichen Sinn wirkt sich sehr positiv auf die Lehr- und Lernprozesse aus.

2.2 Inhalte und Methoden

Um die von uns gewählten Ziele erreichen zu können, wurden folgende Inhalte und Methoden gewählt; für die Begründung der Inhalts- und Methodenwahl wurden sogenannte Leitlinien [ANTON (3)] zu Hilfe genommen:

- 1) Für den Teilbereich „Säuren – Basen – Salze“ des Chemiestoffes der BHS grundbildungsrelevante Inhalte zu finden und herauszuarbeiten.**

Es wurde der Teilbereich „Säuren – Basen – Salze“ aus dem BHS Lehrstoff ausgewählt, weil dieses Kapitel viele praxis- und alltagsbezogene Anknüpfungspunkte enthält; diese Wissensinhalte sind in Alltagssituationen relevant und können verfügbar gemacht werden. Das Grundwissen über diesen Teilbereich trägt zur Beteiligung an der öffentlichen Diskussion und an der Kommunikation mit ExpertInnen bei. Weiters wird das Verständnis für Wissenschaften – Einsicht in naturwissenschaftliches Denken und experimentelles Vorgehen – gefördert. Erfahrungsgemäß bereitet dieses Kapitel den SchülerInnen auch viel Freude.

Nach diesem BHS-Lehrstoff (*Reaktionstypen: Protolyse (Säuren und Basen, pH-Wert, Indikatoren, Säuren- und Basenstärke*)) ist das Thema Säuren und Basen nur sehr unscharf geregelt und gibt der Lehrerin bzw. dem Lehrer viel Spielraum in der Stoffauswahl. Dieser Spielraum wurde vor allem in Richtung Alltagsbezug und persönliche Erlebniswelt der SchülerInnen thematisch ausgenützt.

- 2) Diese grundbildungsrelevanten Inhalte in ein Unterrichtskonzept zu stellen und praktisch zu erproben (Unterricht in insgesamt 4 Klassen, 1. Jahrgang, 2 Klassen pro Lehrer).**

Abweichend von üblichen Lehrinhalten und Unterrichtsmethoden wurde versucht den Chemiestoff dieses Kapitels so zu unterrichten, dass für die SchülerInnen eine möglichst hohe „Nachhaltigkeit“ im Verstehen, Behalten und im Herstellen von Alltagsbezügen gegeben ist. Dies wurde durch situiertes Lernen und anhand von authentischen Problemen praktiziert. Ebenfalls war uns die Anknüpfung an aktuelle Probleme, authentische Fälle und persönliche Erfahrungen wichtig. Das Lernen in

multiplen Kontexten wurde durch Verweisen auf unterschiedliche Anwendungssituationen bis hin zur tatsächlichen Anwendung des Gelernten in einer konkreten Situation realisiert [siehe REINMANN-ROTHMEIER, MANDL]. Weiters versuchten wir, einzelne Inhalte und Probleme aus verschiedenen Blickwinkeln zu sehen und unter verschiedenen Aspekten zu beleuchten. Das Lernen in einem sozialen Kontext wurde durch Gruppenarbeiten bei der Erarbeitung neuer Inhalte verwirklicht.

Eine gewisse Breite in der Umsetzung wurde dadurch erreicht, dass 2 Lehrer bei insgesamt 4 Klassen des 1. Jahrganges nach dieser Unterrichtsmethode vorgegangen sind.

3) Überprüfung der Effizienz unseres grundbildungsorientierten Unterrichts.

Wir entwarfen dazu einen Fragebogen für unsere SchülerInnen, der besonders grundbildungsorientierte Fragen zu unserem Thema „Säuren – Basen – Salze“ zum Inhalt hatte. Dabei wollten wir nicht nur den unmittelbaren Status des Fachwissens erheben (Befragung gleich nach der Unterrichtsphase), sondern wir wiederholten die Befragung nach 8 Wochen, um das Behalten des Grundwissens zu überprüfen. Weiters führten wir auch eine Befragung in einer Parallelklasse ohne grundbildungsorientierten Unterricht durch.

- 4) Die gesamte Unterrichtsphase „Säuren – Basen – Salze“ mit Hilfe eines Fragebogens zu evaluieren.**
- 5) Mit Hilfe von Schülerinterviews die Unterrichtsphase noch genauer zu beleuchten.**

3 DURCHFÜHRUNG – DATEN

3.1 Lehrinhalte „Säuren – Basen – Salze“

3.1.1 „Traditionelle“ Lehrinhalte

Nach der „traditionellen“ Methode erreicht der Chemieunterricht sein Ziel nur sehr unzureichend, SchülerInnen mit einem Verständnis für chemische Erscheinungen aus Alltag, Technik und Umwelt auszustatten. Es fehlt oft die inhaltliche Verknüpfung innerhalb der Chemie und zwischen den naturwissenschaftlichen Disziplinen. Die Lehrinhalte sind daher vielfach auf das Ermitteln von chemischen Formeln und Reaktionsgleichungen sowie auf das Auswendiglernen von Stoffeigenschaften und

Anwendungsbeispielen beschränkt. Die folgende Aufstellung soll – gewissermaßen als Gegenpol zum nächsten Kapitel – die „traditionellen“ Lehrinhalte des Kapitels „Säuren – Basen – Salze“ beleuchten (Grundstruktur der Stoffdarstellung nach [NEUFINGERL, URBAN, VIEHHAUSER]).

- Entstehung von Säuren und Basen (mit chemischen Reaktionsgleichungen)
- Formelschreibweise
- Wichtige Säuren und ihre Salze; wichtige Hydroxide
- Säure-Base-Paare: Dissoziationsreaktionen der Säuren, Reaktionen der Basen mit Wasser
- Brönsted-Definition von Säuren und Basen
- Amphotere Stoffe
- Ionengleichgewicht des Wassers – der pH-Wert
- Stärke von Säuren und Basen
- Messung und Bedeutung des pH-Wertes
- Neutralisation und Salzbildung; neutrale, saure und basische Salze
- Titration
- Pufferlösungen

3.1.2 Grundbildungsorientierte Lehrinhalte

Bei der Auswahl der grundbildungsorientierten Lehrinhalte legten wir chemisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse fest, die die SchülerInnen auch Jahre nach dem Schulabschluss noch können sollen. Weiters waren uns die Fähigkeiten Beobachten, Protokollieren und analytisches Denken wichtig. Schließlich sollten auch Fertigkeiten wie die Durchführung einfacher SchülerInnenversuche dazugehören.



Das Kapitel „Säuren – Basen – Salze“ wurde auf 9 Unterrichtseinheiten (UE) aufgeteilt. In der folgenden Aufstellung charakterisiert der Titel der jeweiligen UE die Fachinhalte; Demonstrationsversuche sind durch das Zeichen (V) gekennzeichnet, die Grundbildungsinhalte sind gesondert hervorgehoben (☞) :

1.UE: Säuren-Basen-Salze im täglichen Leben



Die SchülerInnen hatten die Aufgabe, in einer Gruppenarbeit bei 18 Alltagsprodukten die Produktdeklarationen zu analysieren, Säuren, Basen und Salze als Inhaltsstoffe zu finden und Gefahrensymbole zu erkennen (Ausarbeitung dieser UE und Arbeitsblatt siehe **ANHANG 1**).

Als Methoden wurden situiertes Lernen, Lernen anhand authentischer Probleme und Lernen in einem sozialen Kontext angewendet.

- ☞ Alltagsprodukte bewusst als Säuren – Basen – Salze erleben
- ☞ Lesen von Produktdeklarationen
- ☞ Gefahrensymbole erkennen

2.UE: Bildung von Säuren-Basen-Salzen - Indikatoren

V: Verbrennen von Schwefel, Absorption von SO_2 in Wasser, Säurenachweis mit Universalindikator; Hinweis auf Weinbau (Ausschwefeln der Fässer).

V: Verbrennen von Magnesium, Reaktion von MgO mit Wasser, Basennachweis mit Universalindikator.

V: Auflösen von Zink in verdünnter Salzsäure.

V: Vergleich der Leitfähigkeit von Wasser und verdünnter Salzsäure (Becherglas, 2 Kohleelektroden, Taschenlampenbatterie, Lämpchen).

Der Schwerpunkt dieser UE lag in der konkreten experimentellen Anwendung, die Bildung von Säuren-Basen-Salzen zu erleben und typische Stoffeigenschaften kennen zu lernen d.h. unter multiplen Perspektiven zu lernen.

- ☞ Was sind Indikatoren
- ☞ „Alltagsindikatoren“ (Blaukrautsaft, Tee)
- ☞ Die wichtigsten Säuren und Basen kennen
- ☞ Typische Stoffeigenschaften von Säuren und Basen

3.UE: Dissoziation – pH-Wert

V: Diverse Indikatoren vorstellen, pH-Meter erklären.

V: pH-Wertmessung bei diversen Alltagsprodukten (Klarspüler, Coca Cola, Almdudler, Apfelsaft, Essig, Leitungswasser, Milch, Seifenlösung, Waschmittellösung, verd. HCl, verd. NaOH).

Auch hier waren die Methoden Lernen anhand authentischer Probleme in multiplen Kontexten unter multiplen Perspektiven.

- ☞ Säuren geben Protonen ab; $\rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$ - Ionen
- ☞ Basen nehmen Protonen auf; $\rightarrow \text{OH}^-$ - Ionen
- ☞ pH-Wert = Maßzahl für den sauren bzw. basischen Charakter einer Lösung
- ☞ Zusammenhang mit H_3O^+ - Ionen
- ☞ Skala 0 – 7 – 14
- ☞ Methoden der pH-Messung
- ☞ pH-Werte von Alltagsstoffen

4.UE: Stärke von Säuren und Basen

V: Messung des pH-Wertes von Essig und verd. HCl (beide Lösungen haben gleiche Konzentration).

Dieses „Schlüssel-Experiment“ soll bei den SchülerInnen die Grundvorstellung Stärke von Säuren (und Basen) hervorrufen.

- ☞ Es gibt starke und schwache Säuren/Basen

5.UE: Neutralisation – Salzbildung

V: Mischen von verd. HCl und verd. NaOH gleicher molarer Konzentration, zur Trockene eindampfen, NaCl-Kristalle begutachten.

V: Titration: Bestimmung des Gehaltes an Essigsäure bei einem Speiseessig.

Die Grundvorstellung „Salz“ wurde hier „materialisiert“ und noch enger mit dem Stoff Kochsalz verbunden. Das Lernen unter multiplen Perspektiven gelang durch das praktische Beispiel der Titration des Speiseessigs.

- ☞ Säure + Base \rightarrow Salz + Wasser
- ☞ Die wichtigsten Salze kennen

6.UE: Saure und basische Salze

V: pH-Wertmessungen folgender Salzlösungen: NaCl, Na_2CO_3 , NH_4Cl ; (Hinweis: Waschalkalie Na_2CO_3 !).

V: Mischen und Verkosten eines Brausepulvers.

V: Wirkungsweise eines Acetatpuffers.

Auch hier wieder das Beleuchten eines Inhalts aus verschiedenen Blickwinkeln unter verschiedenen Aspekten. Vor allem der Versuch mit dem Brausepulver kam der Erlebniswelt der SchülerInnen sehr entgegen.

- ☞ Salzlösungen können neutral, sauer oder basisch sein
- ☞ Starke Säure verdrängt die schwache Säure aus ihrem Salz
- ☞ Funktion eines Puffers

7.UE: SchülerInnenübung (in halber Klassengröße):

Arbeitsblätter zur Übung siehe **ANHANG 1**

- **Säure/Base – Tropfversuche mit Indikatoren**
- **„Haushaltsindikator“ Blaukrautsaft**

Bei dieser UE wurde besonders auf das Lernen in einem sozialen Kontext Wert gelegt. Im Rahmen situierter Problemstellungen lösten die SchülerInnen die Aufgaben allein und in Zweiertteams. Dabei war die Unterstützung durch den Lehrer sehr wichtig, denn dies war, für praktisch alle SchülerInnen, der erste direkte Kontakt mit Laborgeräten und Chemikalien (instruktionale Unterstützung). Aufgrund der räumlichen Gegebenheiten in unserem Chemisaal konnte diese UE nur in halber Klassengröße (18 SchülerInnen) durchgeführt werden.



- ☞ Einfache chemische Handgriffe durchführen
- ☞ Beobachtungen beschreiben und protokollieren



8.UE: Übungs- und Vertiefungseinheit

Parallel zur SchülerInnenübung, Arbeitsblätter siehe **ANHANG 2**

9.UE: Ökologische Aspekte von Säuren-Basen-Salzen

Bei der letzten UE wurde auf das Lernen in multiplen Kontexten sowie die Anknüpfung an aktuelle Probleme, authentische Fälle bzw. persönliche Erfahrungen besonderer Wert gelegt.

☞ Sachwissen zu folgenden Themen (beispielhaft): Saurer Regen, Bodenpufferung, Gebäudeschäden, Korrosion, Abluftreinigung usw.

3.2 Fragebogen Unterrichtsmethoden – Unterrichtseinheiten / Grundwissen „Säuren – Basen – Salze“

Zur Überprüfung des Grundwissens der SchülerInnen wurde ein Fragebogen erstellt, der in einen allgemeinen Teil und einen speziellen, auf das Grundwissen des Kapitels „Säure – Basen – Salze“ gerichteten Teil gegliedert wurde (siehe dazu auch den vollständigen Fragebogen in der Anlage). Der allgemeine Teil beinhaltet Fragen zu den Unterrichtsmethoden und Unterrichtseinheiten, wobei die SchülerInnen entsprechend dem aus der Schule bekannten Notensystem die Unterrichtsmethoden bzw. die einzelnen Unterrichtseinheiten zu bewerten hatten. Bei der Auswahl der Fragen des zweiten Teils dieses Fragebogens wurde Augenmerk auf das Grundwissen des Kapitels „Säuren – Base – Salze“ gelegt, d.h. es wurden solche Fragen gestellt, die SchülerInnen auch Jahre nach der Matura noch beantworten können sollten. Um bereits ein möglichst objektives Bild vom Grundwissen der SchülerInnen zu diesem Kapitel zu erhalten, wurde die Beantwortung des Fragebogens ohne vorherige Ankündigung vorgenommen.

3.3 SchülerInneninterviews

Nach Abschluss des Projektes wurden seitens des Betreuerteams SchülerInneninterviews mit je zwei Schülern der ausgewerteten Klassen durchgeführt. Grundsätzlich wurde je ein eher leistungsstärkerer und eher schwächerer Schüler für die Befragung ausgewählt.

4 ERGEBNISSE

4.1 Auswertung der Fragebögen

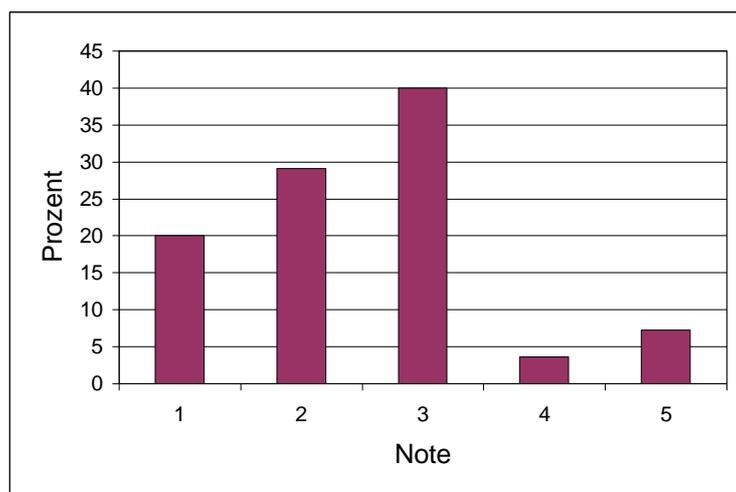
Mit der Behandlung des Kapitels „Säuren – Basen – Salze“ entsprechend der zuvor dargestellten Unterrichtseinheiten und Unterrichtsmethoden wurde mit Ende des ersten Semesters bzw. mit Beginn des zweiten Semesters begonnen, wobei sich die neun Unterrichtseinheiten bis Ostern erstreckten.

Insgesamt beantworteten 55 SchülerInnen aus zwei verschiedenen Klassen, die von zwei Lehrern unterrichtet werden, den Fragebogen. Da die Antworten der Fragebögen – sei es nun Teil 1 oder Teil 2 betreffend – größtenteils übereinstimmten, wurden beide Klassen gemeinsam ausgewertet.

4.2 Auswertung des allgemeinen Teils des Fragebogens – Fragen zu den Unterrichtsmethoden und Unterrichtseinheiten (Auswahl)

Bei der Beantwortung der **Frage 1** stellt Note 1 ein besonders anregendes Empfinden der Unterrichtsmethoden durch die SchülerInnen dar, während Note 5 für einen unveränderten Unterricht steht.

Frage 1: *Hast du das Kapitel „Säuren – Basen – Salze“ besser erlebt als den bisherigen Unterricht?*



Obwohl die SchülerInnen nicht darauf hingewiesen wurden, dass das Kapitel „Säuren – Basen – Salze“ im Rahmen des IMST² - Projektes mit Schwerpunkt „Grundbildung“ unterrichtet wird, empfand der überwiegende Teil der SchülerInnen den Unterricht als besonders anregend bis anregend. Eher eine geringe Anzahl der

SchülerInnen beurteilte den Unterricht im Vergleich zum vorherigen Unterricht als unverändert.

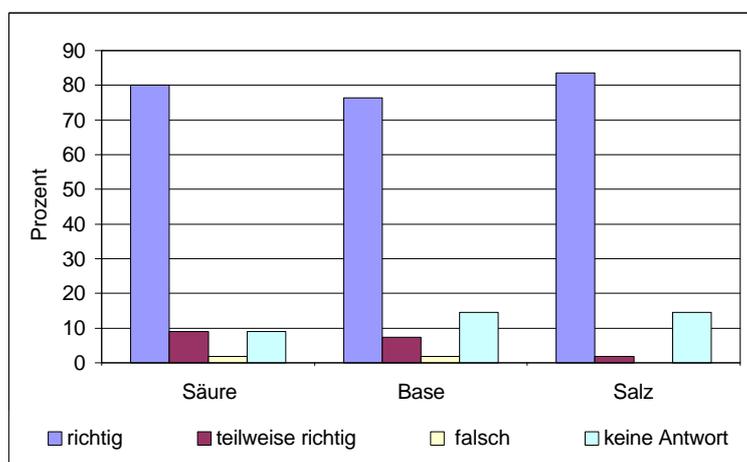
Die Auswertung der übrigen Fragen findet sich im **ANHANG 4**.

4.3 Auswertung des Grundwissens „Säuren – Basen – Salze“

Die Auswahl der ausgewerteten Fragen richtet sich nach der Wertigkeit von Grundbildungsinhalten und stellt ein Spektrum der praktischen sowie eher theoretischen Inhalte dar. Die Auswertung der übrigen Fragen findet sich im **ANHANG 5**.

Frage 1: *Nenne drei Alltagsprodukte, die je eine Säure, Base oder Salz als wesentlichen Wirkstoff enthalten?*

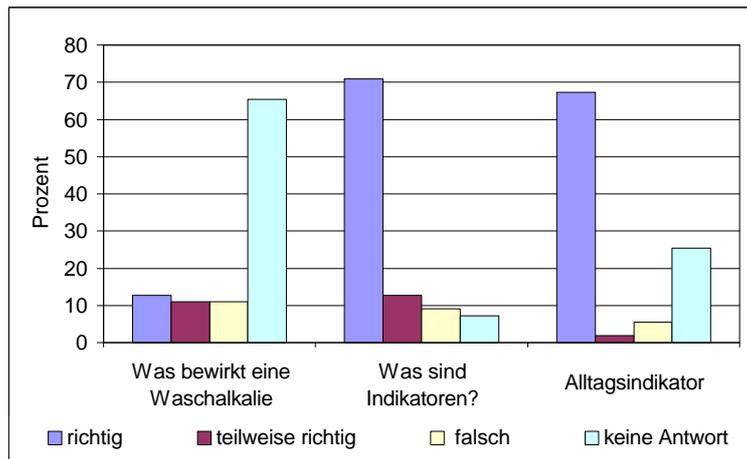
Beim folgenden Diagramm kann man erkennen, dass die SchülerInnen Säuren, Basen und Salze Alltagsprodukten zuordnen können. Typische Antworten für Säuren waren sämtliche Produkte, die unter dem Überbegriff „Limonaden“ zusammengefasst werden können, bei den Produkten mit Basen als Inhaltsstoff wurden hauptsächlich Seifen und Waschmittel genannt und bei Salzen das Kochsalz.



Frage 3: *Auf der Inhaltsstoffliste eines Vollwaschmittels findet sich die Bezeichnung „Waschalkalie: Na₂CO₃“. Was bewirkt dieser Stoff in diesem Waschmittel?*

Frage 5: *Was sind Indikatoren?*

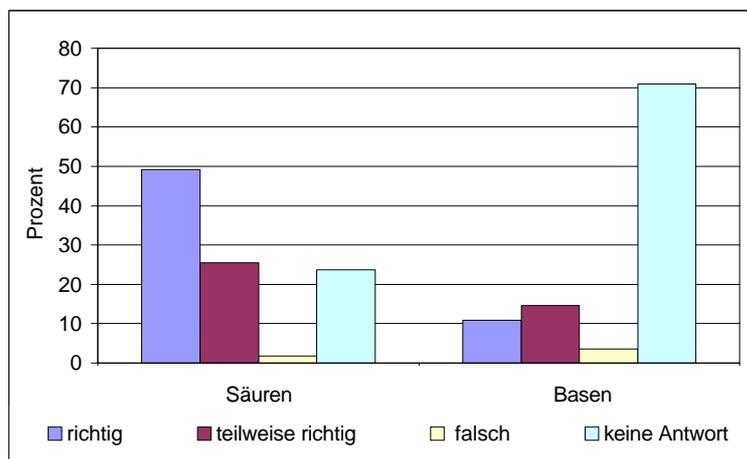
Frage 6: *Nenne einen alltäglichen Stoff, der als Indikator wirkt.?*



Die **Frage 3** konnten ca. 2/3 der SchülerInnen überhaupt nicht beantworten, einige SchülerInnen sehen die Wirkungsweise von Soda in der Enthärtung des Wassers, einige wenige wiederum assoziierten beim diesem Begriff etwas mit dem Waschvorgang.

Die **Fragen 5 bzw. 6** wurden von 74% bzw. 69% der SchülerInnen richtig oder zumindest teilweise richtig beantwortet, was möglicherweise auf die SchülerInnenübungen zurückzuführen ist, wo die SchülerInnen mit Indikatoren, unter anderem auch mit Blaukraut arbeiten konnten.

Frage 7: *Nenne je drei Säuren und Basen mit der entsprechenden chemischen Formel!*



Auffallend bei dieser Frage ist, dass 49% der SchülerInnen Formeln und Namen von Säuren richtig zuordnen können, aber es bei den Laugen große Defizite gibt. 71% der SchülerInnen können überhaupt keine Base nennen, geschweige denn eine Formel. Mehrere SchülerInnen geben an, dass Kochsalz eine Base ist.

4.4 Auswertung der SchülerInneninterviews

Die beiden SchülerInneninterviews in den ausgewerteten Klassen verliefen ganz unterschiedlich, wobei die zwei Schüler einer Klasse von den Interviewern ziemlich nervös erlebt wurden, und das Interview sehr schleppend verlief. Worauf diese Nervosität zurückzuführen ist, kann nicht gesagt werden. Die beiden anderen Schüler waren gesprächiger.

Bei der Frage nach dem Vergleich des Unterrichts, wie er vor dem Kapitel „Säuren – Basen – Salze“ gehalten wurde, und dem Kapitel „Säuren – Basen – Salze“ wurde festgestellt, dass die Unterrichtseinheiten anders erlebt wurden, das reicht von „*mehr Versuche*“, „*Produkte aus dem täglichen Leben*“, „*lustig*“ bis hin zu „*war aufgelockert, nicht so ernst, sondern wir haben über alles geredet*“. Auch wurde der Praxisbezug mit der Merkfähigkeit verbunden („*Man merkt es sich auch leichter, wenn man mehr ins Praktische geht.*“).

Den interviewten Schülern hat besonders gut der Alltagsbezug mit dem Blaukrautindikator gefallen, „*z.B. dass man aus den Rüben, aus dem Saft, einen Indikator machen kann, das hat mich am meisten fasziniert*“.

Bei Anregungen, was noch anders gemacht werden könnte, bzw. was den SchülerInnen nicht gefallen hat, wurde eine zusätzliche Fragestunde gewünscht, in der Zeit zum Nachfragen, was man nicht verstanden hat, gewesen wäre. Auch ist der Wunsch nach einer Berechnung verknüpft mit einem Experiment geäußert worden, „*Dass man vielleicht eine Berechnung gemacht hätten und nach der Berechnung dann den entsprechenden Versuch, wie man sich so etwas ausrechnen kann mit einer Säure und einer Base, anschließend eine Säure und Base zusammengemischt hätten, dass dann irgendetwas klasses herauskommt, das wäre toll*“. Es ist aber anzumerken, dass der Schüler eine gewisse Vorliebe zur Mathematik hat. Erfahrungsgemäß hat ein Großteil der SchülerInnen ein eher gespanntes Verhältnis zur Stöchiometrie.

Bei der Frage nach dem Nutzen, aus diesem Kapitel etwas für das spätere Leben mitgenommen zu haben, sieht ebenfalls ein interviewter Schüler positive Aspekte („*Ja. Gefahrensymbole, reizend, ätzend und so, und im täglichen Leben ist überall irgendwie Säure und Base vorhanden: Seife oder Citronensäure oder Salzsäure vielleicht weniger*“).

Folgende Inhalte, auch andere Kapitel werden für später als wichtig angesehen:

- *pH-Wert und woraus das alles besteht [...]*
- *Al: Bei der Reinigung von Bauxit braucht man auch NaOH.; Wenn man als Maschinenbauer in einer Metallfirma arbeitet, kann man das Wissen brauchen.*
- *Ja, z. B. Über die Batterien, dass man NC-Batterien wegen dem Memory-Effektes ausleeren (= tiefentladen) muss*
- *Chemie braucht man sicher, z.B. Autobatterie [...], kommt billiger, wenn man es selber machen kann*

Abschließend beurteilten die Schüler den Wissenszuwachs auf einer fünfteiligen Skala, wobei die Zahl 1 einen sehr großen Wissenszuwachs und die Zahl 5 einen sehr geringen Wissenszuwachs bedeutet:

- *Viel mehr, weil in HS nicht so viel oder gar nichts gemacht wurde, ein bisschen etwas habe ich bereits zuvor gewusst, aber minimal \bar{P} Wissenszuwachs = 2*
- *Ich habe bereits schon viel gewusst (Weinbauschule), wenn ich von dem ausgehe, habe ich nicht besonders viel dazugelernt, zwischen 3 und 4*
- *2..., weil ich von der Hauptschule her sehr wenig gewusst habe*
- *auch 2, weil wir in der Hauptschule über so etwas sehr wenig gehört haben*

5 REFLEXION

5.1 Reflexion des Projektablaufes

Die Durchführung des Projektes (9 UE!) erstreckte sich von den Semesterferien bis knapp nach den Osterferien. Diese zeitliche Ausdehnung der Projektdurchführung für 9 UE ist auf den Besuch von Seminaren sowie die Durchführung von Tests inkl. Testvorbereitung und Testverbesserung zurückzuführen. Die Folge davon war, dass die Arbeitsblätter oft nicht zum gewünschten Zeitpunkt eingesetzt werden konnten – die einen oder anderen Unterrichtseinheiten mussten kurzfristig getauscht werden und Arbeitsblätter mussten, um das Projekt nicht noch mehr in die Länge zu ziehen, als Hausübung gegeben werden – bzw. dass für die Bearbeitung der Arbeitsblätter öfters auch zu wenige Übungsbeispiele durchgemacht werden konnten. Die Besprechung der Arbeitsblätter konnte teilweise auch erst eine Woche nach Austeilen und Bearbeitung durchgeführt werden. Die Abhandlung der 9 UE ohne Unterbrechungen wegen des Besuchs von Seminaren oder der Abhaltung von Tests muss unbedingt eingehalten werden. Unseren SchülerInnen fällt es auch sehr schwer, ständig mitzulernen („*Bin es nicht gewöhnt, habe ich in der Hauptschule nicht gemacht.*“ und „*Mitlernen habe ich nie gemacht.*“). Durch den Test während des Projektes haben sich die SchülerInnen auch auf andere Stoffinhalte konzentriert.

Die Durchführung der SchülerInnenübungen in halber Klassengröße war ursprünglich so geplant, dass an zwei hintereinanderfolgenden Samstagen die SchülerInnen praktisch arbeiten konnten. Dadurch ergab sich, dass die eine Gruppe die Theorie im Unterricht zumindest teilweise noch nicht besprochen hatte, während für die andere Gruppe ein Teil des Kapitels bereits zu weit zurücklag und der Bezug nicht mehr gegeben war. Die SchülerInnenübungen mussten unbedingt hintereinander abgehalten werden, was nur durch Stundentausch zu bewerkstelligen ist.

Obwohl unsere SchülerInnen eher weniger gewohnt sind, mit Arbeitsblättern in Chemie zu arbeiten, ist diese Methode ein Weg, wo sich die SchülerInnen

selbständig bzw. in Kleingruppen mit dem Stoff auseinandersetzen müssen, wo sie den Stoff nicht am Servierteller präsentiert bekommen und sich nicht nur berieseln lassen können, um Inhalte zu transferieren bzw. Bekanntes zu festigen. Ein typisches Schülerzitat zum Arbeitsblatt „Dissoziation“ lautet: *„Jetzt weiß ich endlich, wie es mit der Dissoziation funktioniert!“*

Eine weitere Schwierigkeit stellte sich während der Unterrichtstätigkeit in den Parallelklassen ohne grundbildungsorientierten Unterricht heraus. Es war für uns sehr schwierig und daher auch nicht vollständig möglich, zu den alten, „traditionellen“ Lehrinhalten zurückzukehren. Wir haben es als nahezu „unverantwortlich“ empfunden, bewusst nach einer überholten Unterrichtsmethode vorzugehen, wenn erfolgreichere Methoden bereits vorhanden und erprobt sind. Dies beeinträchtigt natürlich etwas das Ergebnis der vergleichenden Untersuchung.

Reflektiert man das Verhalten der SchülerInnen während des Unterrichtes, so war eine höhere Bereitschaft zur Mitarbeit und eine höhere Aufmerksamkeit deutlich feststellbar. Sie hatten auch mehr Spaß am Unterricht ; insgesamt ist der Kontakt zu den SchülerInnen besser geworden.

5.2 Reflexion der Ergebnisse

Eine erstmalige Überprüfung des Grundwissens mittels Fragebogen für das Kapitel „Säure – Basen – Salze“ wurde in den untersuchten Klassen ca. zwei Wochen nach Beendigung des Kapitels durchgenommen. Nach weiteren acht Wochen wurde in den Projektklassen eine weitere Überprüfung des Grundwissens mit demselben Fragebogen durchgeführt. Parallel dazu erfolgte eine Befragung in einer anderen Klasse, die so gut wie möglich „herkömmlich“ unterrichtet wurde. Die Untersuchung mit der Parallelklasse ist nur schwer zu vergleichen, da die SchülerInnen der Parallelklasse einen Notendurchschnitt kleiner als 1,5 in der Hauptschule bzw. Unterstufe aufweisen mussten, damit sie überhaupt in die Klasse aufgenommen wurden.

5.2.1 Reflexion der Ergebnisse der Projektklassen (zwei Befragungen innerhalb von ca. acht Wochen)

Auch wenn bei der Beantwortung vor allem der theoretischen Fragen (Formeln von Säuren und Basen / Neutralisation) nicht der erhoffte Prozentsatz der SchülerInnen die richtige Antwort wusste, so ist aufgefallen, dass bei der zweiten Befragung die Ergebnisse öfters besser als bei der ersten Befragung waren. So haben beispielsweise bei der Befragung im April 76% der SchülerInnen die Frage 3 (Waschalkalie – Soda) nicht oder falsch beantwortet, während es im Juni „nur“ 58% waren. Auch konnte das Ergebnis bei der Benennung von Basen mit der entsprechenden Formel (Frage 7 b) von 25% (Befragung April) auf 39% (Befragung Juni) gesteigert werden. Weiters konnte bei der Beantwortung der Frage 12 (Neutralisation) der Prozentsatz der richtigen bzw. teilweise richtigen Antworten von vier auf 26 erhöht werden. Bei der Abschätzung des pH-Wertes verschiedener Lösungen fiel das Ergebnis der Befragung im April eher besser aus.

Grundsätzlich ist aber anzumerken, dass die „Nachhaltigkeit“ des erworbenen Wissens durch die in diesem Projekt angewandten Methoden durchaus gegeben ist. Auch aufgrund der Ergebnisse der SchülerInnenbefragung meinen wir, dass es uns gelungen ist, bei den SchülerInnen eine Verbesserung der sinnlichen Wahrnehmbarkeit von alltäglichen Stoffen und Produkten zu erreichen.

5.2.2 Reflexion der Ergebnisse der Projektklassen im Vergleich zur Parallelklasse (*Befragungen ca. acht Wochen nach Beendigung des Kapitels*)

Ein Vergleich mit der Parallelklasse ist eher schwer zu ziehen, da in dieser Parallelklasse SchülerInnen mit einem besseren Notendurchschnitt unterrichtet werden. Es gibt Fragen, die von den Projektklassen besser beantwortet wurden, bei anderen Fragen wiederum war der Prozentsatz der richtigen Antworten in den Projektklassen geringer. Auffallend ist aber das bessere Abschneiden der Projektklassen bei der richtigen Beantwortung der Fragen bezüglich der im täglichen Leben verwendeten Stoffe (Waschalkalie – Frage 3) bzw. bei der Erklärung der Gefahrensymbole (Frage 4 b und 4 c), was darauf hindeuten könnte, dass es uns gelungen ist, eine Verbesserung der Wahrnehmung für Alltagsprodukte zu erreichen. Vor allem das Gefahrensymbol „Xn“ konnten nur 12% der Parallelklasse richtig oder teilweise richtig erklären.

5.3 Persönliche Eindrücke

Die Planungs- und Vorbereitungsphase unserer 9 Unterrichtseinheiten wurde als sehr spannend empfunden. Das Gefühl der Unsicherheit – „Werden die geplanten Inhalte von den SchülerInnen angenommen werden?“ – gepaart mit einer gewissen Freude – „Jetzt können wir Dinge ausprobieren, die wir immer schon vorhatten!“ – war ein sehr wichtiger Motor bei dieser Entwicklungsarbeit. Sehr hilfreich dabei war auch die Diskussion und Reflexion mit unserem IMST²-Betreuer. Für uns wurde in der Entwicklungszeit und in den Diskussionen immer klarer, dass ein gewisses Abweichen vom „traditionellen“ Lehrplan und auch vom vorhandenen Lehrbuch notwendig war und auch weiter ist. Folglich sollten unsere Erkenntnisse auch langfristig in eine Modifikation des Lehrplanes münden.

Weiters möchten wir auch davon berichten, dass wir bei der Festlegung der Grundbildungsinhalte – also jener naturwissenschaftlichen Kenntnisse, die SchülerInnen auch noch Jahre nach dem Schulabschluss können sollen – nicht immer einer Meinung waren und die vorliegenden Grundbildungsinhalte einen Kompromiss unserer beiden Überlegungen darstellen. Dies zeigt die Problematik des genauen Definierens von expliziten Grundbildungsinhalten.

Unser persönlicher Gewinn aus diesem Projekt war vor allem die intensive Auseinandersetzung mit dem Stoffgebiet und die damit verbundenen Diskussionen mit dem Kollegen und die sehr positive Resonanz der SchülerInnen – besonders auf die praktische Übung in halber Klassengröße.

6 AUSBLICK

6.1 Projekt „Säuren – Basen – Salze“

Grundsätzlich ist das beschriebene Projekt in der zuvor dargestellten Form mit den erwähnten Verbesserungen (straffe Einhaltung des zeitlichen Ablaufes, Bearbeitung der Arbeitsblätter nicht als Hausübung sondern in der Schule) in kommenden Jahren wieder durchführbar. Auch die Abhaltung der SchülerInnenübung in halber Klassengröße ist machbar, wobei auch dabei auf die kurze zeitliche Distanz der einzelnen Gruppen Rücksicht genommen werden muss.

Bei der Auswahl der Inhalte wurde immer auf die Grundbildung (z. B. praktisches Hantieren mit Chemikalien und Arbeitsmitteln eines Chemikers) und das Grundwissen eines Maturanten (Was sind überhaupt Säuren, Basen, Salze, pH-Wert, Indikatoren, ...) Bedacht genommen. Dieses Hinterfragen der Lehrinhalte bezüglich Grundbildung wird nun auch in den anderen Kapiteln vorgenommen und die Inhalte werden dahingehend ausgewählt und abgestimmt, um bei unseren SchülerInnen chemische Grundvorstellungen zu erzeugen.

Die Frage nach dem persönlichen Nutzen der SchülerInnen aus dem Projekt kann gegenwärtig – vor allem mit Augenmerk einer berufsbildenden Schule – nur sehr schwer beantwortet werden; diese Frage müsste man den SchülerInnen zu einem späteren Zeitpunkt (Matura?) stellen.

6.2 Projektziele (formuliert zu Beginn der Zusammenarbeit mit dem IMST²-Team im Jänner 2001)

Zu Beginn der Zusammenarbeit mit dem IMST²-Team wurden folgende Ziele formuliert, wobei die Termine für die Umsetzung der Ziele unsererseits zu kurzfristig gesetzt wurden. Ein realistischer Zeitrahmen für die Umsetzung dieser Ziele scheinen die kommenden fünf Jahre zu sein.

Folgende Ziele wurden gesetzt:

- a) Einsatz neuer Medien im Unterricht (Computer, Videobeamer, Internet)
- b) Erstellen einer Liste von durchzuführenden Versuchen
- c) Evaluierung des Chemieunterrichtes mittels eines durch das Chemielehrerteam gemeinsam ausgearbeiteten Fragebogens
- d) Entsprechende Präsentation des Gegenstandes „Angewandte Chemie und Ökologie“ auf der Homepage der Schule
- e) Durchführung von SchülerInnenversuchen in sämtlichen Abteilungen während des Regelunterrichtes (erstes und zweites Schuljahr)

- f) Anbieten von Laborübungen im Bereich der Abwassertechnik für die Bauabteilung
- g) Durchführung von Projekten in höheren Jahrgängen im Bereich der Umwelttechnik

Die Ziele a) und c) können als erledigt angesehen werden, wobei die Anschaffung von entsprechender Computersoftware für den Chemieunterricht laufend erfolgt. Die Evaluierung des Chemieunterrichtes mittels Fragebogen erfolgte im Schuljahr 2000/01 im Rahmen eines IMST²-Projektes (*siehe dazu auch JAKLIN, J., LECHNER, A., POLAK, W.: Evaluierung des Chemieunterrichtes an der HTBL Pinkafeld mittels Schülerfragebogen. Pilotprojekt IMST² 2000/01. HTBL Pinkafeld 2001*).

An der Erstellung einer Liste für die Demonstrationsversuche der Lehrer wird gearbeitet.

Die anderen Ziele müssen in Angriff genommen werden, wobei es auch infolge der Sparmaßnahmen zu einem Aushandlungsprozess mit den KollegInnen und vorgesetzten Stellen kommen muss.

7 LITERATUR

ANTON M., A.(1): Was ist ein „Mathematisch-Naturwissenschaftliches Grundbildungskonzept“ (mnwGBK) und was kann es leisten? Vom Faktenwissen in Chemie zu den Grundvorstellungen! Kapitel 1.5 (Ltd. Akad. Dir. Dr. Michael A. Anton, Didaktik der Chemie, Universität München).

ANTON M., A.(2): Was ist ein „Mathematisch-Naturwissenschaftliches Grundbildungskonzept“ (mnwGBK) und was kann es leisten? Vom Faktenwissen in Chemie zu den Grundvorstellungen! Kapitel 2.5 und 2.7 (Ltd. Akad. Dir. Dr. Michael A. Anton, Didaktik der Chemie, Universität München).

ANTON M., A.(3): Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung. Werkstattbericht aus dem Schwerpunktprogramm S 1. IMST².

JAKLIN J., LECHNER A., POLAK W.: Evaluierung des Chemieunterrichtes an der HTBL Pinkafeld mittels Schülerfragebogen. Pilotprojekt IMST² 2000/01. HTBL Pinkafeld 2001.

NEUFINGERL F., URBAN O., VIEHHAUSER M.: CHEMIE 1, Allgemeine und anorganische Chemie, Kapitel 6, S. 59f., Bohmann Verlag; Schulbuch-Nr. 2550.

REINMANN-ROTHMEIER G., MANDL H.: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten, Forschungsbericht Nr. 60, Mai 1999, Ludwig-Maximilians-Universität München.

ANHANG 1

AUSGEARBEITETE UNTERRICHTSEINHEIT „SÄUREN – BASEN – SALZE im täglichen Leben“

LEHR- UND LERNZIELE:

- Grobziel: Alltagsprodukte anhand von konkreten Beispielen bewusst als Säuren – Basen – Salze erleben und Produktdeklarationen und Gefahrensymbole als wichtige Informationsquelle erkennen.
- Feinziel 1: Bildung von Arbeitsgruppen zum gemeinsamen Lernen und Arbeiten.
- Feinziel 2: Die ausgewählten Produkte als Teil der persönlichen Erlebniswelt der SchülerInnen affektiv werten und aufnehmen.
- Feinziel 3: Produkte identifizieren, Wirkstoffe in der Produktdeklaration finden, entscheiden ob Säure, Base oder Salz, Wirkung definieren.
- Feinziel 4: Den Umgang mit Arbeitsblättern üben.
- Feinziel 5: Warnhinweise und Gefahrensymbole erkennen.

Medienauswahl:

- Tafel
- Overhead-Folien
- 18 Alltagsprodukte

Unterrichtsablauf:

1. Motivierender Einstieg (5 Min.): Vorzeigen der Alltagsprodukte, Auflösen der Sitzordnung und Bilden von Arbeitsgruppen; SchülerInnen organisieren die Gruppeneinteilung und Verteilung der Produkte und Arbeitsblätter.
2. Vortrag (5 Min.): Erteilen des Arbeitsauftrages; erklärende Hilfen werden an die Tafel geschrieben.
3. SchülerInnenarbeitsphase (25 Min.): Diese Arbeitsphase wird durch den Lehrer intensiv unterstützt.
4. Lehrgespräch (10 Min.): Anhand eines vollständig ausgefüllten Arbeitsblattes auf OH-Folie werden die einzelnen Produkte im Dialog mit den SchülerInnen besprochen; die SchülerInnen ergänzen fehlende Punkte auf ihren Arbeitsblättern.
5. Vortrag (5 Min.): Jede/r SchülerIn erhält eine Gefahrstoffliste; anhand dieser auch am OH-Projektor projizierten Liste werden die verschiedenen Gefahrstoffe und Symbole erklärt.

Kommentar: Die UE lief überwiegend plangemäß ab. Bei einer Klasse war das Finden der Arbeitsgruppen etwas problematisch. Die SchülerInnenarbeitsphase ist mit 25 Minuten etwas kurz bemessen; es war zeitlich nicht möglich, dass alle SchülerInnen alle 18 Produkte beurteilen konnten. Die Besprechung der Gefahrstoffliste sollte daher aus Zeitgründen auf die nächste UE verschoben werden.

ANHANG 2

FÜR DAS PROJEKT ERSTELLTE ARBEITSBLÄTTER IN DER ZEITLICHEN ABFOLGE WÄHREND DES PROJEKTVERLAUFES

1. Säuren – Laugen – Salze im täglichen Leben (Arbeitsblatt für SchülerInnen)
2. Säuren – Laugen – Salze im täglichen Leben (vollständig ausgefüllte Version)
3. Die Gefahrstoffliste (Informationsblatt für die SchülerInnen)
4. Arbeitsblatt A1: Bildung von Säuren – Basen
5. Arbeitsblatt A2: Dissoziation
6. Arbeitsblatt A3: Neutralisation (inkl. ausgefüllte Version)
7. SchülerInnenübung

SÄUREN – LAUGEN – SALZE IM TÄGLICHEN LEBEN

| Marke | Produkt | Wirkstoff | Säure/Lauge/Salz | Wirkung | Warnhinweise |
|--------------|-----------------|-------------|------------------|---------------------|--------------|
| Vöslauer | Mineralwasser | Kohlensäure | Säure | Erfrischungsgetränk | keine |
| Cola | | | | | |
| Limo | | | | | |
| DM-Vitamin C | | | | | |
| | Essig | | | | |
| Splendid | Klarspüler | | | | |
| Tofix | | | | | |
| Aspirin C | | | | | |
| Tic Tac | | | | | |
| Haribo | | | | | |
| Dr. Oetker | Einsiedehilfe | | | | |
| Splendid | Vollwaschmittel | | | | |
| Pril | | | | | |
| Rorax | | | | | |
| Dr. Oetker | Natron | | | | |
| Kaiser Borax | | | | | |
| Parodontax | | | | | |
| Halleiner | Pökelsalz | | | | |
| Bad Ischler | | | | | |

SÄUREN – LAUGEN – SALZE IM TÄGLICHEN LEBEN

| Marke | Produkt | Wirkstoffe | Säure / Lauge / Salz | Wirkung | Warnhinweise |
|--------------|-----------------|--|----------------------|--|----------------------------|
| Vöslauer | Mineralwasser | Kohlensäure | Säure | Erfrischungsgetränk | keine |
| Cola | Limonade | Phosphorsäure | Säure | saurer Geschmack | keine |
| Limo | Limonade | Zitronensäure | Säure | Säuerungsmittel | keine |
| DM-Vitamin C | Brausetabletten | Zitronensäure Ascorbinsäure | Säure | Säuerungsmittel; Vitamin C = Ascorbinsäure | keine |
| | Essig | Essigsäure | Säure | Säuerungsmittel, Konservierungsmittel | keine |
| Splendid | Klarspüler | Zitronensäure | Säure | Verhinderung von Kalkflecken auf Geschirr | kein Haut- u. Augenkontakt |
| Tofix | WC-Reiniger | Natriumbisulfat | Salz, (Säure) | löst Kalk- und Urinstein | Reizend (Xi) |
| Aspirin C | Schmerzmittel | Acetylsalicylsäure Ascorbinsäure | Säure | schmerzlindernd, fiebersenkend, entzündungshemmend | laut Gebrauchsinformation |
| Tic Tac | Bonbon | Weinsäure Ascorbinsäure | Säure | Säuerungsmittel, Antioxidationsmittel | keine |
| Haribo | Fruchtgummi | Zitronensäure | Säure | Säuerungsmittel | keine |
| Dr. Oetker | Einsiedehilfe | Benzoessäure | Säure | Konservierungsmittel | keine |
| Pril | Spülmittel | Essigsäure | Säure | Verhinderung von Kalkflecken auf Geschirr | Reizend (Xi) |
| Splendid | Vollwaschmittel | Waschalkalien | Lauge | Waschmittelaufbaustoff | Reizend (Xi) |
| Rorax | Abflussreiniger | Natriumhydroxid | Lauge | beseitigt Verstopfungen in Abflussrohren | Reizend (Xi) |
| Dr. Oetker | Natron | Speisesoda | Salz | Weichkochen, Zuckersparen, Backtriebmittel | keine |
| Kaiser Borax | Badekosmetikum | Na ₂ SO ₄ , NaHCO ₃ , Phosphate, Borate | Salze | Waschkosmetikum für die Hautpflege, macht das Wasser weich | keine |
| Parodontax | Zahncreme | Natriumfluorid | Salz | härtet den Zahnschmelz | keine |
| Halleiner | Pökelsalz | Natronsalpeter | Salz | Rötungs- und Konservierungsmittel | keine |
| Bad Ischler | Tafelsalz | Natriumchlorid | Salz | Gewürz, Konservierungsmittel | keine |

Die Gefahrstoffliste

| Symbol | Bezeichnung und Zusätze | Eigenschaften | Vorsichtsmaßnahmen | Stoffbeispiele |
|---|--|---|---|---|
|  | sehr giftig: T + giftig: T | führen in geringen Mengen zu schweren gesundheitlichen Schäden oder zum Tode | nicht einatmen, berühren, verschlucken, bei Vergiftungen Arzt aufsuchen | Quecksilber, Formaldehyd, Cyankali, Ozon |
|  | gesundheitsschädlich: Xn | führen in größeren Mengen zu gesundheitlichen Schäden | wie oben, Erbrechen verursachen, Gegengift, Magen auspumpen | Blei-, Nickel-, Kupfersalze, Farben, Lacke |
|  | reizend: Xi | führen bei Berührung mit Haut oder Augen zu Entzündungen | nicht einatmen, nicht berühren, Kontakt mit den Augen vermeiden | Salmiakgeist |
|  | ätzend: C | zerstören Haut- und Körpergewebe, irreparable Augenschäden sind möglich | Berührung mit Haut und Augen meiden, Schutzbrille und Handschuhe | Salzsäure, Natronlauge, Säuren, Laugen |
|  | hochentzündlich: F + leichtentzündlich: F | brennen und bilden mit Luft explosionsfähige Gemische | von offenen Flammen und Wärmequellen fernhalten, Flaschen immer schließen | Brennspiritus, Alkohol, Benzin, Terpentin |
|  | brandfördernd: O | bei Mischung mit brennbaren Stoffen entstehen explosionsgefährliche Gemische | nicht mit brennbaren Stoffen mischen, Reibung meiden, sauber aufbewahren | Kaliumpermanganat, Nitrate, Kaliumchlorat |
|  | explosionsgefährlich: E | explodieren durch Schlag, Reibung, Funkenbildung, Feuer oder durch Hitzeentwicklung | anmeldepflichtig, nicht reiben, stoßen, Feuer-, Wärmeentwicklung meiden | Nitroglycerin, Dynamit, TNT, Schwarzpulver |
|  | umweltgefährdend: N | sind für Wasser- oder Bodenorganismen giftig und können Ökosysteme schädigen | nur im Sondermüll entsorgen, keinesfalls in die Umwelt gelangen lassen | Tetrachlorkohlenstoff, Pestizide, Dioxin, Plutonium |

Entsorgung: Die Gefahrstoffe gehören zur Sondermüllentsorgung, keinesfalls in den Abfluss oder in den Müll!

ARBEITSBLATT A1

Bildung von Säuren:

Eine Reihe von Säuren entsteht bei der Reaktion von Nichtmetalloxid mit Wasser.

Vervollständige die unten angeführten Reaktionsgleichungen und benenne die Nichtmetalloxide!

| Nichtmetalloxid | Wasser | | | Formel der Säure | Name der Säure |
|-------------------------------|--------|------------------------|---|--------------------------------------|-------------------|
| CO ₂ | + | H ₂ O | → | H ₂ CO ₃ | Kohlensäure |
| Kohlendioxid | | | | | |
| | + | H ₂ O | → | H ₂ SO ₃ | Schwefelige Säure |
| Schwefeltrioxid | | | | | |
| SO ₃ | + | H ₂ O | → | | Schwefelsäure |
| Phosphorpentoxid | | | | | |
| P ₂ O ₅ | + | H ₂ O | → | H ₃ PO ₄ | Phosphorsäure |
| Phosphortrioxid | | | | | |
| | + | H ₂ O | → | H ₃ PO ₃ | Phosphorige Säure |

Bildung von Basen:

Eine Reihe von Basen entsteht bei der Reaktion von Metalloxid mit Wasser.

Vervollständige die unten angeführten Reaktionsgleichungen und benenne die Substanzen!

| Metalloxid | | Wasser | | Formel der Base | Name der Base |
|--------------------------------|---|------------------------|---|-----------------------|-------------------|
| MgO | + | H ₂ O | → | Mg(OH) ₂ | Magnesiumhydroxid |
| Magnesiumoxid | | | | | |
| CaO | + | H ₂ O | → | | |
| Na ₂ O | + | H ₂ O | → | 2 | |
| | + | H ₂ O | → | KOH | |
| | + | H ₂ O | → | Ba(OH) ₂ | |
| | + | H ₂ O | → | 2 Al(OH) ₃ | |
| Fe ₂ O ₃ | + | H ₂ O | → | | |

ARBEITSBLATT A2

Dissoziation

Unter Dissoziation versteht man das Abspalten eines Protons (Wasserstoff-Ions; H^+ - Ions) aus einer Säure unter Bildung von Hydronium-Ionen (H_3O^+ - Ionen) in Wasser.

Vervollständige in unten stehender Tabelle die Reaktionsgleichungen und benenne die dabei entstehenden bzw. beteiligten Teilchen!

| | | | | | | |
|---------------------------|---|----------------------|---------------|---|---|------------------------------|
| HCl Salzsäure | + | H_2O | \rightarrow | H_3O^+ Hydronium-Ion | + | Cl^- Chlorid-Ion |
| HNO_3 | + | H_2O | \rightarrow | H_3O^+ Hydronium-Ion | + | Nitrat-Ion |
| H_2SO_4 | + | H_2O | \rightarrow | H_3O^+ Hydronium-Ion | + | Hydrosulfat-Ion |
| | + | H_2O | \rightarrow | H_3O^+ Hydronium-Ion | + | SO_4^{2-} |
| Hydrosulfat-Ion | | | | | | |
| | + | H_2O | \rightarrow | | + | HCO_3^- |
| Kohlensäure | | | | | | |
| | + | H_2O | \rightarrow | H_3O^+ Hydronium-Ion | + | Carbonat-Ion |

Die Dissoziation einer Säure verläuft in Abhängigkeit der Anzahl der Wasserstoffatome in mehreren Schritten. Gib an, wie viele Schritte der Dissoziation möglich sind und führe die Dissoziation am Papier durch!

| | | | | | | |
|--------------------------|--|----------------------|---------------|------------------------|---|--------------------|
| H_2SO_3 | 2 WASSERSTOFFATOME \Rightarrow 2 SCHRITTE DER DISSOZIATION | | | | | |
| H_2SO_3 | + | H_2O | \rightarrow | H_3O^+ | + | HSO_3^- |
| HSO_3^- | + | H_2O | \rightarrow | H_3O^+ | + | SO_3^{2-} |
| H_3PO_3 | WASSERSTOFFATOME \Rightarrow SCHRITTE DER DISSOZIATION | | | | | |
| H_3PO_3 | + | | \rightarrow | | + | |
| H_2SeO_4 | WASSERSTOFFATOME \Rightarrow SCHRITTE DER DISSOZIATION | | | | | |
| H_2SeO_4 | + | | \rightarrow | | + | |
| H_3AsO_4 | WASSERSTOFFATOME \Rightarrow SCHRITTE DER DISSOZIATION | | | | | |
| H_3AsO_4 | + | | \rightarrow | | + | |
| HNO_2 | WASSERSTOFFATOME \Rightarrow SCHRITTE DER DISSOZIATION | | | | | |
| HNO_2 | + | | \rightarrow | | + | |

ARBEITSBLATT A3

Neutralisation

Neutralisation ist Säure-Base-Reaktion, bei der H_3O^+ - Ionen mit OH^- - Ionen unter Bildung von *Wasser* reagieren. Der *Säurerest* und das *Metallion* bilden ein *Salz*.

| Säure | + | Base | → | Wasser | + | Salz (gelöst) |
|--|---|------------------------------|---|----------|---|--|
| H_3O^+ | + | Cl^- | | Na^+ | + | $NaCl$ |
| Salzsäure | | Natronlauge | | | | Natriumchlorid |
| Säurerest | | Metallion | | | | |
| 2 | | Ca^{2+} | | $2 OH^-$ | → | $4 H_2O$ |
| 2 | | | | | + | $CaCl_2$ |
| Salzsäure | | Calciumhydroxid (Kalkwasser) | | | | |
| H_3O^+ | + | NO_3^- | | K^+ | + | OH^- |
| | | | | | → | $2 H_2O$ |
| Salpetersäure | | | | | + | Kaliumnitrat |
| 2 | + | 2 | | | + | |
| | | | | | → | $4 H_2O$ |
| | | | | | + | $Mg(NO_3)_2$ |
| | | | | | | Magnesiumnitrat |
| $2 H_3O^+$ | + | CO_3^{2-} | | | → | $4 H_2O$ |
| | | | | | + | |
| | | Natronlauge | | | | |
| 2 | + | | | | → | $4 H_2O$ |
| | | | | | + | |
| Schwefelsäure | | | | | | Calciumsulfat |
| H_3O^+ | + | HSO_4^- | | | → | $2 H_2O$ |
| | | | | | + | |
| Schwefelsäure (1. Dissoziationsstufe) | | | | | | Natriumhydrogensulfat (Natriumbisulfat) |

Arbeitsblatt A3

Neutralisation

Neutralisation ist Säure-Base-Reaktion, bei der H_3O^+ - Ionen mit OH^- - Ionen unter Bildung von *Wasser* reagieren. Der *Säurerest* und das *Metallion* bilden ein *Salz*.

| Säure + | Base → | Wasser + | Salz (gelöst) |
|--|------------------------------|------------|--|
| $H_3O^+ + Cl^- +$ | $Na^+ + OH^- →$ | $2 H_2O +$ | NaCl |
| Salzsäure | Natronlauge | | Natriumchlorid |
| Säurerest | Metallion | | |
| $2 H_3O^+ + 2 Cl^- +$ | $Ca^{2+} + 2 OH^- →$ | $4 H_2O +$ | $CaCl_2$ |
| Salzsäure | Calciumhydroxid (Kalkwasser) | | Calciumchlorid |
| $H_3O^+ + NO_3^- +$ | $K^+ + OH^- →$ | $2 H_2O +$ | KNO_3 |
| Salpetersäure | Kalilauge | | Kaliumnitrat |
| $2 H_3O^+ + 2 NO_3^- +$ | $Mg^{2+} + 2 OH^- →$ | $4 H_2O +$ | $Mg(NO_3)_2$ |
| Salpetersäure | Magnesiumhydroxid | | Magnesiumnitrat |
| $2 H_3O^+ + CO_3^{2-} +$ | $2 Na^+ + 2 OH^- →$ | $4 H_2O +$ | Na_2CO_3 |
| Kohlensäure | Natronlauge | | Natriumcarbonat (Soda) |
| $2 H_3O^+ + SO_4^{2-} +$ | $Ca^{2+} + 2 OH^- →$ | $4 H_2O +$ | $CaSO_4$ |
| Schwefelsäure | Calciumhydroxid (Kalkwasser) | | Calciumsulfat |
| $H_3O^+ + HSO_4^- +$ | $Na^+ + OH^- →$ | $2 H_2O +$ | $NaHSO_4$ |
| Schwefelsäure (1. Dissoziationsstufe) | Natronlauge | | Natriumhydrogensulfat (Natriumbisulfat) |

LABORÜBUNG

Name / Klasse: _____ Datum: _____



Sicherheitsvorkehrungen:



Beim Arbeiten mit Säuren und Laugen ist jeder Kontakt mit Haut, Augen und Kleidung unbedingt zu vermeiden!
Im Notfall ist mit viel Wasser zu spülen und der Lehrer zu verständigen!

Teil 1: Indikatoren – Tropfversuche

| | | | |
|------------------|---|---|------------------------------|
| Material: | Reagenzglasgestell | Reagenzgläser | div. Tropfflaschen |
| Stoffe: | HCl (c = 0,1 mol/L) Phenolphthalein-Lösung | NaOH (c = 0,1 mol/L) Methylorange-Lösung | Wasser Universalindikator |

Arbeitsanleitung:

- 1) Gib in ein Reagenzglas 1 cm hoch Wasser.
- 2) Tropfe zwei Tropfen des Universalindikators dazu und schüttele gut um.
- 3) Beschreibe die Farbe, indem du die entstehende Verfärbung in die erste Spalte der unten stehenden Tabelle einträgst.
- 4) Gib fünf Tropfen Salzsäure (HCl , $c = 0,1 \text{ mol/L}$) ins Reagenzglas und trage die Farbe der Lösung in die zweite Spalte der Tabelle ein.
- 5) Gib tropfenweise Natronlauge ($NaOH$, $c = 0,1 \text{ mol/L}$; **max. 10 Tropfen**).
- 6) Zähle und notiere die Anzahl der Tropfen, bis eine Farbänderung eintritt und beschreibe die dabei entstehende Farbe (dritte bzw. vierte Spalte).
- 7) Verfahre mit den anderen Stoffen auf dieselbe Art und Weise.
Das Reagenzglas muss jedesmal gründlich gespült werden!

| Indikator | Färbung mit Indikator | Färbung mit Säure | Anzahl der Tropfen | Färbung mit Lauge |
|--------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Universalindikator | | | | |
| Methylorange | | | | |
| Phenolphthalein | | | | |

Anmerkungen: _____

Teil 2: "Haushaltsindikator" - Blaukraut

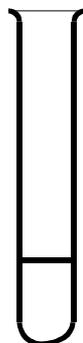
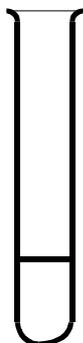
| | | | |
|------------------|---|----------------------|--------------------|
| Material: | Reagenzglasgestell | 7 Reagenzgläser | div. Tropfflaschen |
| Stoffe: | HCl (c = 0,1 mol/L) diverse Stoffe auf Tisch | NaOH (c = 0,1 mol/L) | Blaukrautlösung |

Arbeitsanleitung: (Partnerübung)

- 1) Fülle alle sieben Reagenzgläser 1 cm hoch mit der Blaukrautlösung.
- 2) Gib von den Stoffen jeweils 5 Tropfen in die Reagenzgläser.
- 3) Beobachte die Farbveränderung und trage das Ergebnis in die Tabelle ein.
Entscheide, ob eine Säure oder eine Base vorliegt?

| Stoffprobe | Farbänderung | Säure / Base vorhanden? |
|-----------------------------|--------------|-------------------------|
| Salzsäure (c = 0,1 mol/L) | | |
| Natronlauge (c = 0,1 mol/L) | | |
| Klarspüler | | |
| Haushaltsessig | | |
| Leitungswasser | | |
| Seifenwasser | | |
| Waschmittellösung | | |

- 4) Zeichne in die Reagenzgläser die Färbungen des Blaukrautindikators ein:



Anmerkungen: _____

ANHANG 3

FRAGEBOGEN ZUR ÜBERPRÜFUNG DER GRUNDBILDUNG (TEIL A) UND DES GRUNDWISSENS (TEIL B)

Fragebogen zum Kapitel "Säuren – Basen – Salze"

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Das Lehren und Lernen des Kapitel "Säuren – Basen – Salze" erfolgte im Rahmen eines IMST² - Projektes. Dieses Projekt setzt sich zum Ziel, den mathematisch – naturwissenschaftlichen Unterricht zu verbessern, um die mathematisch – naturwissenschaftliche Grundbildung zu steigern.

Um Rückschlüsse auf die Unterrichtsgestaltung ziehen zu können, bitte ich euch, den unten angeführten Fragenkatalog möglichst genau und nach bestem Wissen auszufüllen. Selbstverständlich erfolgt die Auswertung anonym.

Vielen Dank für eure Mithilfe!

A. Einige Fragen zu den Unterrichtsmethoden

| | besonders anregend | | unver- ändert | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Kreuze an, wie weit die Aussagen für dich zutreffen: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 Hast du das Kapitel "Säuren – Basen – Salze" besser erlebt als den bisherigen Unterricht? | <input type="checkbox"/> |
| 2 Wie hast du die folgenden Unterrichtsmethoden im Kapitel "Säuren – Basen – Salze" erlebt? | | | | | |
| Lehrervortrag (Tafel / Folien) | <input type="checkbox"/> |
| Lehrerexperiment | <input type="checkbox"/> |
| Arbeitsblätter | <input type="checkbox"/> |
| SchülerInnenexperiment | <input type="checkbox"/> |
| Arbeitsblätter in halber Klassengröße | <input type="checkbox"/> |
| 3 Für mich waren die folgenden Unterrichtseinheiten | sehr wichtig | | unwicht- tig | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Gruppenarbeit "Alltagsprodukte" | <input type="checkbox"/> |
| Bildung von Säuren / Basen / Salze– Indikatoren | <input type="checkbox"/> |
| Dissoziation und pH-Wert | <input type="checkbox"/> |
| Stärke von Säuren und Basen | <input type="checkbox"/> |
| Neutralisation – Salzbildung | <input type="checkbox"/> |
| Saure und basische Salze – Puffer | <input type="checkbox"/> |
| SchülerInnenübung | <input type="checkbox"/> |
| Übungs- und Vertiefungseinheit | <input type="checkbox"/> |
| Ökologische Aspekte | <input type="checkbox"/> |

- | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | ja sehr | | | überhaupt nicht | nein |
| Kreuze an, wie weit die Aussagen für dich zutreffen: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4 Haben dir die SchülerInnenversuche Spaß gemacht? | <input type="checkbox"/> |

Wenn ja, warum:

Wenn nein, warum nicht:

- | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 5 Hast du den Eindruck, dass deine MitschülerInnen beim Kapitel "Säuren – Basen – Salze" intensiver mitgearbeitet haben? | <input type="checkbox"/> |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

B. Grundwissen "Säuren – Basen – Salze"

| | |
|---|------------------|
| 1. Nenne ein Alltagsprodukt, das je eine Säure, Base oder Salz als wesentlichen Wirkstoff enthält! | |
| <i>Alltagsprodukt</i> | <i>Wirkstoff</i> |
| | <i>Säure</i> |
| | <i>Base</i> |
| | <i>Salz</i> |
| 2. Was stellt sich deiner Meinung nach ein 12-jähriger Schüler unter einer Säure vor? | |
| 3. Auf der Inhaltsstoffliste eines Vollwaschmittels findet sich die Bezeichnung "WASCHALKALIE: Na ₂ CO ₃ ". Was bewirkt dieser Stoff in diesem Waschmittel? | |

4. Erkläre folgende Gefahrensymbole!



F



Xn



C

5. Was sind Indikatoren?

6. Nenne einen alltäglichen Stoff, der als Indikator wirkt!

7. Nenne je drei Säuren und Basen mit der entsprechenden chemischen Formel!

8. Kreuze an, welche der folgenden Aussagen richtig ist!

a) Säuren geben Protonen ab.

b) Säuren nehmen Elektronen auf.

c) Für den sauren Charakter einer Lösung sind die H_3O^+ - Ionen verantwortlich.

d) Säuren nehmen Protonen auf.

e) Für den sauren Charakter einer Lösung sind die OH^- - Ionen verantwortlich.

f) Basen nehmen Protonen auf.

g) Für den basischen Charakter einer Lösung sind die H_3O^+ - Ionen verantwortlich.

h) Basen geben Elektronen ab.

i) Basen geben Protonen ab.

j) Für den basischen Charakter einer Lösung sind die OH^- - Ionen verantwortlich.

9. Welche Informationen liefert dir der pH-Wert?

10. Gib den ungefähren pH-Wert folgender Alltagsstoffe an:

a) Cola 0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14

b) Almdudler 0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14

c) Seifenlösung – 1 2 – – 4 5 – – 7 8 – – 10 11 – – 13 14

d) Neutralseifenreiniger 0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14

e) 0 1 – – 3 4 – – 6 7 – – 9 10 – – 12 13 –

Trinkwasser 0 – – 2 3 – – 5 6 – – 8 9 – – 11 12 – – 14

11. Warum wirkt eine Kohlensäurelösung im Gegensatz zu einer Salzsäurelösung praktisch nicht ätzend?

12. Aus welchen Ausgangsstoffen können Salz und Wasser entstehen?

z. B. Kalkstein (=Calciumcarbonat, CaCO_3)?

13. Was bedeutet in der Chemie der Begriff "Puffer"?

14. Welche ökologischen Auswirkungen können Säuren in der Umwelt haben?

ANHANG 4

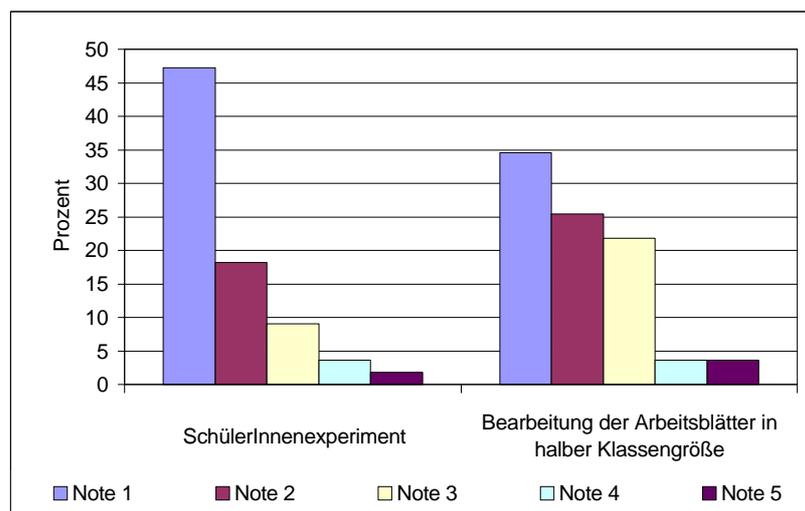
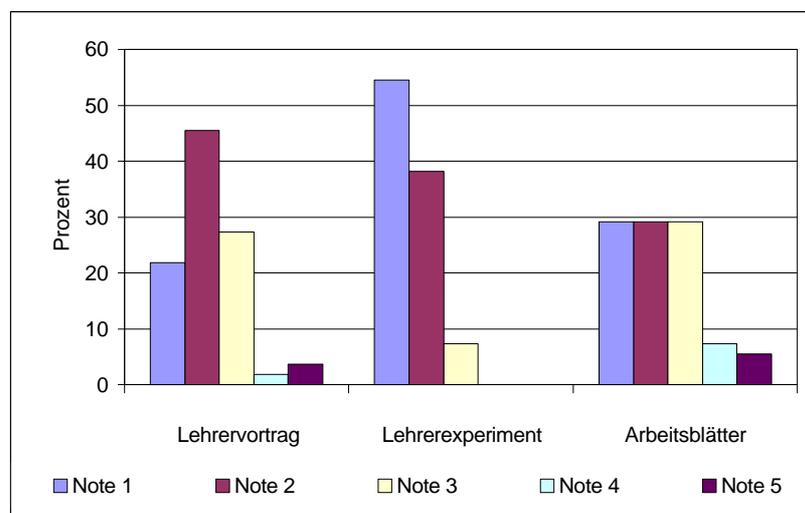
AUSWERTUNG DES RESTLICHEN TEILS VOM FRAGEBOGEN (UNTERRICHTSMETHODEN - TEIL A)

Bei der Beantwortung der **Frage 2** stellt Note 1 ein besonders anregendes Empfinden der Unterrichtsmethoden durch die SchülerInnen dar, während Note 5 für einen unveränderten Unterricht steht.

Bei der **Frage 3** bedeutet Note 1, dass die SchülerInnen die Unterrichtseinheit als sehr wichtig bewerten, und Note 5 wird für unwichtige Unterrichtseinheiten gegeben.

Bei den **Fragen 4 und 5** schließlich reicht die Notenskala von „ja – sehr“ (= Note 1) bis „nein – überhaupt nicht“ (= Note 5).

Frage 2: *Wie hast du die folgenden Unterrichtsmethoden im Kapitel „Säuren – Basen –*



Die Beurteilung der Unterrichtsmethoden ist überwiegend als positiv zu werten, wobei die größte Zustimmung seitens der SchülerInnen zum Lehrerexperiment kam.

Auffallend ist aber auch, dass jeweils die gleiche Anzahl von SchülerInnen die Arbeitsblätter mit den Noten „Sehr gut“, „Gut“ und „Befriedigend“ bewerteten. Die eher geringere Zustimmung zu den Arbeitsblättern könnte darauf zurückzuführen

sein, dass unsere SchülerInnen – vor allem in den ersten beiden Jahrgängen – nicht gewohnt sind, eigenständig zu arbeiten, da infolge der großen Klassengröße in diesen Jahrgängen (max. 38 SchülerInnen im ersten Jahrgang) vor allem in den technischen Gegenständen der Frontalunterricht forciert wird. Ein weiterer Grund dieser „nur eher guten“ Bewertung kann auch im Alter der SchülerInnen liegen, da sie beim Erarbeiten der Arbeitsblätter bekanntes Wissen anwenden müssen. Viele unserer SchülerInnen versuchen nämlich gar nicht, bekanntes Wissen selbständig anzuwenden, da sie nur wenig Vertrauen in die eigene Kompetenz haben – sie sehen oder wollen die Hilfestellung zum Lösen der Aufgabe gar nicht sehen.

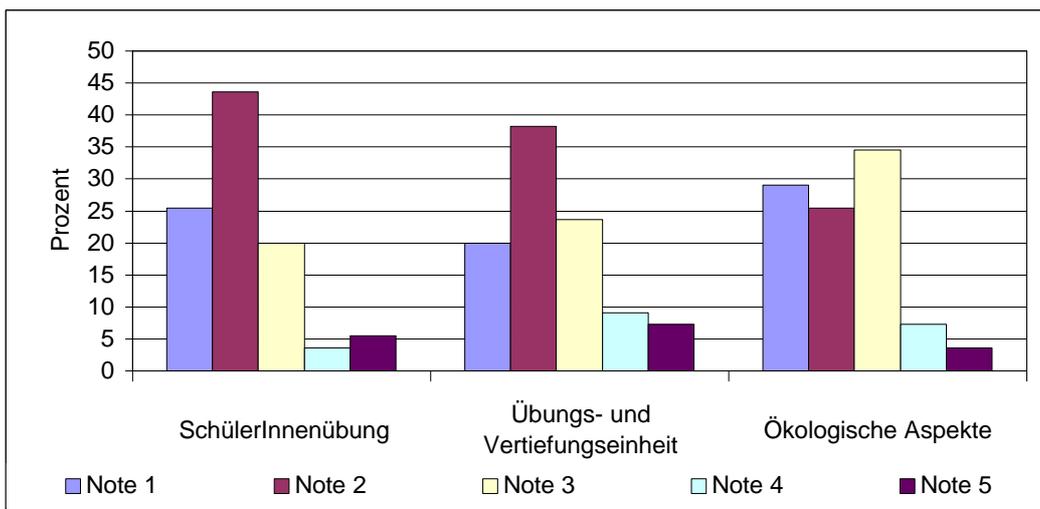
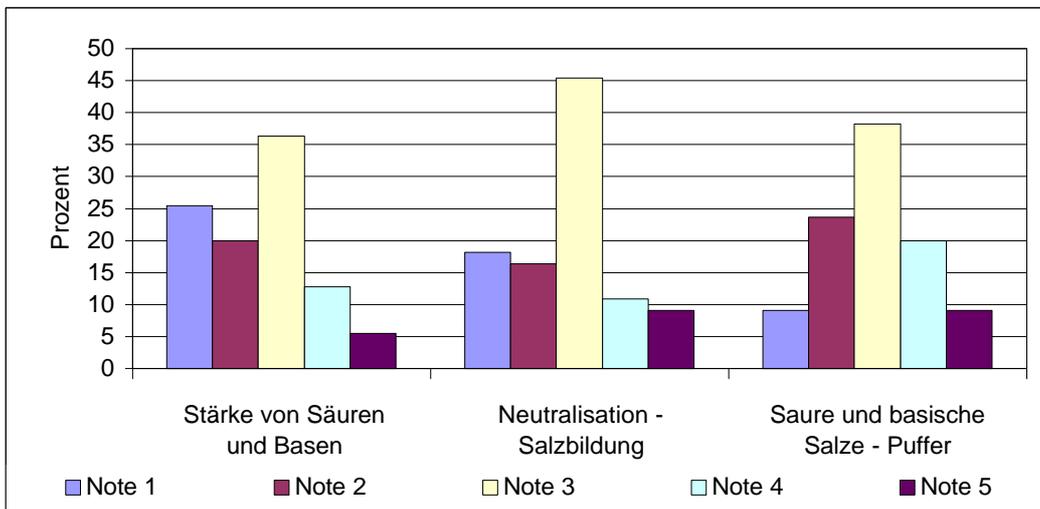
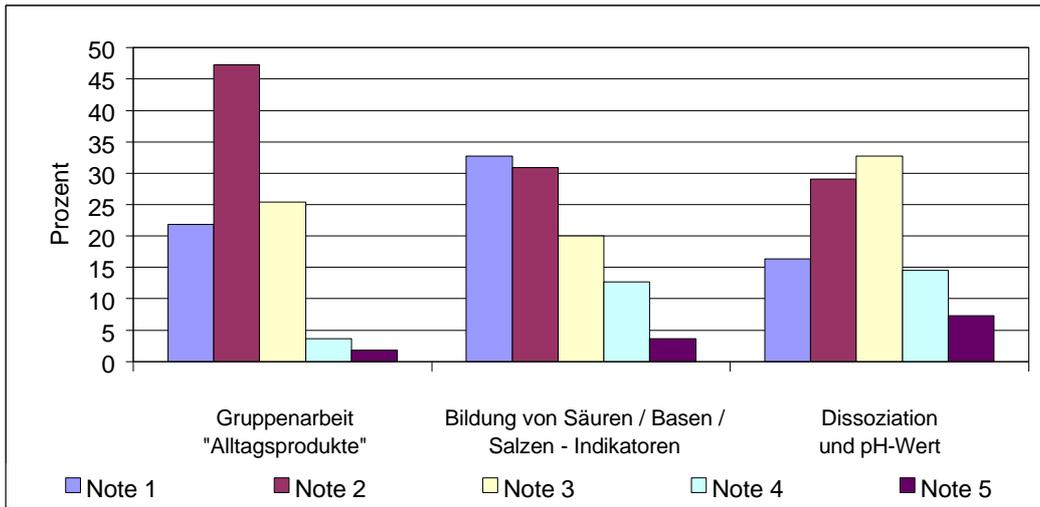
Dem zuvor Gesagten könnte aber die wiederum positivere Beurteilung der Unterrichtsmethode „Bearbeitung der Arbeitsblätter in halber Klassengröße“ widersprechen. Die Betreuung der Hälfte der SchülerInnen durch den zweiten Chemielehrer und das Mehr-Zeit-Haben für die SchülerInnen wurde vor allem von den leistungsschwächeren SchülerInnen positiv gesehen. Ein typisches Schülerzitat nach dieser Unterrichtseinheit lautete: *„Jetzt habe ich endlich die Dissoziation von Säuren kapiert!“*

Frage 3: *Fü mich waren die folgenden Unterrichtseinheiten sehr wichtig unwichtig*

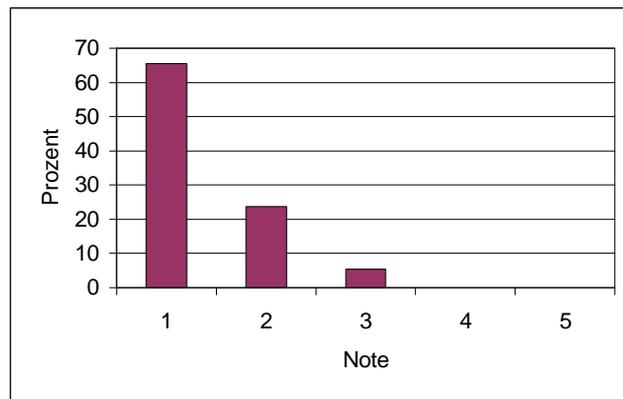
Bei der Interpretation der Antworten der Fragen nach der Wichtigkeit der verschiedenen Unterrichtseinheiten geht hervor, dass diese Unterrichtseinheiten als wichtig empfunden wurden, welche einen Alltagsbezug haben (Gruppenarbeit „Alltagsprodukte“, Bildung von Säuren – Basen – Salzen / Indikatoren, Ökologische Aspekte). Auch wenn die Einheit „Bildung von Säuren – Basen – Salzen / Indikatoren“ eher als theoretisch angesehen werden kann, so wird wahrscheinlich die Wichtigkeit bei den Indikatoren gesehen, wo auch Lehrer- bzw. SchülerInnenexperimente mit dem Haushaltsindikator „Blaukraut“ durchgeführt wurden.

Die theoretischen Inhalte des Kapitels „Säuren – Basen – Salze“ wie Dissoziation und pH-Wert, Stärke von Säuren und Basen, Neutralisation werden von der Wichtigkeit mehr oder weniger neutral beurteilt, wobei der Nutzen für die SchülerInnen möglicherweise nicht ersichtlich war. In den unterrichteten Klassen sind sehr wohl aber Anknüpfungspunkte vor allem bei der Neutralisation für die praktische Anwendung in ihren jeweiligen Fachbereichen gegeben. Die Wertung der Wichtigkeit von Inhalten dürfte auch von SchülerInnen und Erwachsenen anders beurteilt werden.

Die neutrale Bewertung der Wichtigkeit der theoretischen Inhalte kann auch im Zusammenhang mit der Bewertung der Arbeitsblätter gesehen werden. Wenn nun ein/e SchülerIn einen Lehrinhalt als weniger wichtig beurteilt, so wird er/sie wahrscheinlich nicht bereit sein, selbständig Arbeitsblätter zu bearbeiten.



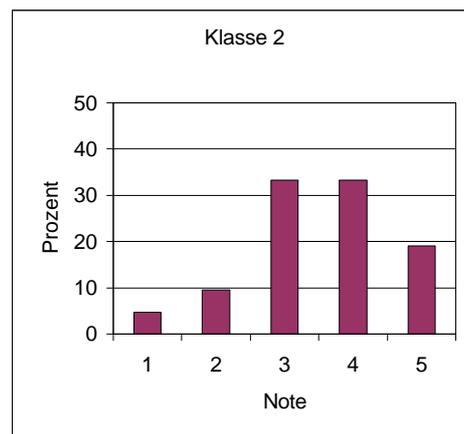
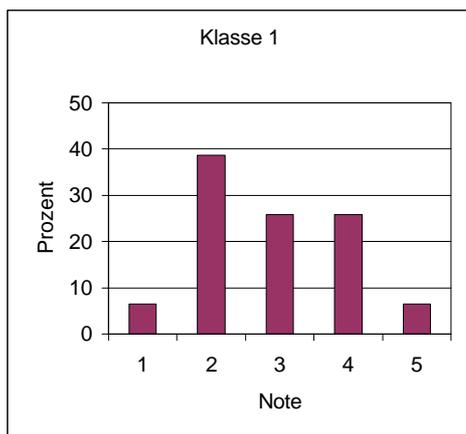
Frage 4: *Haben dir die SchülerInnenübungen Spaß gemacht?*



Die Gründe in der positiven Bewertung der Schülerübungen lagen darin, dass die SchülerInnen „selbst Chemiker spielen“ und etwas „selber machen“ konnten. Auch die „Abwechslung, mal etwas anderes zu tun“ bzw. die „praktische Anwendung“ und das „Learning by doing“ machten die SchülerInnenübung „abwechslend und interessant“. Durch die SchülerInnenübung ist es den SchülerInnen auch „leichter gefallen, den Stoff aufzunehmen“, bzw. „Dinge zu sehen, die man sonst nicht sieht“.

Die Gründe, warum die SchülerInnenübungen weniger Spaß gemacht haben, lagen darin, dass „eine Stunde zu wenig ist“ und dass die „SchülerInnen zu wenig tun durften“.

Frage 5: *Hast du den Eindruck, dass deine MitschülerInnen beim Kapitel „Säuren – Basen – Salze“ intensiver mitgearbeitet haben?*



Da in den untersuchten Klassen der Eindruck in der Intensität der Mitarbeit der Mitschüler doch unterschiedlich war – die Klasse 1 weist ein Maximum bei der Note 2 auf, die Klasse 2 bei den Noten 3 bzw. 4 – wurden beide Klassen getrennt ausgewertet. Der eher negative Eindruck könnte daher kommen, dass in der Klasse 2 die Kameradschaft untereinander nicht reibungslos abläuft.

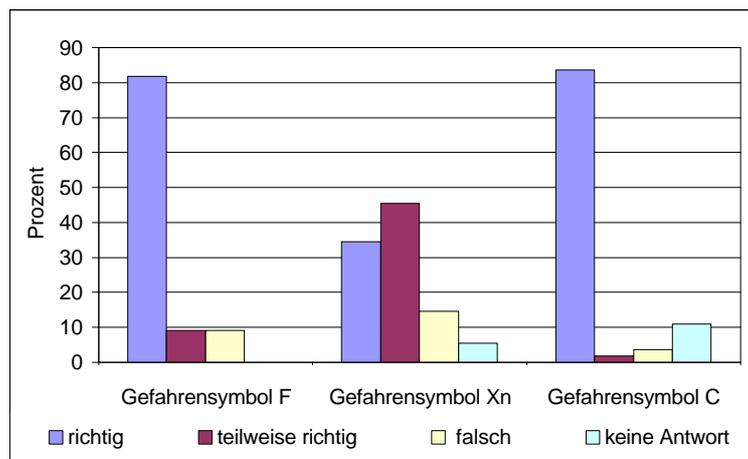
ANHANG 5

AUSWERTUNG DES RESTLICHEN TEILS VOM FRAGEBOGEN (GRUNDWISSEN - TEIL B)

Frage 2: Was stellt sich deiner Meinung nach ein 12-jähriger Schüler unter einer Säure vor?

Die SchülerInnen der ersten Jahrgänge der HTL (14 und 15 Jahre alt) meinen, dass Säuren für 12-jährige Schüler gefährliche Substanzen sind, die ätzend sind, Gegenstände auffressen, andere Stoffe auflösen bzw. vernichten, die man nicht essen sollte und in den Giftmüll gehören. Einige glauben auch, dass für die 12-jährigen Säuren Flüssigkeiten sind, die sauer schmecken. Manche glauben auch, dass 12-jährige Schüler mit dem Begriff „Säure“ nichts anfangen können.

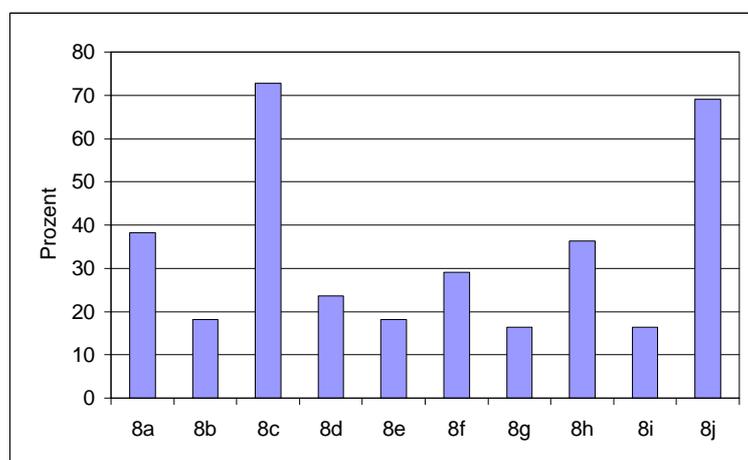
Frage 4: Erkläre folgende Gefahrensymbole (F, Xn, C)!



Die Beantwortung dieser Frage ist großteils richtig, einzig beim Gefahrensymbol Xn kommt es zu einer Verwechslung mit reizend und wurde daher öfters nicht als mindergiftig beschrieben.

Frage 8: Kreuze an, welche der folgenden Aussagen richtig ist!

(Bei den Antworten (a), (c), (f) und (j) handelt es sich um die richtigen Antworten.)

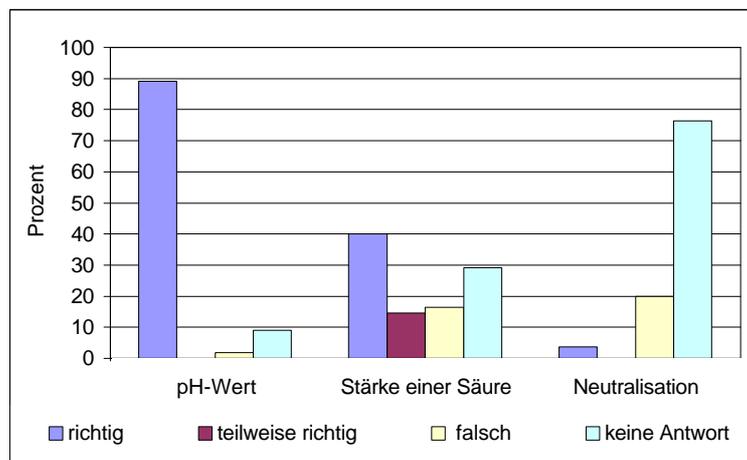


Die Ionen, welche für den sauren bzw. basischen Charakter einer Lösung verantwortlich sind, werden von den SchülerInnen erkannt, weiters auch, dass Säuren Protonen abgeben. Alle anderen Ergebnisse sind eher Schätzungen und wurden von den SchülerInnen eher zufällig angekreuzt. Einige Antworten bezogen sich auf die Lewis-Säuren- und Lewis-Basen-Definition, die aber bewusst im Unterricht weggelassen wurde.

Frage 9: Welche Information liefert dir der pH-Wert?

Frage 11: Warum wirkt eine Kohlensäurelösung im Gegensatz zu einer Salzsäurelösung praktisch nicht ätzend?

Frage 12: Aus welchen Ausgangsstoffen können Salz und Wasser entstehen, z.B. Kalkstein (=Calciumcarbonat, CaCO_3)?



Die meisten SchülerInnen geben an, dass der pH-Wert Informationen über den sauren, neutralen oder basischen Charakter einer Lösung liefert („*ob der Stoff sauer, neutral oder basisch ist*“). Für etwa 20% der SchülerInnen gibt der pH-Wert die Wasserstoffionenkonzentration bzw. die Stärke einer Säure oder Base an.

Einige typische Aussagen betreffend die **Frage 11** sind:

„Weil wenige H_3O^+ -Ionen vorhanden sind.“

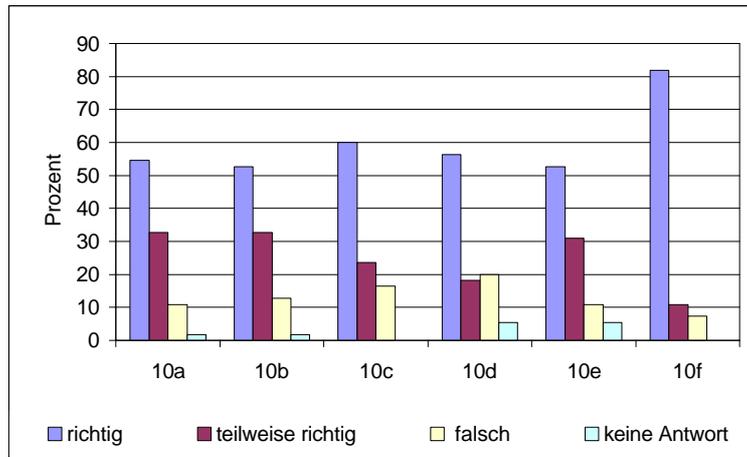
„Da hier die Säure nur in sehr verdünnter Form vorkommt.“

„Da in der Kohlensäure keine Salze vorhanden sind.“

Die Streuung der Aussagen spiegelt sich auch in der prozentuellen Aufteilung der Antworten wieder (siehe obiges Diagramm „Stärke einer Säure“).

Die **Frage 12** konnte nur von wenigen SchülerInnen richtig beantwortet werden, wobei der Großteil der SchülerInnen gar keine Antwort gab. Obwohl sehr oft ein Fragezeichen dabei stand, könnte auch die Formulierung der Frage etwas unverständlich gewesen sein, denn ein Schüler beantwortet die Frage, dass Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff entstehen kann, was grundsätzlich auch für die Bildung von Wasser als richtig angesehen werden kann.

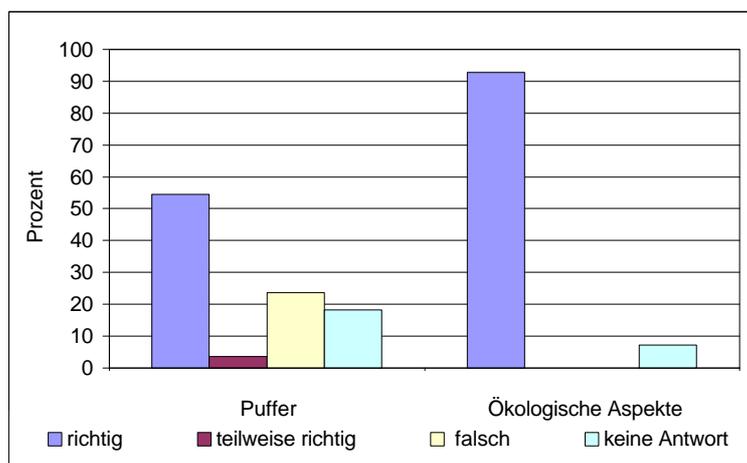
Frage 10: Gib den ungefähren pH-Wert folgender Alltagsstoffe an!



Die pH-Werte der vorgegebenen Alltagsstoffe konnte von ca. 80 – 90% der SchülerInnen richtig oder teilweise richtig angegeben werden.

Frage 13: Was bedeutet in der Chemie der Begriff „Puffer“?

Frage 14: Welche ökologischen Auswirkungen können Säuren in der Umwelt haben?



Bei der Frage 13 wurde die Definition von Pufferlösungen großteils verstanden („Das ist eine Flüssigkeit, die eine gewisse Menge an Säuren oder Basen aufnehmen kann ohne dass sich ihr pH-Wert nennenswert ändert.“). Einige definieren Puffer, „dass es neutral bleibt“, oder auch als „Vorrat“ und als „Bereich in der überschüssige Elemente aufgenommen werden können“.

Die **letzte Frage** wurde wieder von einem Großteil der SchülerInnen richtig beantwortet, wobei sich der Bogen der Antworten vom sauren Regen, über Bodenpufferung, Gebäudeschäden, Korrosion und Abluftreinigung spannt.