



**Naturwissenschaftswerkstatt**

**PRAKTISCH-EXPERIMENTELL  
ORIENTIERTER CHEMIEUNTERRICHT  
AN DER HTBL PINKAFELD**

**Johannes Jaklin**

**HTBL Pinkafeld**

Pinkafeld, 2003

# INHALTSVERZEICHNIS

|          |                                                    |           |
|----------|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>EINLEITUNG .....</b>                            | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>AUFGABENSTELLUNG UND ZIELE.....</b>             | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>METHODEN .....</b>                              | <b>5</b>  |
| 3.1      | Unterrichtskonzept .....                           | 5         |
| 3.2      | Unterrichtsräume .....                             | 5         |
| 3.3      | Lehrinhalte und Methoden .....                     | 6         |
| 3.4      | Unterrichtseinheiten .....                         | 6         |
| 3.5      | Evaluation .....                                   | 8         |
| <b>4</b> | <b>ERGEBNISSE UND DISKUSSION .....</b>             | <b>9</b>  |
| 4.1      | Arbeitsblätter .....                               | 9         |
| 4.2      | Teamarbeit.....                                    | 11        |
| 4.3      | Unterrichtsakzeptanz .....                         | 12        |
| 4.4      | Persönliche Eindrücke .....                        | 14        |
| <b>5</b> | <b>LITERATUR.....</b>                              | <b>16</b> |
| <b>6</b> | <b>ANHANG 1: ARBEITSBLÄTTER.....</b>               | <b>17</b> |
| <b>7</b> | <b>ANHANG 2: GESAMTERGEBNISSE EVALUATION .....</b> | <b>18</b> |
| 7.1      | Geschlossene Fragen .....                          | 18        |
| 7.2      | Offene Fragen.....                                 | 20        |
| <b>8</b> | <b>ANHANG 3: LABORORDNUNG .....</b>                | <b>22</b> |

# 1 EINLEITUNG

Die Aufgabe, an einer HTBL (ohne chemischen Schwerpunkt) Chemie zu unterrichten, stellt für die/den Lehrende/n in vielerlei Hinsicht eine besondere Herausforderung dar. Neben den auch in anderen Schulformen oft vorkommenden hohen KlassenschülerInnenzahlen findet der Chemieunterricht an HTBLs bereits in der 9. und 10. Schulstufe statt, wo die SchülerInnen oft nur wenig Verständnis für das Fach Chemie selbst und für naturwissenschaftliche Zusammenhänge aufbringen. Weiters hat das Fach einen geringen Stellenwert innerhalb des Fächerkanons und die Ausstattung der Chemiesäle ist oft mangelhaft (SchülerInnenexperimente sind kaum durchführbar!)

Die Situation an der HTBL Pinkafeld stellt sich wie folgt dar:

Es 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 bereits in den ersten beiden Jahrgängen stattfindet, treten die eingangs erwähnten Schwierigkeiten in besonderem Maße auf (**zumeist 36 SchülerInnen pro Klasse, ein geringes Verständnis für vernetzte naturwissenschaftliche Zusammenhänge bzw. oft auch mangelhafte naturwissenschaftliche Vorkenntnisse**).

Die Motivation zur Durchführung von chemiedidaktischen Projekten kommt von den generellen Bemühungen des Lehrerteams, den Chemieunterricht dahingehend zu verändern, dass er **schülerInnengerechter** wird, vermehrt das **vernetzte Denken fördert** und SchülerInnen mehr als bisher die **Bedeutung der Chemie** vermittelt. So wurden bereits 2 Projekte im Rahmen von IMST<sup>2</sup> – Schwerpunktprogramm S1, mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung durchgeführt (Evaluation des eigenen Chemieunterrichtes [1] und Nachhaltigkeit der Vermittlung chemischer Grundbildungsinhalte [2]).

Im hier nun vorliegenden Projekt steht das SchülerInnenexperiment und seine Auswirkungen auf den Chemieunterricht einer Klasse des ersten Jahrganges an der HTBL Pinkafeld im Mittelpunkt.

## 2 AUFGABENSTELLUNG UND ZIELE

Der Chemieunterricht hat das Ziel, den SchülerInnen das Wesen der Naturwissenschaft Chemie mit ihren Arbeitsweisen zu vermitteln. Nun ist ein Erkenntnisgewinn bei der Chemie ohne experimentelle Arbeit nur schwer vorstellbar. Dies gilt besonders bei analytischen Fragestellungen, wo erst eine experimentelle Bestätigung zu einer Lösung führt. Grundsätzlich bestätigen Experimente wissenschaftliche Annahmen und Theorien. Neben den räumlichen Voraussetzungen für experimentelles Arbeiten (Chemiesaal!) gilt es zu entscheiden, ob das Experiment vorgezeigt wird (Demonstrationsexperiment), oder ob die SchülerInnen das Experiment selber durchführen können (SchülerInnenexperiment). Für beide Organisationsformen gibt es Vor- und Nachteile. Viele Argumente sprechen allerdings für einem möglichst häufigen Einsatz von SchülerInnenexperimenten, weil dadurch psychomotorische und affektive Lernziele besser erreicht werden können, wie besseres Lernen durch Eigenaktivität, das Einüben von manuellen Fertigkeiten, entdeckendes Lernen etc.

Aus diesem Spannungsfeld heraus – einerseits möglichst oft SchülerInnenexperimente zu ermöglichen, andererseits mit SchülerInnenklassenzahlen konfrontiert zu sein, die solche Experimente nicht zulassen – entstand die Idee zu diesem Projekt. Das Ziel dieses Projektes war es nun, den Chemieunterricht für eine Klasse des ersten Jahrganges im Rahmen des Schuljahres 2002/03 derart zu gestalten, dass die Inhalte und Denkweisen der Chemie, forschend und entdeckend, mit praktischen – „begreifbaren“ – Experimenten untermauert, erarbeitet werden können. Für die SchülerInnen soll eine möglichst hohe „Nachhaltigkeit“ im Verstehen, Behalten und im Herstellen von Alltagsbezügen erreicht werden. Im Mittelpunkt des Unterrichts soll das Erleben der Chemie als praktische Entdeckungsreise stehen und somit zu einer positiven Einstellung zum Fach aber auch zum gesamten „Science“-Bereich beitragen.

Die unabdingbare Rahmenbedingung für die praktische Durchführung dieses Projektes war, den Chemieunterricht in halber Klassengröße durchzuführen. Dies wurde durch Bereitstellung von Unterrichtseinheiten durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur - Naturwissenschaftswerkstatt ermöglicht.

Konkret wurden für diesen praktisch-experimentell orientierten Unterricht folgende Ziele formuliert:

- ⇒ Auswahl der Lehrinhalte
- ⇒ Entwicklung von Unterrichtseinheiten und Unterrichtsmaterialien
- ⇒ Praktische Durchführung während des Schuljahres 2002/03 mit einer Klasse der HTBL Pinkafeld
- ⇒ Dokumentation (Arbeitsblätter)
- ⇒ Evaluation (Fragebogen)

# 3 METHODEN

## 3.1 Unterrichtskonzept

Folgender Zeitraster ist aufgrund des Stundenplans vorgegeben: Pro SchülerInnengruppe (16 bzw. 17 SchülerInnen) gibt es 1 „Theoriestunde“ pro Woche (Unterricht schwerpunktmäßig ohne SchülerInnenexperimente) und alle 2 Wochen 1 Doppelstunde praktisch-experimentell orientierten Unterricht (Unterricht schwerpunktmäßig mit SchülerInnenexperimenten).

In der einen „Theoriestunde“ pro Woche werden einerseits die theoretischen Inhalte der praktischen Übungen vorbereitet und andererseits die bereits durchgeführten Übungen nach besprochen und aufgearbeitet. In der Doppelstunde werden die praktischen SchülerInnenexperimente in unterschiedlichen Lern- und Sozialformen durchgeführt.

## 3.2 Unterrichtsräume

Als Unterrichtsräume für den praktisch-experimentell orientierten Unterricht standen der Chemiesaal und ein Technikumsraum (Heizungslabor) zur Verfügung. Beide Räume sind von ihrer Ausstattung und Infrastruktur nur bedingt für SchülerInnenexperimente geeignet (nur ein Wasseranschluss im Raum, keine säurefesten Tische, geringes Raumangebot im Chemiesaal); dieses Manko wurde aber durch eine gewisse Experimentauswahl und in besondere Weise durch die Experimentierfreude und das Engagement der SchülerInnen bei weitem kompensiert. SchülerInnenexperimente sind somit in fast jedem Falle möglich, auch wenn kein perfekt eingerichtetes SchülerInnenlabor zur Verfügung steht.



Chemiesaal



Heizungslabor

### 3.3 Lehrinhalte und Methoden

Das vorliegende Projekt wurde mit der Klasse 1BE (Elektronik) der Höheren Lehranstalt für Elektronik der HTBL Pinkafeld im laufenden Schuljahr 2002/03 durchgeführt. Als Basis für die Auswahl der Lehrinhalte wurde der Lehrplan für diese Schulform herangezogen [3]. In der folgenden Aufstellung sind die Themenüberschriften der Jahreslehrinhalte angeführt:

|                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aggregatzustände, Reinstoffe, Gemenge, Elemente, Verbindungen, Atomaufbau, Formelschreibweise, Reaktionsgleichung, Nomenklatur, Atommasse, Mol, Stöchiometrie, Radioaktivität, Nuclide, Isotope, Periodensystem, Atommodelle</b> |
| Elektronegativität, Chemische Bindungen, Energiebilanz, Chemisches Gleichgewicht, Katalyse, <b>Sauerstoff, Verbrennung</b>                                                                                                          |
| <b>Säuren und Basen, Wasser, pH-Wert, Indikatoren, Stärke von Säuren und Basen, Salze</b>                                                                                                                                           |
| <b>Redoxreaktionen, Oxidationszahlen, Redoxgleichungen, Spannungsreihe, Korrosion</b> und Korrosionsschutz, Galvanische Elemente, <b>Elektrolyse</b>                                                                                |
| Anorganische Grundstoffe                                                                                                                                                                                                            |
| Ökosphäre und Ökosysteme, Kreisläufe, Gleichgewichte, Belastungen, <b>Umweltschutz</b>                                                                                                                                              |

Themenüberschriften der Jahreslehrinhalte (thematische Schwerpunkte für die experimentellen Unterrichtseinheiten sind **fett** gedruckt!)

Bei der Auswahl der Unterrichtsmethoden wurde aufbauend von „Traditionellen“ Methoden (das Arbeitsblatt als reine Anweisung zur Übungsdurchführung – „Kochrezept“) hin zu Offenen Lernformen (Arbeiten im Team – „Expertenmethode“, „Eigen-Verantwortliches Arbeiten – EVA“) gearbeitet.

### 3.4 Unterrichtseinheiten

In der nun folgenden Aufstellung sind alle experimentellen Unterrichtseinheiten – in chronologischer Reihenfolge – mit einer kurzen Beschreibung angeführt.

| Unterrichtseinheit                   | *) | **) | Beschreibung und Lernziele (LZ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------|----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sicherheit im Umgang mit Chemikalien | E  |     | Laborordnung (siehe Anhang 3), Gefahrensymbole allg., Gefahrensymbole auf Haushaltsstoffen<br><br><b>LZ:</b> Sicheren Umgang mit Chemikalien bei den experimentellen Unterrichtseinheiten erlernen                                                                                                                                                                                |
| Feuerlöschübung                      | E  |     | Verhalten im Brandfall, Löschtechniken, Löschmittel<br><br><b>LZ:</b> Demonstrieren und praktisches Üben von Löschtechniken                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Stoffe erkennen, vergleichen         | D  | A1  | <u>Einzelübung</u> , Untersuchung kristalliner Stoffe, Reinstoff, Gemenge, Verhalten beim Erhitzen, beim Auflösen in Wasser, elektrische Leitfähigkeit der Lösungen<br><br><b>LZ:</b> Übung nach Anleitung durchführen, Erstkontakt mit chemischen Stoffen bekommen                                                                                                               |
| Stofftrennung durch Destillation     | D  | A2  | <u>Partnerübung</u> , destillative Trennung eines Reinstoffgemenges und eines „natürlichen“ Gemenges<br><br><b>LZ:</b> Umgang mit Glasapparaturen lernen, Erfassung von zeitabhängigen Meßdaten, graphische Darstellung eines Ergebnisses, Erfassen des Unterschiedes zwischen einem Gemenge aus 3 Reinstoffen (Wasser, Alkohol, Farbstoff) und einem natürlichen Gemenge (Wein). |
| Stofftrennung durch Chromatographie  | D  | A3  | <u>Partnerübung</u> , Linear/Zirkularchromatographie<br><br><b>LZ:</b> 2 papierchromatographische Verfahren kennen lernen, Ermittlung eines Beurteilungsparameters (Rf-Wert), Vergleichen zweier Verfahren                                                                                                                                                                        |
| Atomaufbau                           | D  |     | <u>Gruppenübung</u> , Spektren: Weisslicht, Leuchtstoffröhre; Flammenfärbungen div. Metallsalze; bengalisches Feuer<br><br><b>LZ:</b> Anhand anschaulicher Experimente den Atomaufbau besser verstehen                                                                                                                                                                            |
| Wasser                               | D  | A4  | <u>Teamübung im Stationenbetrieb</u> , 6 verschiedene Übungen zum Thema Wasser<br><br><b>LZ:</b> Arbeiten im Stationenbetrieb, erste Teambildung, Versuchsergebnisse und Beobachtungen dokumentieren, aus Ergebnissen Schlüsse ziehen und Fragen beantworten.                                                                                                                     |

\*) : E...Einzelstunde; D...Doppelstunde;    \*\*) : A ... Unterrichtseinheit mit Arbeitsblättern (siehe Anhang 1)

| Unterrichtseinheit                          | *) | **) | Beschreibung und Lernziele (LZ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------|----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Säuren-Basen-Salze (SBS) im täglichen Leben | E  | A5  | <u>Einzelübung</u> , SchülerInnen bekommen 18 Alltagsprodukte und ermitteln aufgrund der Produktdeklarationen, ob Säuren, Basen oder Salze wirksame Inhaltsstoffe dieses Produktes sind.<br><br><b>LZ:</b> Erkennen, dass SBS in sehr vielen Alltagsprodukten enthalten sind, bewusstes Lesen von Produktdeklarationen, Gefahrensymbole als wertvolle Informationsquelle |
| Blaukrautlösung und Alltagsstoffe           | D  | A6  | <u>Partnerübung</u> , einfache Säure/Base-Experimente mit Alltagsstoffen und Blaukrautlösung als Indikator<br><br><b>LZ:</b> Blaukrautlösung als Säure-Base-Indikator für Alltagsstoffe erleben, Alltagsstoffe aufgrund von Experimenten in Gruppen einteilen können, die Indikatorfunktion erkennen, ein Bestätigungsexperiment finden                                  |
| Säuren-Basen-Salze                          | D  | A7  | <u>Expertenmethode im Stationenbetrieb</u> , 4 verschiedene Übungen, Stoffearbeitung als Gruppenpuzzle, Protolyse, starke und schwache Säuren, Neutralisation, saure und basische Salze<br><br><b>LZ:</b> EVA, Teamarbeit, Kooperatives Lernen                                                                                                                           |
| Redox                                       | D  | A8  | <u>Expertenmethode</u> , 4 verschiedene Übungen an einem Übungsplatz, Stoffearbeitung als Gruppenpuzzle, Verbrennen von Mg (in O <sub>2</sub> und in CO <sub>2</sub> ), CuO + Fe, Rosten, „Verbrennen“ von Aluminium, Zementation<br><br><b>LZ:</b> EVA, Teamarbeit, Kooperatives Lernen                                                                                 |

\*) : E...Einzelstunde; D...Doppelstunde; \*\*) : A ... Unterrichtseinheit mit Arbeitsblättern (siehe Anhang 1)

### 3.5 Evaluation

Nach der experimentellen Unterrichtseinheit REDOX wurde den SchülerInnen ein Fragebogen vorgelegt, um mit dessen Hilfe die Einstellung zum Chemieunterricht allgemein und vor allem zu diesem speziellen Unterricht zu hinterfragen. Es wurden sowohl geschlossene als auch offene Fragen gestellt. 30 SchülerInnen füllten den Fragebogen aus und beantworteten die Fragen. Die Gesamtergebnisse der SchülerInnenbefragung befinden sich im Anhang 2. Ausgewählte Ergebnisse der Befragung werden im nächsten Kapitel diskutiert.

## 4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

### 4.1 Arbeitsblätter

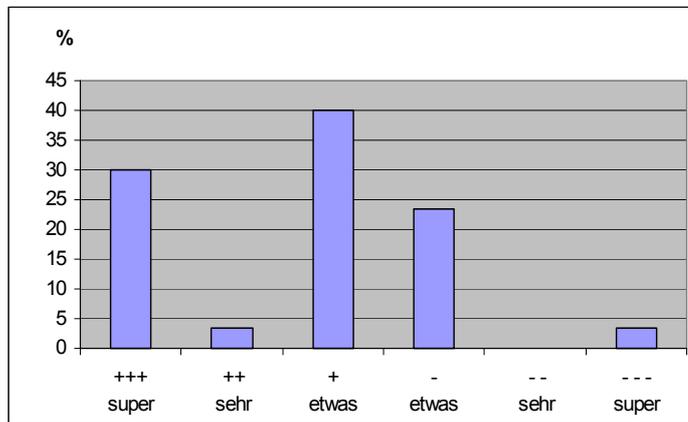
Ein wichtiges Ergebnis dieser Arbeit stellt die Entwicklung der Arbeitsblätter und ihre Erprobung im Unterricht dar. Das erste Arbeitsblatt war im Wesentlichen die Anweisung zur Übungsdurchführung. Nach dieser ersten „Gewöhnungsphase“ folgten Partnerübungen mit immer mehr Elementen von Offenen Lernformen. Vor allem sind es die Prinzipien des „Eigenverantwortlichen Arbeitens – EVA“ nach Klippert [4], wie erschließendes Arbeiten, produktives, kommunikatives und exploratives Handeln, die immer mehr in die experimentellen Unterrichtseinheiten einfließen. Bei den letzten 2 Unterrichtseinheiten wurde besonderes Schwergewicht auf das Arbeiten im Team in Kombination mit der „Expertenmethode“ gelegt. Bei dieser Form des Kooperativen Unterrichts – auch bekannt als Gruppenpuzzle oder Jigsaw-Methode [5, 6] – erarbeiten die SchülerInnen einen Teil des Themas mit einem Selbststudienmaterial zuerst allein und dann in sogenannten Expertenrunden. Anschließend werden die Gruppen so gemischt, dass in den nun gebildeten Unterrichtsrunden VertreterInnen aus allen Expertenrunden sitzen. Die ExpertInnen unterrichten ihre KlassenkameradInnen auf ihrem Spezialgebiet; alle bringen ihr „Spezialwissen“ ein und gemeinsam kann das Team alle – zumeist experimentellen – Aufgaben lösen und die Fragen auf den Arbeitsblättern beantworten. Ein besonderer Vorteil dieser Methode besteht darin, dass das erworbene Expertenwissen der Expertenrunden in den Unterrichtsrunden für die Lösung einer Problemstellung angewendet wird; durch diese „Neumischung“ der Gruppenzusammensetzungen öffnen sich für die SchülerInnen neue Perspektiven. Dies bedeutet, dass Wissen vernetzt und konkretisiert wird. In Summe werden wichtige Lernprozesse und das Selbstvertrauen der Lernenden gefördert. Zu den 11 experimentellen Unterrichtseinheiten wurden 8 Arbeitsblatt-Serien entworfen und im Unterricht eingesetzt. Alle Arbeitsblätter sind im Anhang 1 angeführt.

Ein Beispiel aus der Unterrichtseinheit REDOX – Expertenmethode soll hier näher erläutert werden (Arbeitsblätter siehe Anhang 1):

Die Lehrinhalte für diese Unterrichtseinheit wurden in 4 Teile (unter Berücksichtigung auf die durchzuführenden Experimente) aufgeteilt. Weiters gliederten sich die Arbeitsblätter in ein Blatt „Expertenwissen“ mit den theoretischen Informationen und in ein Übungsblatt. Die Doppelstunde startete mit der Teambildung; dazu wurden mit Hilfe von Spielkarten 4 x 4 Teams ausgewählt (Expertenrunden). Die 4 Mitglieder eines Teams bekamen jeder das gleiche Blatt „Expertenwissen“; so auch bei den restlichen 3 Teams. Nach einer etwa 5 minütigen stillen Lese- und Verstehensphase tauschten die ExpertInnen ihr Wissen innerhalb des Team aus und stellten gegenseitige Verstehensfragen. Nach dieser Phase „Sicherung des Expertenwissens“ wurden die Unterrichtsrunden gebildet. Gesteuert durch einen Vermerk auf dem Arbeitsblatt bildeten sich aus den 4 ExpertInnenrunden nun 4 Unterrichtsrunden derart, dass sich in jeder Unterrichtsrunde 4 verschiedene ExpertInnen befanden. Jede/r Schüler/in bekam nun sein/ihr Übungsblatt mit den Anweisungen zur Übungsdurchführung, Entscheidungshinweisen und auf der Rückseite die „kniffligen Fragen“ (zur Anwendung und Überprüfung des erworbenen Wissens). Dann wurden unter der Leitung jeder/s Exper-

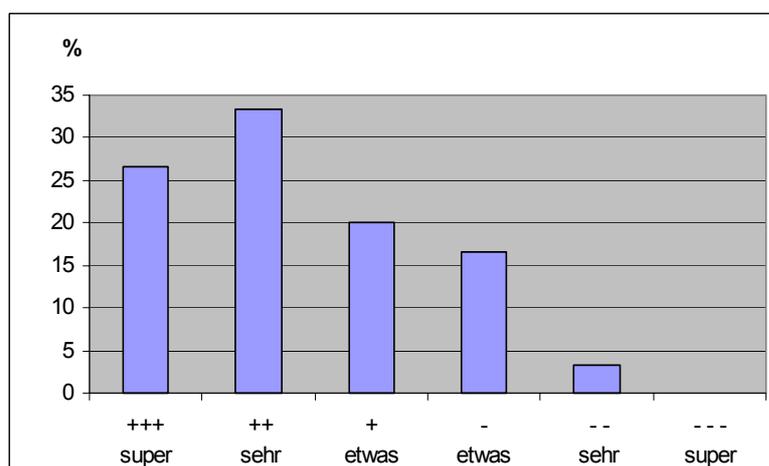
tin/en die Übungen gemeinsam durchgeführt und die „kniffligen Fragen“ beantwortet. Nach Abschluss dieser Übung übernimmt die/der nächste Expertin/e die Leitung über die Durchführung der nächsten Übung.

**Frage: Die Methode mit den Arbeitsblättern mag ich / mag ich überhaupt nicht**



Die SchülerInnen standen bei der Befragung noch unter dem Eindruck der Unterrichtseinheit REDOX, bei der sowohl das theoretische Fundament als auch die praktischen Übungen in Form von Arbeitsblättern vermittelt wurden. Wie das Befragungsergebnis zeigt, nehmen etwa ein Drittel der SchülerInnen diese Methode besonders gerne an; für den Rest war die Zustimmung geringer. Obwohl die SchülerInnen mit der Expertenmethode schon grundsätzlich vertraut waren (UE Säuren-Basen-Salze), wurde ihnen hier ein völlig neuer Stoff präsentiert. Es kam daher bei einem Teil der SchülerInnen zu einer gewissen Überforderung, innerhalb von 2 Unterrichtseinheiten einen neuen Stoff aufzunehmen, praktische Übungen damit zu machen und daran anknüpfend die „kniffligen Fragen“ zu beantworten. Bei einem völlig neuen Stoff erscheint es daher als sinnvoll, zuerst in einer Einheit die theoretischen Grundlagen – sinnvollerweise auch mit der Expertenmethode – zu erarbeiten und dann die Übungen durchzuführen.

**Frage: Die Methode „Gruppenarbeit – Expertenrunde“ macht mir viel Spaß / keinen Spaß**

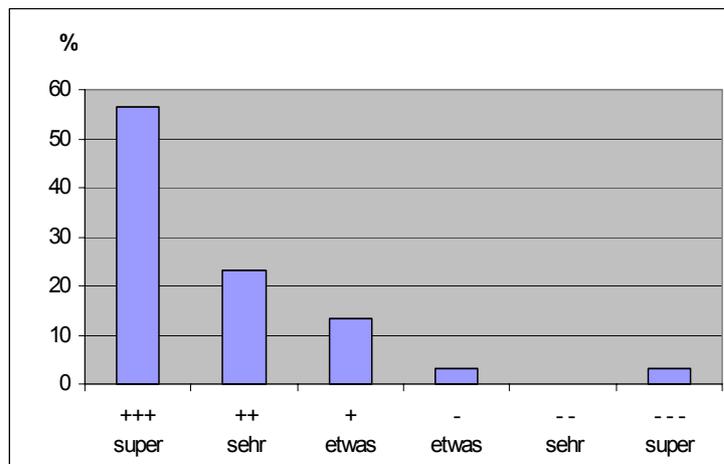


Im Rahmen der durch Arbeitsblätter vermittelten Unterrichtsmethoden wurde die „Gruppenarbeit – Expertenmethode“ von den SchülerInnen zum überwiegenden Teil (80%) – auch emotionell – positiv angenommen.

## 4.2 Teamarbeit

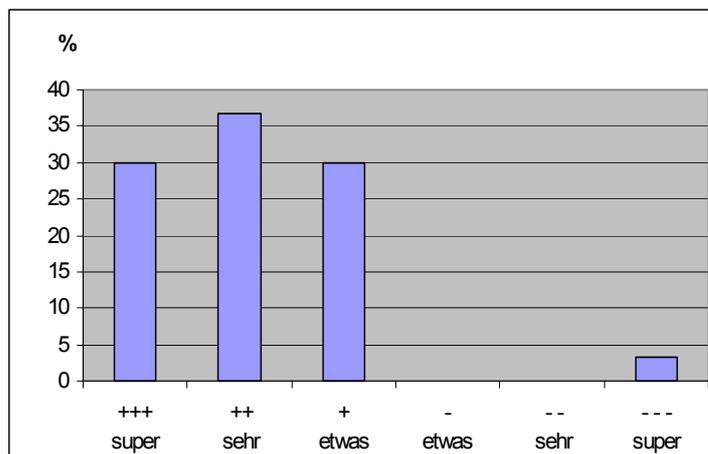
Die Frage, ob die SchülerInnen gerne im Team arbeiten, wurde bewusst eher an den Anfang des Fragebogens gestellt. Die Antworten zeigen eine sehr deutliche Zustimmung zur Teamarbeit.

**Frage: Ich arbeite sehr gerne im Team / lieber allein**



Die zweite Frage, die als vorletzte Frage am Ende des Fragebogens positioniert war, zielte auf die Erfahrungen der SchülerInnen in diesem Unterricht in Bezug auf die Teamarbeit ab. Die nun nicht mehr so eindeutige Zustimmung könnte mit den Erfahrungen und auch erlebten Konflikten der SchülerInnen bei der Teamarbeit im Chemieunterricht zusammenhängen.

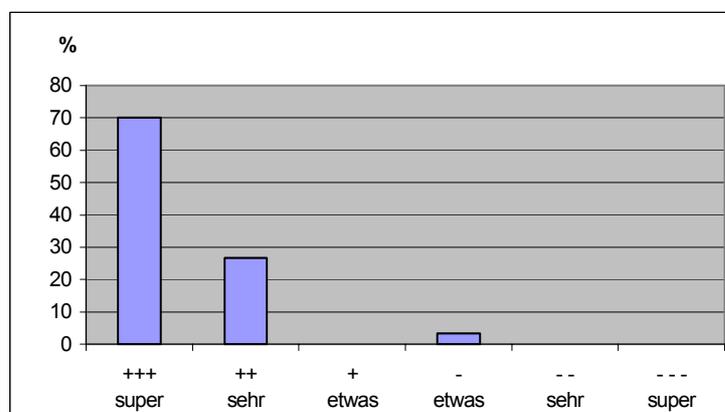
**Frage: Seit diesem Unterricht finde ich Teamarbeit wichtig / Ich finde Teamarbeit nach wie vor unwichtig**



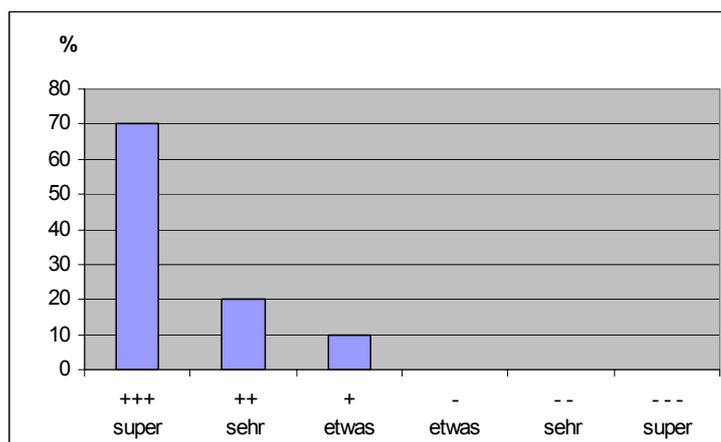
Bei der offenen Frage „**Was hast du für dich persönlich in diesem Chemieunterricht gelernt:**“ antworteten mehr als die Hälfte der SchülerInnen ... *im Team zu arbeiten* und ... *wie wichtig Teamarbeit ist!* Dieses Ergebnis zeigt, dass nun für viele SchülerInnen generell der Stellenwert der Teamarbeit deutlich zugenommen hat und auch viele die Situation der Teamarbeit erstmalig richtig erfahren haben dürften. Ein sehr wichtiger Beitrag für die Lernerfahrung der SchülerInnen! Das pädagogische Potential eines praktisch-experimentell orientierten Chemieunterrichtes wurde im IMST<sup>2</sup>-Projekt [7] näher untersucht.

### 4.3 Unterrichtsakzeptanz

**Frage: Diese Art des Unterrichtes gefällt mir / gefällt mir nicht**

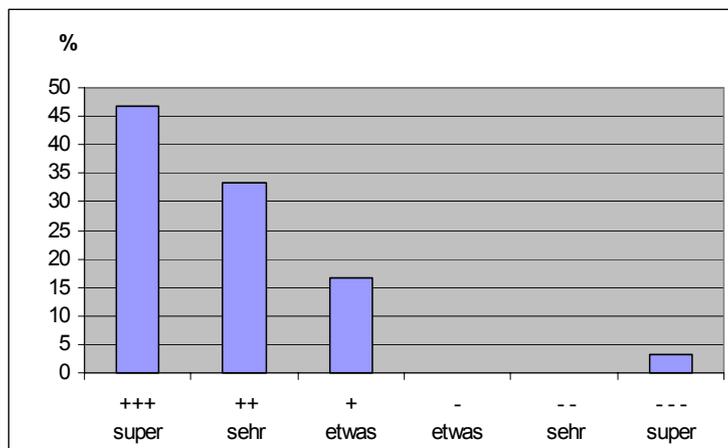


**Frage: Ich habe viel Spaß / grundsätzlich keinen Spaß dabei**



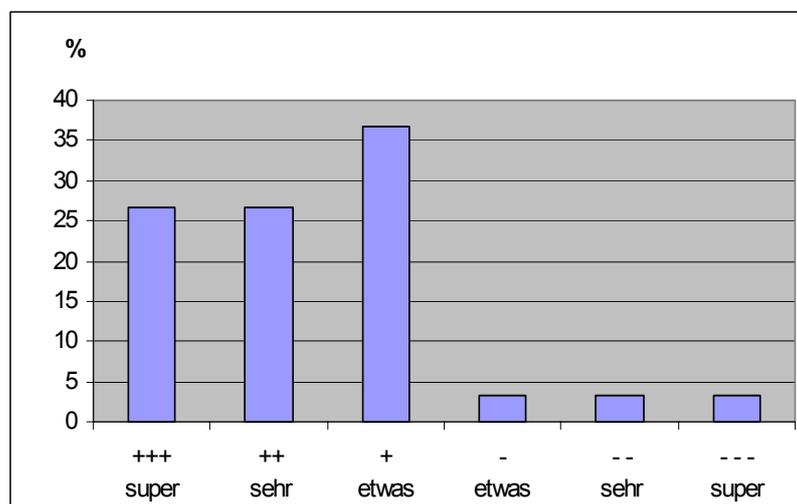
Die Antworten auf diese beiden Fragen unterstreichen die große Zustimmung zu dieser Art des Chemieunterrichtes, besonders auch auf emotionaler und menschlicher Ebene.

**Frage: Die Experimente helfen mir, Chemie besser zu verstehen / Die Experimente sind bloß Spielerei**



Sehr viele SchülerInnen sehen einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem praktischen Experiment und einem besseren Verstehen der Chemie, was auch als besserer persönlicher Zugang zu diesem Fach zu werten ist.

**Frage: Ich habe ausreichend theoretisches Grundwissen erworben / Eigentlich habe ich zuwenig Theorie gelernt**



Bezüglich des erworbenen theoretischen Grundwissens hegt etwa ein Drittel der SchülerInnen die Sorge, nur teilweise in ausreichendem Maße ausgestattet worden zu sein. Dies kann aufgrund der erbrachten schriftlichen und mündlichen Leistungen – bei Tests und auch bei der Bearbeitung der Arbeitsblätter – nicht bestätigt werden. Die Sorge rührt möglicherweise daher, dass bei dem praktisch-experimentell orientierten Chemieunterricht die sogenannte „Theorie“ nicht im Mittelpunkt gestanden ist, sondern die chemischen Zusammenhänge über das Experiment erfahren wurden.

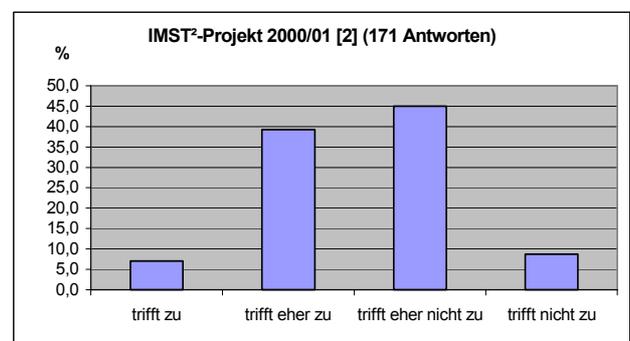
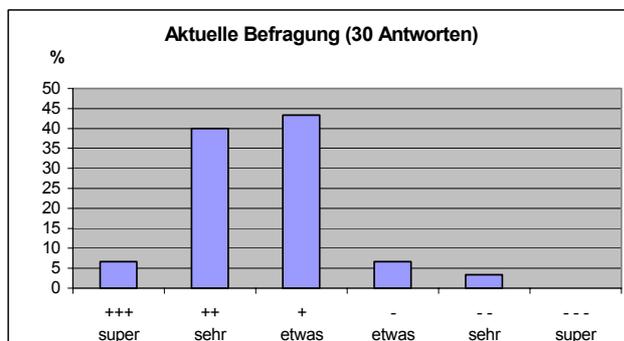
## 4.4 Persönliche Eindrücke

Fast alle SchülerInnen hatten große Freude und auch Spaß am experimentellen Arbeiten. Sie erlebten Chemie, im Vergleich zu den anderen naturwissenschaftlichen Fächern, auf andere Art und Weise. Es war schön zu beobachten, wie im Laufe dieses Schuljahres die Zusammenarbeit und Teamfähigkeit der SchülerInnen zugenommen hatte. Auch wurde im Rahmen dieser Übungen Rücksichtnahme auf und Hilfe für schwächere SchülerInnen praktiziert; manchmal ergaben sich jedoch Konflikte in Zusammenhang mit Aufräumen und Säubern der verwendeten Geräte.

Die Leistungen der SchülerInnen waren absolut mit anderen Klassen vergleichbar. Beim praktischen Arbeiten und bei mündlichen Wiederholungen zeigten die SchülerInnen ein besseres Verständnis für chemische Zusammenhänge, was auf das persönliche Experimentieren zurückzuführen ist.

Die Frage nach der Bedeutung des Faches Chemie für die spätere Berufsausbildung zeigt im aktuellen Fall eine deutliche Zustimmung für die Wichtigkeit. Vergleicht man diese Daten mit den Umfrageergebnissen des IMST<sup>2</sup>-Pilotprojektes 2000/01 [1], so sahen die SchülerInnen damals eine eher geringe Relevanz für ihren späteren Beruf. Der Unterschied in der Beantwortung dieser Frage gibt Hinweise darauf, dass ein praktisch-experimentell orientierter Chemieunterricht viel mehr den Blick auf eine mögliche Verwendbarkeit im späteren Beruf und auf eine hohe Alltagsrelevanz öffnet, auch wenn keine speziell chemische Ausbildung angestrebt wird.

### **Frage: Ich finde das Fach Chemie wichtig für meinen späteren Beruf**



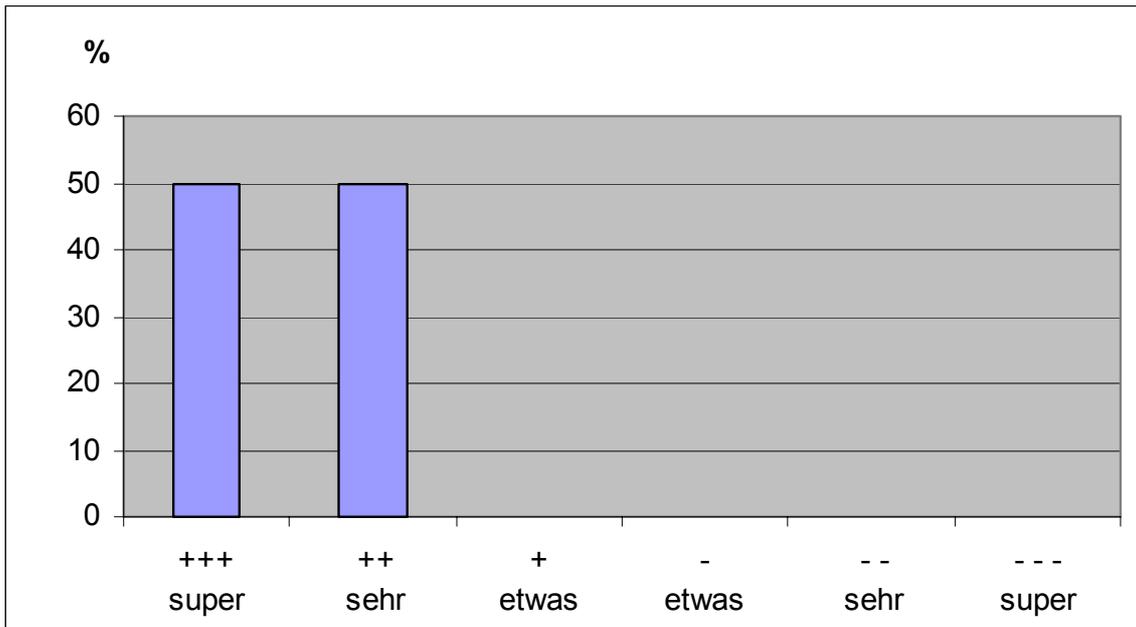
In Gesprächen gaben die SchülerInnen ebenfalls an, dass ihnen im Rahmen dieses Unterrichtsprojektes der Bezug zwischen Chemie und Alltag in vermehrtem Umfang deutlich wurde.

Ein breiter Nutzen dieses NWW-Projektes ist darin zu sehen, dass die in Anhang 1 angeführten Unterrichtsmaterialien von möglichst vielen KollegInnen im Chemieunterricht eingesetzt und ausprobiert werden.

Eine Weiterführung dieser Arbeit im nächsten Schuljahr 2003/04 ist geplant. Es soll der Chemieunterricht für eine Klasse des 2. Jahrganges an der HTBL Pinkafeld schwerpunktmäßig mit offen Lern- und Unterrichtsformen (EigenVerantwortliches-Lernen, Kooperatives Lernen etc.) kombiniert mit einem praktisch-experimentell orientierten Unterricht gestaltet werden. Zentrales Ziel ist die Entwicklung und Erprobung unterschiedlicher Sozialformen im Praxisunterricht.

Der praktisch-experimentell orientierte Chemieunterricht an der HTBL Pinkafeld stellte für die SchülerInnen einen spannenden Zugang zum Naturwissenschaftsbereich dar. Sie erlebten die Chemie als praktische Entdeckungsreise; dies war somit ein wichtiger Beitrag zu einer positiven Einstellung zum Fach Chemie aber auch zum gesamten „Science“-Bereich.

**Frage: Gesamtbeurteilung: Dieser Chemieunterricht hat mir gefallen / hat mir nicht gefallen**



## 5 LITERATUR

- [1] JAKLIN, J., LECHNER, A., POLAK, W.: Evaluierung des Chemieunterrichtes an der HTBL Pinkafeld mittels Schülerfragebogen. Pilotprojekt IMST<sup>2</sup> 2000/01. HTBL Pinkafeld 2001.
- [2] JAKLIN, J., LECHNER, A.: Von der Ausbildung zur Grundbildung. Chemische Grundbildungsinhalte am Beispiel des Kapitels „Säuren – Basen – Salze“. IMST<sup>2</sup> Projekt 2001/02. HTBL Pinkafeld 2002. Unter „Innovationen“ zu finden auf <http://imst.uni-klu.ac.at>
- [3] BGBl. II – vom 14.Oktober 1997 – Nr. 302 Anlage 1.1.4 (ab 1999/2000 aufsteigend geführt), Schulformkennzahl 8270, I. und II. Jgg.
- [4] KLIPPERT, H.: Eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen. Bausteine für den Fachunterricht. Beltz Verlag, Weinheim und Basel 2001.
- [5] ARONSON, E.: Förderung von Schulleistung, Selbstwert und prosozialem Verhalten: Die Jigsaw-Methode. In: Huber, G., L., Rotering-Steinberg, S., Wahl, D. (Hrsg.): Kooperatives Lernen. Weinheim 1984, 48-59, 53 ff (Beltz).
- [6] FREY-EILING, A., FREY, K., Das Gruppenpuzzle. <http://www.educeth.ch/didaktik/puzzle/index.html>.
- [7] JAKLIN, J., Das pädagogische Potential eines praktisch-experimentell orientierten Chemieunterrichtes. IMST<sup>2</sup> Projekt 2002/03. HTBL Pinkafeld 2003. Unter „Innovationen“ zu finden auf <http://imst.uni-klu.ac.at>

## 6 ANHANG 1: ARBEITSBLÄTTER

| Nummer | Arbeitsblätter                                                     | Link |
|--------|--------------------------------------------------------------------|------|
| A1     | <a href="#"><u>Stoffe erkennen, vergleichen</u></a>                |      |
| A2     | <a href="#"><u>Stofftrennung durch Destillation</u></a>            |      |
| A3     | <a href="#"><u>Stofftrennung durch Chromatographie</u></a>         |      |
| A4     | <a href="#"><u>Wasser</u></a>                                      |      |
| A5     | <a href="#"><u>Säuren-Basen-Salze (SBS) im täglichen Leben</u></a> |      |
| A6     | <a href="#"><u>Blaukrautlösung und Alltagsstoffe</u></a>           |      |
| A7     | <a href="#"><u>Säuren-Basen-Salze</u></a>                          |      |
| A8     | <a href="#"><u>Redox</u></a>                                       |      |

# 7 ANHANG 2: GESAMTERGEBNISSE EVALUATION

## 7.1 Geschlossene Fragen

|                                                                 | super<br>+++ | sehr<br>++ | etwas<br>+ | etwas<br>- | sehr<br>-- | super<br>--- |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------------------------------------------------------------|
| Ich finde das Fach Chemie wichtig für meinen späteren Beruf     | 7            | 40         | 43         | 7          | 3          | 0            | Ich finde das Fach Chemie unwichtig für meinen späteren Beruf     |
| Mit den Arbeitsbedingungen im Chemiesaal war ich zufrieden      | 10           | 27         | 23         | 30         | 7          | 3            | Mit den Arbeitsbedingungen im Chemiesaal war ich unzufrieden      |
| Mit den Arbeitsbedingungen im „Heizungslabor“ bin ich zufrieden | 40           | 27         | 23         | 10         | 0          | 0            | Mit den Arbeitsbedingungen im „Heizungslabor“ bin ich unzufrieden |
| Für die praktische Abwicklung der Übungen war genug Zeit        | 3            | 27         | 37         | 23         | 7          | 3            | Für die praktische Abwicklung der Übungen war zu wenig Zeit       |
| Diese Art des Unterrichts gefällt mir                           | 70           | 27         | 0          | 3          | 0          | 0            | Diese Art des Unterrichts gefällt mir nicht                       |
| Der Arbeitsaufwand war gerade richtig                           | 27           | 37         | 37         | 0          | 0          | 0            | Der Arbeitsaufwand war zu viel                                    |
| Beim praktischen Arbeiten hänge ich mich total rein             | 23           | 37         | 37         | 0          | 0          | 3            | Es ist mit total egal                                             |
| Die praktischen Experimente sind sehr leicht                    | 7            | 47         | 30         | 17         | 0          | 0            | Die praktischen Experimente sind sehr schwierig                   |
| Ich habe viel Spaß dabei                                        | 70           | 20         | 10         | 0          | 0          | 0            | Ich habe grundsätzlich keinen Spaß dabei                          |
| Ich mache viel mehr als die anderen                             | 3            | 17         | 57         | 20         | 3          | 0            | Ich mache viel weniger als die anderen                            |
| Ich arbeite sehr gerne im Team                                  | 57           | 23         | 13         | 3          | 0          | 3            | Ich arbeite lieber allein                                         |
| Die Methode „Gruppenarbeit – Expertenrunde“ macht mir viel Spaß | 27           | 33         | 20         | 17         | 3          | 0            | Die Methode „Gruppenarbeit – Expertenrunde“ macht mir keinen Spaß |
| Die Experimente helfen mir, Chemie besser zu verstehen          | 47           | 33         | 17         | 0          | 0          | 3            | Die Experimente sind bloß Spielerei                               |
| Den Alltagsbezug finde ich wichtig                              | 20           | 50         | 17         | 10         | 0          | 3            | Der Alltagsbezug ist mir egal                                     |
| Die Methode mit den Arbeitsblättern mag ich                     | 30           | 3          | 40         | 23         | 0          | 3            | Die Methode mit den Arbeitsblättern mag ich überhaupt nicht       |
| Bei vielen Übungen möchte ich gerne mehr machen                 | 23           | 23         | 33         | 20         | 0          | 0            | Bei vielen Übungen fühle ich mich überfordert                     |

30 Antworten, Angaben in Prozent, der höchste Wert ist hervorgehoben

|                                                             | super<br>+++ | sehr<br>++ | etwas<br>+ | etwas<br>- | sehr<br>-- | super<br>--- |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------------------------------------------------------------|
| Ich habe ausreichend theoretisches Grundwissen erworben     | 27           | 27         | 37         | 3          | 3          | 3            | Eigentlich habe ich zu wenig Theorie gelernt                      |
| Chemie werde ich später in der Praxis brauchen              | 17           | 23         | 53         | 3          | 3          | 0            | Chemie werde ich später in der Praxis nie brauchen                |
| Prof. Jaklin kennt sich in seinem Stoffgebiet aus           | 67           | 30         | 3          | 0          | 0          | 0            | Prof. Jaklin kennt sich in seinem Stoffgebiet nicht aus           |
| Prof. Jaklin ist im Umgang mit uns geduldig                 | 47           | 30         | 10         | 13         | 0          | 0            | Prof. Jaklin ist im Umgang mit uns ungeduldig                     |
| Sein Unterricht ist stets interessant und spannend          | 13           | 43         | 23         | 17         | 3          | 0            | Sein Unterricht ist uninteressant und fad                         |
| Prof. Jaklin ist streng zu uns                              | 0            | 0          | 13         | 37         | 33         | 17           | Prof. Jaklin ist nicht streng zu uns                              |
| Die Übungen sind gut vorbereitet                            | 47           | 30         | 17         | 3          | 0          | 3            | Die Übungen sind schlecht vorbereitet                             |
| Prof. Jaklin vermittelt den Stoff verständlich und klar     | 23           | 43         | 17         | 10         | 7          | 0            | Prof. Jaklin vermittelt den Stoff unklar und unverständlich       |
| Im Vergleich zu anderen Fächern ist Chemie leicht           | 3            | 37         | 33         | 23         | 0          | 3            | Im Vergleich zu anderen Fächern ist Chemie schwer                 |
| Man bekommt leicht eine gute Note                           | 7            | 20         | 47         | 20         | 7          | 0            | Man bekommt schwer eine gut Note                                  |
| Auch in anderen Fächern möchte ich so einen Unterricht      | 47           | 30         | 13         | 7          | 3          | 0            | So einen Unterricht brauche ich nicht                             |
| Seit diesem Unterricht finde ich Teamarbeit wichtig         | 30           | 37         | 30         | 0          | 0          | 3            | Ich finde Teamarbeit nach wie vor unwichtig                       |
| Gesamtbeurteilung: Dieser Chemieunterricht hat mir gefallen | 50           | 50         | 0          | 0          | 0          | 0            | Gesamtbeurteilung: Dieser Chemieunterricht hat mir nicht gefallen |

30 Antworten, Angaben in Prozent, der höchste Wert ist hervorgehoben

## 7.2 Offene Fragen

An folgende praktische Chemieübungen kann ich mich erinnern (nenne möglichst viele):

| ÜBUNG:                           | ANZAHL NENNUNGEN<br>(von 30 Antworten) |
|----------------------------------|----------------------------------------|
| Elektrolyse/Knallgas             | 19                                     |
| Implosion Getränkedose           | 18                                     |
| Versuche mit Blaukrautlösung     | 16                                     |
| Verbrennen von Aluminiumpulver   | 15                                     |
| Herstellung von Brausepulver     | 11                                     |
| Versuche zur Oxidation/Reduktion | 9                                      |
| Messen von pH-Werten             | 8                                      |
| Chromatographie                  | 6                                      |
| Titration                        | 6                                      |
| Rosten von Stahlwolle            | 5                                      |
| Versuche mit Säuren und Basen    | 5                                      |
| Säuren/Basen/Salze im Alltag     | 5                                      |
| Versuche mit Wasser              | 5                                      |

Weitere Versuche wurden in Summe weniger als 5 mal genannt und sind hier nicht vermerkt.

Was hast du für dich persönlich in diesem Chemieunterricht gelernt:

| Antworten:                                           | ANZAHL NENNUNGEN<br>(von 30 Antworten) |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| im Team zu arbeiten, wie wichtig Teamarbeit ist      | 16                                     |
| den Bezug zwischen Chemie und Alltag                 | 11                                     |
| Versuche selbst zu machen                            | 4                                      |
| experimentbezogene Antworten (zB: pH-Wert messen)    | 4                                      |
| experimentbezogener Unterricht war verständlicher    | 3                                      |
| aus Beobachtungen Schlüsse und Folgerungen zu ziehen | 1                                      |
| konsequent und genau zu arbeiten                     | 1                                      |
| praktische Versuche gelingen nicht gleich immer      | 1                                      |
| es gibt Abweichungen zwischen Theorie und Praxis     | 1                                      |

Mein Gesamteindruck zu diesem Chemieunterricht:

| Antworten:                                  | ANZAHL NENNUNGEN<br>(von 30 Antworten) |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|
| generelle positive Zustimmung               | 19                                     |
| Unterricht war interessant                  | 10                                     |
| Unterricht war lustig, hat Spaß gemacht     | 7                                      |
| sollte auch in anderen Fächern so sein      | 3                                      |
| Unterricht war spannend                     | 3                                      |
| zuwenig Zeit für die Übungen                | 3                                      |
| zuwenig Platz für die Übungen               | 2                                      |
| arbeite lieber In Zweiergruppen als im Team | 1                                      |

**Ich würde dem Chemielehrer gerne folgende Tipps geben:**

| Antworten:                                           | ANZAHL NENNUNGEN<br>(von 30 Antworten) |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Wunsch nach Versuchen mit Explosionen                | 8                                      |
| weiter so                                            | 4                                      |
| mehr Zeit für die einzelnen Experimente vorsehen     | 3                                      |
| etwas strenger sein                                  | 3                                      |
| statt Heft eine Mappe führen (Arbeitsblätter!)       | 2                                      |
| auch für andere Klassen so einen Unterricht anbieten | 1                                      |
| möchte meine Gruppenpartner selber aussuchen         | 1                                      |
| möchte immer in der gleichen Gruppe arbeiten         | 1                                      |
| weniger Fachausdrücke verwenden, sie besser erklären | 1                                      |
| interessantere Versuche aussuchen                    | 1                                      |
| ein wenig geduldiger sein                            | 1                                      |

## 8 ANHANG 3: LABORORDNUNG

Zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Ablaufs der chemischen Laborübungen, zur Verhinderung von Unfällen und zur Vermeidung von Sachschäden ist folgende Laborordnung einzuhalten.

1. Die vorliegende Laborordnung wird den SchülerInnen durch den Übungsleiter am Beginn des Schuljahres nachweislich zur Kenntnis gebracht und ausgehändigt.
2. Alle SchülerInnen tragen während der Übungen die zur Verfügung gestellten Schutzbrillen (Ausnahme: Brillenträger!)
3. Es ist verboten im Labor zu essen oder Chemikalien zu kosten.
4. Die SchülerInnen nehmen Geräte und Anlagen für elektrische Energie, Gas und Wasser erst nach Aufforderung durch den Übungsleiter in Betrieb.
5. Versuchsvorschriften und Hinweise müssen genau befolgt werden.
6. Chemikalien dürfen nicht mit bloßen Händen berührt werden. Im Falle einer Berührung sind die berührten Stellen sofort mit viel Wasser abzuwaschen (sonst besteht Verätzungsgefahr!!).
7. Chemikalienreste müssen vorschriftsmäßig entsorgt werden (siehe Vorschriften zur Chemikalienentsorgung).
8. Pipettieren mit dem Mund ist verboten.
9. Im Hinblick auf eine mögliche Beschädigung der Kleidung der SchülerInnen wird das Tragen eines Arbeitsmantels empfohlen.
10. Beim Umgang mit offenen Flammen sind die Haare so zu tragen, dass sie nicht in die Flammen geraten können.
11. Bei Unfällen im Labor ist sofort der Übungsleiter zu verständigen; er entscheidet über weitere Maßnahmen.
12. Beschädigungen von Laborgeräten und Instrumenten sind dem Übungsleiter unverzüglich zu melden.
13. Es ist nicht erlaubt, Instrumente und Geräte – über den vorgeschriebenen Gebrauch hinaus – zu öffnen (auch nicht für Reparaturen!).
14. Bei Beschädigungen der benutzten Laborgeräte und Instrumente durch mutwillige bzw. fahrlässige Handlungen haften die SchülerInnen bzw. deren Erziehungsberechtigte.
15. Bei Übungsschluss ist der Arbeitsplatz zu reinigen und in Ordnung zu bringen, die Geräte sind zu reinigen und auf die vorgesehenen Aufbewahrungsplätze zurückzubringen.
16. Das Labor ist in Ordnung und Sauberkeit zu verlassen.

Sept. 2002