



**Naturwissenschaftswerkstatt**

# **OFFENE LERN- UND UNTERRICHTS- FORMEN IN EINEM PRAKTISCH- EXPERIMENTELL ORIENTIERTEN CHEMIEUNTERRICHT**

**Johannes Jaklin  
HTBL Pinkafeld**

Pinkafeld, 2004

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG UND ZIELE.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>METHODEN .....</b>	<b>7</b>
3.1	Unterrichtskonzept.....	7
3.2	Unterrichtsraum .....	7
3.3	Lehrinhalte .....	8
3.4	Unterrichtseinheiten .....	9
3.5	Evaluation .....	11
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE UND DISKUSSION .....</b>	<b>12</b>
4.1	Arbeitsblätter und Unterrichtseinheiten .....	12
4.2	Teamarbeit.....	17
4.3	Unterrichtsakzeptanz .....	19
4.4	Persönliche Eindrücke .....	21
<b>5</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>ANHANG 1: ARBEITSBLÄTTER.....</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG 2: GESAMTERGEBNISSE EVALUATION .....</b>	<b>25</b>
7.1	Geschlossene Fragen.....	25
7.2	Offene Fragen.....	27
<b>8</b>	<b>ANHANG 3: LABORORDNUNG .....</b>	<b>29</b>

# 1 EINLEITUNG

Die Chemie ist für uns Chemielehrerinnen und Chemielehrer das wunderbarste und faszinierendste Fach. In welchem anderen Fach kann in so schöner Weise der Aufbau und die Ordnung unserer Welt beschrieben und erfahren werden. Leider hat die Chemie innerhalb des Fächerkanons oft einen sehr geringen Stellenwert; auch die Akzeptanz unseres schönen Fachs bei den SchülerInnen – ich spreche da vor allem von HTBLs – ist oft sehr gering.

Wie ein Zitat von Karl Heumann (1850 -1893) zeigt, hat sich die Situation des Chemieunterrichtes bedauerlicherweise in den letzten einhundert Jahren nicht wesentlich verbessert:

*„... hat der Lehrer der Chemie an Gymnasien und selbst an Realschulen noch die verschiedenartigsten Hindernisse zu überwinden, welche ihm ungenügende Dotation und unpassende Räumlichkeiten in den Weg legen. Denn sehr oft haben die Directoren oder vorgesetzte Behörden jener Anstalten selbst viel zu wenig Kenntniss des Wesens der Chemie, als daß sie die Unterstützung durch Experimente als conditio sine qua non für den Unterricht in dieser Wissenschaft zu begreifen im Stande wären.*

*Und doch giebt das gesprochene Wort nur ein Schattenbild, zeigt dem Schüler nur die Umrisse einer Wissenschaft, die erst durch das dem Auge dargebotene Experiment verständlich und farbenreich wird....“ [1]*

Die Aufgabe, an einer HTBL (ohne chemischen Schwerpunkt) Chemie zu unterrichten, stellt daher für uns Lehrerinnen und Lehrer 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 ist die Ausstattung der Chemiesäle oft mangelhaft (SchülerInnenexperimente sind kaum durchführbar!).

An der HTBL Pinkafeld gibt es es 4 Abteilungen:

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

Da der Unterricht in Angewandter Chemie und Ökologie bereits in den ersten beiden Jahrgängen stattfindet, treten die eingangs erwähnten Schwierigkeiten in besonderem Maße auf. Das Chemielehrerteam an der HTBL Pinkafeld bemüht sich seit Jahren, 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 3 Projekte im Rahmen von IMST<sup>2</sup> – Schwerpunktprogramm S1, mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung durchgeführt (Evaluation des eigenen Chemieunterrichtes [2], Nachhaltigkeit der Vermittlung chemischer Grundbildungsinhalte [3] und Untersuchungen über das pädagogische Potential eines praktisch-experimentell orientierten Chemieunterrichtes [4]). Im

Schuljahr 2002/03 wurde im Rahmen der Naturwissenschaftswerkstatt (NWW) das Projekt „Praktisch-experimentell orientierter Chemieunterricht an der HTBL Pinkafeld.“ begonnen [5]; es stand das SchülerInnenexperiment und seine Auswirkungen auf den Chemieunterricht einer Klasse des ersten Jahrganges an der HTBL Pinkafeld im Mittelpunkt.

Diese Arbeit wird im hier nun vorliegenden Projekt fortgesetzt und erweitert.



HTBL Pinkafeld

## 2 AUFGABENSTELLUNG UND ZIELE

In unserem gesamten Lebensbereich sind chemische Reaktionen allgegenwärtig. Da diese Reaktionen nur sehr selten bewusst wahrgenommen werden, hat der Chemieunterricht das Ziel, den SchülerInnen das Wesen der Naturwissenschaft Chemie mit ihren Vorgängen und Arbeitsweisen zu vermitteln. Ausgangspunkt für das Verstehen von chemischen Vorgängen können (sollen!) Reaktionen aus der alltäglichen Lebenswelt der SchülerInnen sein, was den Zugang zum Fach Chemie deutlich verbessert (schülerInnennahe Anknüpfungspunkte). Ein weiterer sehr positiver Aspekt im praxisorientierten Unterricht ist das selbst durchgeführte SchülerInnenexperiment. Wie schon das im Vorjahr durchgeführte Projekt [5] eindeutig gezeigt hat, sprechen viele Argumente für einen möglichst häufigen Einsatz von SchülerInnenexperimenten, weil dadurch psychomotorische und affektive Lernziele besser erreicht werden können, wie besseres Lernen durch Eigentätigkeit, das Einüben von manuellen Fertigkeiten, entdeckendes Lernen etc.

Aus dem Spannungsfeld heraus – einerseits möglichst oft SchülerInnenexperimente zu ermöglichen, andererseits mit SchülerInnenklassenzahlen konfrontiert zu sein, die solche Experimente nicht zulassen – entstand die Idee zu dem Gesamtprojekt „praktisch-experimentell orientierter Chemieunterricht“, das nun seine Fortsetzung - mit dem Schwerpunkt offene Lern- und Unterrichtsformen - für den 2. Jahrgang findet.

Das Ziel dieses Projektes war es nun, den Chemieunterricht für eine Klasse des 2. Jahrganges im Rahmen des Schuljahres 2003/04 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. Dabei stellt die Kombination des praktisch-experimentell orientierten Unterrichts mit offenen Lern- und Unterrichtsformen (Eigenverantwortliches Lernen EVA, Kooperatives Lernen etc.) einen wichtigen Schwerpunkt dar. Die Entwicklung und Erprobung unterschiedlicher Sozialformen im Praxisunterricht sowie eine besondere Orientierung zum Schüler / zur Schülerin stehen im Mittelpunkt.

Die unabdingbare Rahmenbedingung für die praktische Durchführung dieses Projektes war – wie auch schon bei dem NWW-Projekt im vorigen Schuljahr –, den Chemieunterricht in halber Klassengröße durchzuführen. Dies wurde durch Bereitstellung von Unterrichtseinheiten durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur - Naturwissenschaftswerkstatt dankenswerterweise ermöglicht.

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

- ⇒ Auswahl der Lehrinhalte für den 2. Jahrgang
- ⇒ Entwicklung von Unterrichtseinheiten und Unterrichtsmaterialien
- ⇒ Praktische Durchführung während des Schuljahres 2003/04 mit einer Klasse der HTBL Pinkafeld
- ⇒ Dokumentation (Arbeitsblätter)
- ⇒ Evaluation (Fragebogen)



## 3 METHODEN

### 3.1 Unterrichtskonzept

Das vorliegende Projekt wurde mit der Klasse 2AE (Elektronik) der Höheren Lehranstalt für Elektronik der HTBL Pinkafeld im laufenden Schuljahr 2003/04 durchgeführt. In dieser Klasse waren nur männliche Schüler; es wird daher folgend auf die Bezeichnung „SchülerInnen“ verzichtet!

Aufgrund des Stundenplans und der 2 zusätzlichen Unterrichtseinheiten ergab sich folgende Einteilung der Unterrichtszeiten: Pro Schülergruppe (je 16 Schüler) gibt es 1 „Theoriestunde“ pro Woche (Unterricht schwerpunktmäßig ohne Schülerexperimente) und alle 2 Wochen 1 Doppelstunde praktisch-experimentell orientierten Unterricht (Unterricht schwerpunktmäßig mit Schülerexperimenten); diese Doppelstunde fand am Nachmittag statt.

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

### 3.2 Unterrichtsraum

Als Unterrichtsraum für den praktisch-experimentell orientierten Unterricht stand der renovierte Chemiesaal zur Verfügung. Bei der Neugestaltung des Chemiesaales wurden 2 Aspekte berücksichtigt:

- Der Chemiesaal muss 36 Sitzplätze (für einen theoriebetonten Unterricht mit Demonstrationsmöglichkeiten) haben.
- Für eine kleinere SchülerInnenengruppe (bis maximal 18 SchülerInnen) soll die Durchführung von SchülerInnenexperimenten möglich sein.

Um mehr Raum vor dem Demonstrationstisch zu schaffen, wurden die fixen Sitzplätze enger zusammen geschoben (schmalere Tische, fix montierte Klappsessel). Dieser Raum und der Demonstrationstisch wurden unter Einbeziehung von 2 Rolltischen für die SchülerInnenexperimente verwendet. Bei geräteintensiven Übungen (mit viel Abwasch) war es schon ein gewisser Nachteil, dass nur ein Wasseranschluss mit einem relativ kleinen Becken im Raum ist; dieses Manko wurde aber in besondere Weise durch die Experimentierfreude und das Engagement der Schüler bei weitem kompensiert. SchülerInnenexperimente sind somit in fast jedem Falle möglich, auch wenn kein perfekt eingerichtetes SchülerInnenlabor zur Verfügung steht.



Chemiesaal

### 3.3 Lehrinhalte

Als Basis für die Auswahl der Lehrinhalte wurde der Lehrplan der Höheren Lehranstalt für Elektronik der HTBL Pinkafeld herangezogen [6]. In der folgenden Aufstellung sind die Themenüberschriften der Jahreslehrinhalte angeführt, wobei die thematischen Schwerpunkte für die experimentellen Unterrichtseinheiten **fett** gedruckt sind:

<b>Kohlenstoff, Oxide des Kohlenstoffs, Kohlensäure und Carbonate,</b>
<b>Einführung in die organische Chemie, Nomenklaturregeln,</b> Alkane, Cycloalkane, Alkene, Alkine, aromatische Verbindungen,
<b>Erdöl (Förderung, Verarbeitung), Erdölprodukte (Treib- und Schmierstoffe),</b>
Halogenkohlenwasserstoffe, (Ozonproblematik), <b>Alkohole,</b> Phenole, <b>Aldehyde,</b> Ketone, Carbonsäuren, Ester, Ether, <b>Organische Stickstoffverbindungen (Drogen, Drogenproblematik),</b>
<b>Öle und Fette, Seifen und Waschmittel (+Umweltprobleme), Kohlenhydrate (Zucker und Stärke)</b> natürliche Makromoleküle (Cellulose, Papier, halbsynth. Fasern), <b>technische Kunststoffe,</b> Recyclingverfahren,
Silicium, Halbleiter, Silicate (Glas, keramische Werkstoffe)Kieselsäuren, organische Siliciumverbindungen, Baustoffe, Beeinflussung der Ökosphäre im Umfeld der Kohlenstoff- und der Siliciumchemie, Umweltanalytik (Luft, Wasser, Boden, <b>Nahrungsmittel</b> ).

### 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)
Einführung in die Laborarbeit	E		Laborordnung, Gefahrensymbole allg., <b>LZ:</b> Sicheren Umgang mit Chemikalien bei den experimentellen Unterrichtseinheiten erlernen
Kohlenstoff	D	A1(3)	<u>Gruppenpuzzle:</u> Diamant, Graphit, Steinkohle <b>LZ:</b> Stoffvermittlung durch Kooperatives Lernen <u>Übungen in Kleingruppen:</u>
		A2(4)	<u>Kohlenstoffversuche:</u> Leitfähigkeit von Graphit, Steinkohle und Braunkohle; Graphit als Elektrodenmaterial in Batterien (Leitfähigkeit, Brennbarkeit), Unterscheidung von Braun- und Steinkohle; Demo-Übung: Steinkohledestillation <b>LZ:</b> Übung nach Anleitung durchführen
Kohlenmonoxid und Kohlendioxid	D	A3(4)	<u>Teamübung im Stationenbetrieb:</u> Herstellung von CO im Labor, Verbrennung und CO <sub>2</sub> , das Gas zum Schütten, das Gas aus der Tablette, Brausepulver. <b>LZ:</b> Übung nach Anleitung durchführen, Arbeiten im Team, Protokollierung, Fragen beantworten
Carbonate	D	A4(4)	<u>Expertenmethode im Stationenbetrieb,</u> 4 verschiedene Übungen, Stoffearbeitung als Gruppenpuzzle: Darstellung von Pottasche, Kalkkreislauf, Härte des Wassers, hartes Wasser und Seife. <b>LZ:</b> EVA, Teamarbeit, Kooperatives Lernen
Einführung in die organische Chemie	D	A5(8)	<u>Partnerübung im Stationenbetrieb:</u> 8 Stationen: Unterschied organischer – anorganischer Stoff, Flammpunkt – Entflammbarkeit, Viskosität von Mineralölen, hydrophil – lipophil, Löslichkeit, Was brennt bei der Kerze? Bau von organischen Molekülen mit dem Molekülbaukasten, Memory Alkane <b>LZ:</b> EVA, Teamarbeit
Erdöl	D	A6(3)	<u>Gruppenpuzzle:</u> Entstehung von Erdöl, Auffinden von Erdöllagerstätten, Bohrverfahren und Förderung; Gestaltung eines Plakates <b>LZ:</b> Stoffvermittlung durch Kooperatives Lernen; Plakatgestaltung im Team

\*) : E...Einzelstunde; D...Doppelstunde;

\*\*): ANr(X) ... Unterrichtseinheit mit Arbeitsblättern (Nr.: Arbeitsblatt-Seriennummer; X.: Anzahl der Arbeitsblätter pro Serie)

Unterrichtseinheit	*)	**)	Beschreibung und Lernziele (LZ)
Alkohol	D	A7(6)  A8(1) alternativ A9(1)	<p><u>Demoversuche mit Schülerbeteiligung:</u></p> <p>Löslichkeit (Hexan, Ethanol, Wasser), Verbrennung von Ethanol, pH-Wert einer wässrigen Ethanollösung, Ethanol und Natrium, Reduktion von CuO mit Ethanol, „Blitze unter Wasser“.</p> <p><u>Partnerübung:</u> Modellversuch zur alkoholischen Gärung (Gärung in der Spritze); Schüler entwerfen zu dieser Übung ein Arbeitsblatt</p> <p><b>LZ:</b> Gefährliche Übungen unter „direkter“ Anleitung durchführen; Kennenlernen eines Modellsystems, Entwurf eines Arbeitsblattes</p>
Gärversuch im Forschungsteam	D + E	A10(1)	<p><u>Teamarbeit:</u></p> <p>Vorgaben: Modellsystem Spritze, 5 Substrate;</p> <p>Schüler entwickeln mit der Schneeballmethode (gestuftes Brainstorming-Verfahren) einen Versuchsplan (Ziel: optimale CO<sub>2</sub>-Produktion); nach Versuchsdurchführung werden die Ergebnisse am PC dokumentiert; jeder Schüler stellt Gärkurven dar (EXCEL) und interpretiert die Ergebnisse.</p> <p><b>LZ:</b> Wichtigkeit der Versuchsplanung erkennen, Teamarbeit, Dokumentation und Interpretation von Versuchsergebnissen üben.</p>
Lebensmittel – Zusatzstoffe	D	A11(2)	<p><u>Partnerübung:</u> Schüler bestimmen anhand von verpackten Lebensmitteln die verwendeten Zusatzstoffe; anschließend Verkostung.</p> <p><b>LZ:</b> Etikettentexte auf verpackten Lebensmitteln bewusst lesen und Zusatzstoffe und deren Wirkung kennen lernen; Chemie mit allen Sinnen erfassen.</p>
Inhaltsstoffe im Zigarettenrauch	D	A12(1)	<p><u>Teamarbeit – Miniprojekt: Koordination der Aufgaben, Bau einer „Rauchmaschine“, kontrolliertes Abrauchen, Verdünnen von Haupt- und Nebenstromrauch, Schadstoffmessung mit Dräger-Prüfröhrchen, Literaturrecherche (Schadstoffe).</u></p> <p><b>LZ:</b> <u>Teamarbeit organisieren lernen und Aufgaben verteilen, Erstellen eines Berichtes.</u></p>

\*) : E...Einzelstunde; D...Doppelstunde;

\*\*): ANr(X) ... Unterrichtseinheit mit Arbeitsblättern (Nr.: Arbeitsblatt-Seriennummer; X.: Anzahl der Arbeitsblätter pro Serie)

Unterrichtseinheit	*)	**)	<u>Beschreibung und Lernziele (LZ)</u>
Fette – Margarine	D	A13(2)	<u>Teamarbeit</u> : Versuche zur Fettgewinnung (Ausschmelzen, Pressen, Extrahieren), Herstellung von Margarine (mit anschließender Verkostung).  <b>LZ</b> : Arbeiten im Team, Protokollierung, Alltagsprodukte, Chemie mit allen Sinnen erfassen.
Kunststoffe	D	A14(4)	<u>Expertenmethode im Stationenbetrieb</u> , 4 verschiedene Übungen Stoffverarbeitung als Gruppenpuzzle: Herstellung von expandiertem Polystyrol, superabsorbierende Polymere, Herstellung von PUR-Schaum, Herstellung eines Polyvinylalkohol-Gels (Slime)  <b>LZ</b> : EVA, Teamarbeit, Kooperatives Lernen

\*) : E...Einzelstunde; D...Doppelstunde;

\*\*): ANr(X) ... Unterrichtseinheit mit Arbeitsblättern (Nr.: Arbeitsblatt-Seriennummer; X.: Anzahl der Arbeitsblätter pro Serie)

Bei der Auswahl der Unterrichtsmethoden wurde aufbauend von üblichen „traditionellen“ Methoden (das Arbeitsblatt als reine Anweisung zur Übungsdurchführung – „Kochrezept“) hin zu Offenen Lernformen (Arbeiten im Team, Kooperatives Lernen (Expertenmethode, Gruppenpuzzle), „Eigenverantwortliches Arbeiten – EVA“, Miniprojekt, Gestaltung eines Plakates) gearbeitet. Bei allen Unterrichtseinheiten wurde die Zusammenarbeit mit einem Partner oder das Arbeiten im Team als wichtiges Prinzip dieses gesamten Projektes betont und gefördert.

### 3.5 Evaluation

Die Schüler waren am Projekt in hohem Maße beteiligt, als Durchführende der Aufgabenstellungen (chemische Experimente, Unterrichtsformen) und als Probanden, deren Reaktionen auf den Unterricht untersucht wird, um daraus Konsequenzen für die Weiterarbeit abzuleiten. Zur Evaluation wurde den Schülern nach der letzten experimentellen Unterrichtseinheit 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. 32 Schüler füllten den Fragebogen aus und beantworteten die Fragen. Die Gesamtergebnisse der Schülerbefragung befinden sich im Anhang 2. Ausgewählte Ergebnisse der Befragung werden im nächsten Kapitel diskutiert.

## 4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

### 4.1 Arbeitsblätter und Unterrichtseinheiten

Die Entwicklung und Erprobung der Arbeitsblätter im praktisch-experimentell orientierten Unterricht war das zentrale Ziel dieser Arbeit. Es wurden 11 Arbeitsblattserien mit in Summe 44 Arbeitsblättern entwickelt; sie sind im Anhang 1 angeführt.

Bei der **Einführung in die Laborarbeit** wurde die Laborordnung (siehe Anhang 3), Gefahrensymbole, R- und S-Sätze und der sichere Umgang mit Chemikalien und Geräten besprochen.

Bei der Einheit **Kohlenstoff** wurde bereits mit Methoden des Kooperativen Unterrichts begonnen. Beim Gruppenpuzzle oder der so genannten Jigsaw-Methode [7, 8] erarbeiten die Schüler den Stoff mit einem Selbststudienmaterial; zuerst allein und dann zusammen mit Schülern, die das gleiche Stoffgebiet bearbeiten (Expertenrunde). Anschließend werden die Gruppen so gemischt, dass in den nun gebildeten Unterrichtsrunden Vertreter aus allen Expertenrunden sitzen. Die Experten unterrichten ihre Klassenkameraden auf ihrem Spezialgebiet; alle bringen ihr „Spezialwissen“ ein und gemeinsam setzt das Team das Wissen wie ein Puzzle zusammen. Bei dieser Einheit ging es vor allem darum, den Stoff möglichst effektiv zu erarbeiten und dann im zweiten Teil bei den Übungen in Kleingruppen entsprechend anzuwenden und zu vertiefen.

Die Teamübung im Stationenbetrieb **Kohlenmonoxid und Kohlendioxid** wurde in von den Schülern selbst gewählten Teams absolviert; wichtig war hier die Protokollierung und die Beantwortung der „kniffligen Fragen“ (zur Anwendung und Überprüfung des erworbenen Wissens).

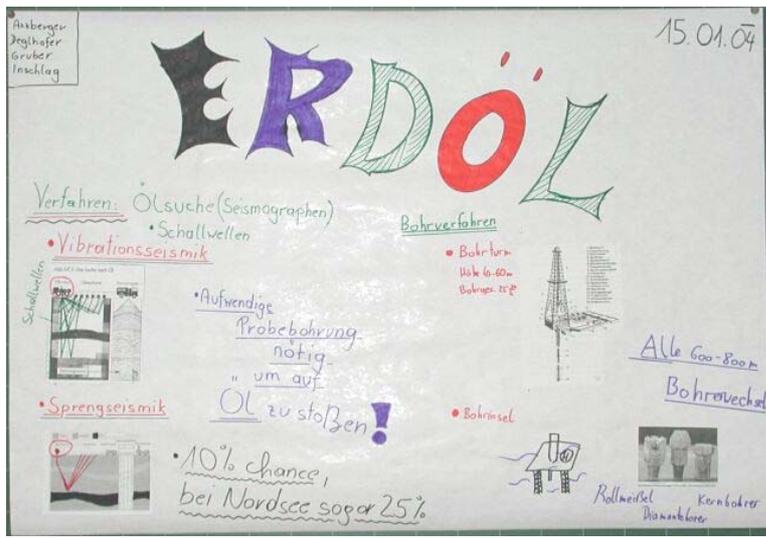
Eine Kombination der bisher eingesetzten Unterrichtsmethoden wurde bei der Übung **Carbonate** als Expertenmethode im Stationenbetrieb angewandt und soll hier näher erläutert werden:

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-Phase tauschten die Experten 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 Expertenrunden nun 4 Unterrichtsrunden derart, dass sich in jeder Unterrichtsrunde 4 verschiedene Experten befanden. Jeder Schüler bekam nun sein Übungsblatt mit den Anweisungen zur Übungsdurchführung, Entsorgungshinweisen und auf der Rückseite die nun schon bekannten „kniffligen Fragen“. Dann wurden unter der Leitung jedes Experten die Übungen gemeinsam durchgeführt und die „kniffligen Fragen“ beantwortet. Nach Abschluss dieser Übung übernimmt der nächste Experte die Leitung über die Durchführung der nächsten Übung. Ein besonderer Vorteil dieser Methode besteht darin, dass das erwor-

bene Expertenwissen der Expertenrunden in den Unterrichtsrunden für die Lösung einer Problemstellung angewendet wird; durch diese „Neumischung“ der Gruppenzusammensetzungen öffnen sich für die Schüler neue Perspektiven. Dies bedeutet, dass Wissen vernetzt und konkretisiert wird. In Summe werden wichtige Lernprozesse und das Selbstvertrauen der Lernenden gefördert [9].

Bei der Partnerübung im Stationenbetrieb **Einführung in die organische Chemie** wurde besonderer Wert auf die Prinzipien des „EigenVerantwortlichenArbeitens – EVA“ nach Klippert [10], wie erschließendes Arbeiten, produktives, kommunikatives und exploratives Handeln gelegt. Trotz der relativ großen Zahl von 8 Stationen wurden die Übungen von allen Schülern in dieser Doppelstunde ohne Schwierigkeiten gemeistert und auf dem „Laufzettel“ entsprechend protokolliert.

Bei der Einheit **Erdöl** wurde die Unterrichtsmethode des Gruppenpuzzles zur Erarbeitung des Lehrinhaltes gewählt. Dann hatte jede Unterrichtsrunde die Aufgabe, ein Plakat zu gestalten und zu präsentieren. Im Rahmen der Plakatgestaltung kam es bei den Schülern zu einer intensiven Diskussion über Gestaltungselemente (Schriftgrößen, Farben, Abbildungen) und den inhaltlichen Aufbau des Plakates. Bei der abschließenden Plakatpräsentation wurden in einer „Stärken-Schwächen-Analyse“ die Plakate besprochen.



Schülerarbeiten: 2 Plakatgestaltungen zur Einheit Erdöl



Die Unterrichtseinheit **Alkohol** gliederte sich in 2 Abschnitte: Im ersten Teil wurden im Rahmen von Demonstrationsversuchen Experimente mit Schülerbeteiligung durchgeführt, die aufgrund ihrer Gefährlichkeit als reine Schülerexperimente ungeeignet sind. Das Ausmaß der Schülerbeteiligung richtete sich nach der Gefährlichkeit des Experimentes; die entsprechende Arbeitsblattserie A7 ist in erster Linie als Hilfestellung für LehrerInnen gedacht. Die Beteiligung der Schüler an auch gefährlicheren Experimenten wurde von ihnen sehr positiv aufgenommen.

Im zweiten Teil der Doppelstunde wurde in einer Partnerübung ein Modellsystem für die alkoholische Gärung vorgestellt, das in sehr kurzer Zeit (ca. 20 Minuten) die Produktion von  $\text{CO}_2$  durch Backhefe anschaulich sichtbar macht. Das Arbeitsblatt A8 ist die Anleitung für diese Übung; die Schüler hatten nämlich die Zusatzaufgabe, zu diesem Versuch selbst ein Arbeitsblatt zu entwerfen. Bei dieser Vorgangsweise wird die Anleitung den Schülern nicht ausgehändigt sondern als Folie projiziert. Als Alternative steht ein übliches Arbeitsblatt (A9) für diese Übung zur Verfügung.

Andreas Kremmer

Arbeitsblatt Gärung

Für diesen Versuch benötigt man:

Geräte:

- 20ml Spritze
- Kanüle
- Stopfen
- Standzylinder
- Thermometer
- Elektrische Waage
- 2 Stk. Bechergläser (250ml)

Chemikalien:

- Haushaltszucker
- Backhefe (frisch)

Ablaufvorgang:

- 1.) Erstelle zwei Lösungen mit 20g Zucker und 100ml Wasser und eine andere mit 10g Hefe und 100ml Wasser.
- 2.) Fülle die Spritze mit 5ml Hefe Suspension und 10ml Zuckerlösung. Danach reduziere den Spritzeninhalt auf 10ml. (gut schütteln)
- 3.) Befestige die Kanüle am Stopfen und an der Spritze, dann befülle den Standzylinder mit ca. 40°C heissem Wasser.
- 4.) Das ganze Gärsystem im Zylinder versenken und unbedingt die Steilheit notieren.

Beobachtungen: Es entsteht Kohlendioxid, dadurch wird der Stempel der Spritze nach oben gedrückt. Das Volumen der Lösung bleibt aber gleich, und in der Lösung entsteht Alkohol.  
Beobachtung nach 30. Minuten.

Schülerarbeitsblatt zur Übung Gärung in der Spritze

Eine Fortsetzung des eben beschriebenen Modellversuchs zur alkoholischen Gärung stellte der **Gärversuch im Forschungsteam** dar; Voraussetzung dafür war, dass die Schüler im Umgang mit der Spritze als „Minifermenter“ vertraut waren. Die Schüler entwickelten nun in einem gestuften Brainstorming-Verfahren (Schneeballmethode) nach Klippert [11] einen Versuchsplan: Zuerst wurden die Vorgaben (Brainstorming-Impuls) als Folie projiziert (Folienvorlage: Arbeitsblatt A10) und jedem Schüler die Aufgabe gestellt, einen Versuchsplan für maximale CO<sub>2</sub>-Produktion zu überlegen. Dies erfolgte zunächst allein in einer kurzen Überlegungsphase, dann zu zweit, zu viert und schließlich die zwei Achterteams miteinander. In jeder Stufe mussten sich die Schüler auf machbare Versuchsschritte (Zeitrahmen!) verständigen und entsprechend informieren, argumentieren, diskutieren und selektieren. Für die Schneeballmethode wurde etwa 30 Minuten benötigt. Die Schüler einigten sich (mit einer gewissen Mithilfe von mir) auf jeweils 2 verschiedene Substratkonzentrationen (10 und 20 g) und 2 Temperaturen (40 und 60°C). Hierbei zeigte sich, dass die Doppelstunde zu kurz für die Durchführung aller Versuche war. Die zweite Serie bei 60°C wurde in der folgenden Einzelstunde durchgeführt, wobei die Schüler auf meinen Rat zuerst einen Vorversuch mit einem Substrat durchführten. Sie erkannten dabei, dass Hefezellen Lebewesen sind, die bei 60°C absterben (erfahrungsgeleitetes Lernen!). Die restliche Zeit wurde für die Auswertung und Protokollierung verwendet.

Bei der Partnerübung **Lebensmittel – Zusatzstoffe** bestimmten die Schüler anhand von verpackten Lebensmitteln die verwendeten Zusatzstoffe. Zur Einführung in die Thematik Verpackung und Deklaration von Lebensmitteln (Verpackungsverordnung) kann das Arbeitsblatt A11/2 zur Unterrichtsvorbereitung oder als Folienvorlage verwendet werden. Nachdem die Schüler in die Materie eingeführt wurden, bekamen sie verschiedenste verpackte Lebensmittel. Sie bestimmten nun mit ihrem Partner anhand des Arbeitsblattes A11/1 verschiedene produktspezifische Daten. Anschließend wurden die Lebensmittel im Hinblick auf die verwendeten Zusatzstoffe (Wirkung im Lebensmittel, mögliche Wirkung beim Konsument) im Dialog mit den Schülern besprochen; abschließend erfolgte die Verkostung der Lebensmittel. Diese Übung zeigte sehr schülernahe Anknüpfungspunkte aus dem lebensweltlichen Alltag und ermöglichte es weiters, die Chemie mit allen Sinnen zu erfassen.

Die Unterrichtseinheit **Inhaltsstoffe im Zigarettenrauch** wurde in Form eines „Mini-Projektes“ durchgeführt. Die Schüler lernten dabei Teamarbeit zu organisieren, Aufgaben zu verteilen, durchzuführen und die nötigen Daten für den Bericht zu sammeln. Als Hilfestellung für die Projektorganisation diente das Arbeitsblatt A12, auf dem die wichtigsten Punkte für die Durchführung vermerkt waren. Es gelang den Schülern recht gut, die experimentellen Aufgaben (Bau der Rauchmaschine, Schadstoffmessung) und die Literaturrecherche sowie die Berichtlegung im Team zu organisieren. Mein Wunsch nach einer Abschätzung der Belastung eines Aktiv- und Passivrauchers überforderte die Schüler doch erheblich; derartige Überlegungen stellten die Schüler nicht an.

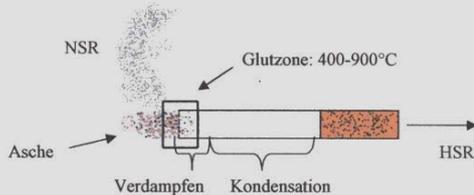
Versuche mit Speisefetten standen in der Unterrichtseinheit **Fette – Margarine** im Mittelpunkt. Die Schüler stellten mit großer Begeisterung Margarine her und gewannen mit verschiedenen Methoden unterschiedliche Fettproben. Es zeigte sich wieder, dass die „sinnliche“ Erfassung eines chemischen Inhalts von besonderer Bedeutung ist; die Schülergruppe „verdrückte“ eine größere Brotmenge bei der Verkostung der verschiedenen Fettproben!

# ACOL-Protokoll: Zigarette

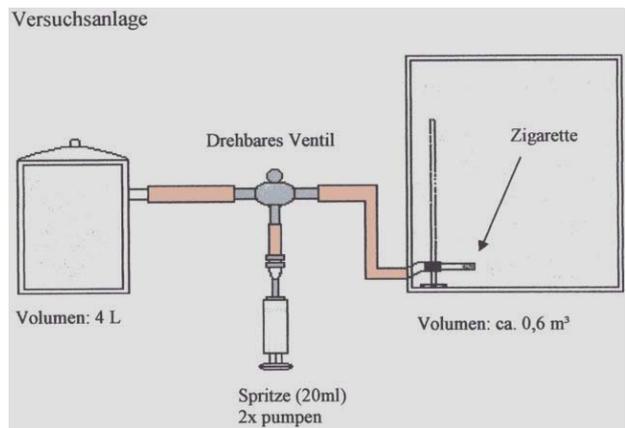
Hauptstromrauch HSR: beim Zug  
 Gluttemperatur 700-900° C  
 Vollständigere Verbrennung als beim NSR

Nebenstromrauch:  
 bei Zugpausen  
 Gluttemperatur 400-600° C  
 Unvollständige Verbrennung

Tabakrauch hat bis zu 12000 Inhaltsstoffe



$40 \text{ ml}^{\text{Zug}}$   $1 \text{ Zug}^{\text{Minute}}$   $10 \text{ Zug}^{\text{Zigarette}}$   
 Nur Schadstoffaustausch in der Lunge, keine vollständige Absorption  
**Messtechnik:** Dräger Prüfröhrchen  
 Letale Dosis = tödliche Dosis  
**LD<sub>50</sub>:** 50% der Versuchstiere tödlich; **LD<sub>Mensch</sub>:** tödlich f. Menschen  
**Nikotin:** giftiger als Zyankali; MAK:  $05 \text{ mg}/\text{m}^3$ ; Stickstoffalkaloid  
 Suchtgefahr, Gefäßverengung  
**CO:** HSR 3-5%, NSR 1% CO; MAK: 50ppm  
 10% des verfügbaren Hämoglobins sind blockiert  
**Formaldehyd:** H2C=O MAK: 1ppm  
**Ammoniak:** NH3 **Amine:** R-NH2  
 MAK: 35ppm NSR: 100-500 mal mehr als bei HSR  
**Stickoxide (NO<sub>x</sub>):** MAK: 5ppm, 0,4ppm stören bereits Stoffwechsel  
**Blausäure (HCN):** HSR: 100-400 mg HCN NSR: ½ Menge HCN



Hauptstromrauch: 40ml Rauch; 10x → auf 4 L verdünnt  
 Nebenstromrauch: 1 Zigarette → 0,57 m<sup>3</sup>  
**MAK = Maximale Arbeitsplatzkonzentration**  
**Arbeitsgang:** Zigarette anzünden und in die Halterung geben  
 Ventil entsprechend der Ansaug- und Ausstoßrichtung drehen; mit der Spritze 20ml ansaugen, diese ausstoßen ins 4 L Gefäß; dies gleich wiederholen und nach je 1 Minute wieder, bis 10 Züge erreicht sind  
 Am Ende die Schadstoffkonzentrationen mit den Dräger Prüfröhrchen messen

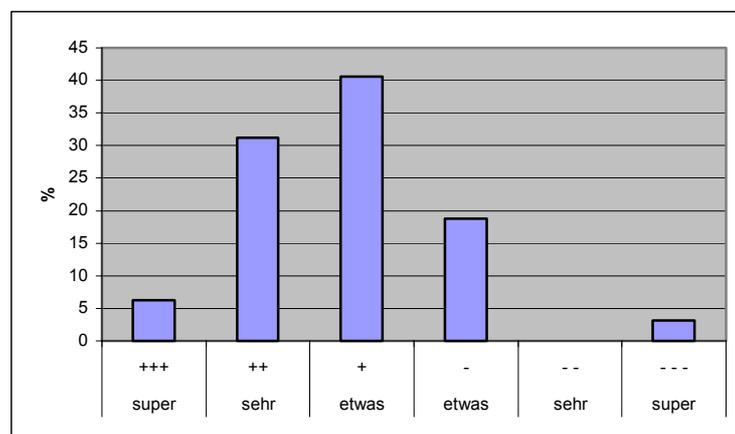
	MAK(mg/m³)		HSR (ppm)	NSR (ppm)
Ammoniak	35	55 ppm	1	4,5
CO	33	30 ppm	300	40
Stickoxide	?	0,8 ppm	1, 7	0,3
Formaldehyd	1, 2	0,8 ppm	nn	nn

Norbert Gaugl 2 AE

## Schülerprotokoll zur Übung Schadstoffe im Zigarettenrauch

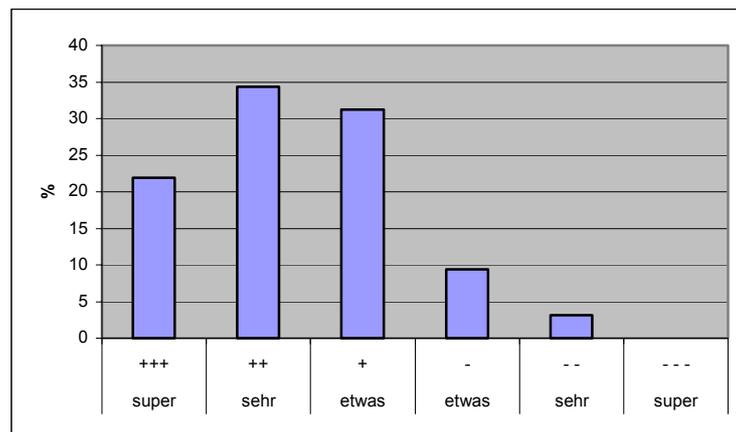
Die letzte Übung **Kunststoffe** wurde nach dem bewährten Muster der Expertenmethode im Stationenbetrieb durchgeführt. Wieder zeigte es sich, dass diese Methode des Kooperativen Lernens für die Aneignung eines neuen Lehrstoffes und die damit gekoppelte Durchführung von Schülerexperimenten sehr gut geeignet ist.

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



Wie das Befragungsergebnis zeigt, ist bei 2/3 der Schüler eine grundsätzliche Zustimmung zum Arbeiten mit Arbeitsblättern zu sehen, wobei die leichte Zustimmung überwiegt. Dass die Arbeitsblätter in Verbindung mit der Unterrichtsmethode „Gruppenarbeit – Expertenmethode“ von den Schülern zum überwiegenden Teil (fast 90%) – auch emotional – positiv angenommen wurden, zeigt das folgende Ergebnis.

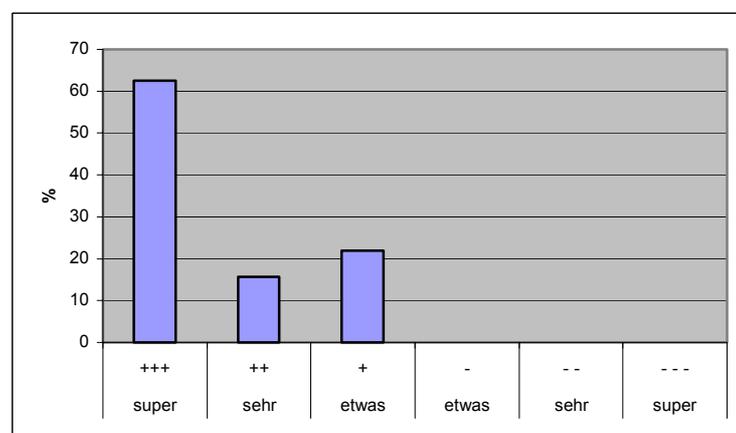
**Frage: Die Methode „Gruppenarbeit – Expertenrunde“ macht mir viel Spaß / keinen Spaß**



## 4.2 Teamarbeit

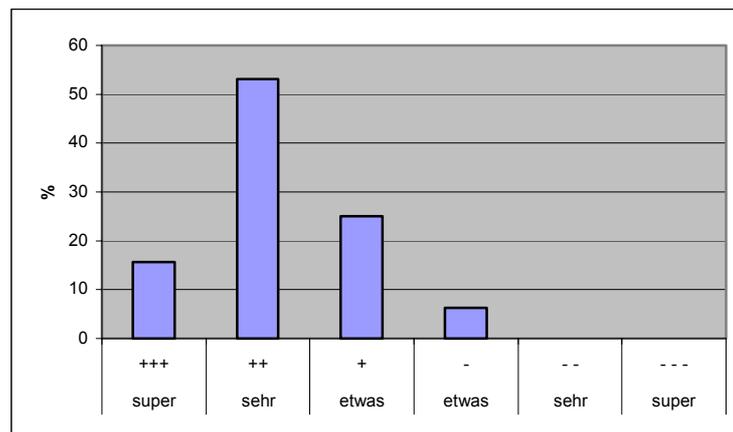
Die Frage, ob die Schüler gerne im Team arbeiten, wurde bewusst im oberen Teil des Fragebogens gestellt, um eine grundsätzliche Einstellung zur Teamarbeit zu hinterfragen. Die Antworten zeigen eine sehr deutliche Zustimmung.

**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 Schüler in diesem Unterricht in Bezug auf die Teamarbeit ab. Es kam dabei nur zu einer leichten Verschiebung in Richtung geringere Zustimmung; der Schluss liegt daher nahe, dass die Schüler die Teamarbeit im praktisch-experimentell orientierten Chemieunterricht positiv erlebten.

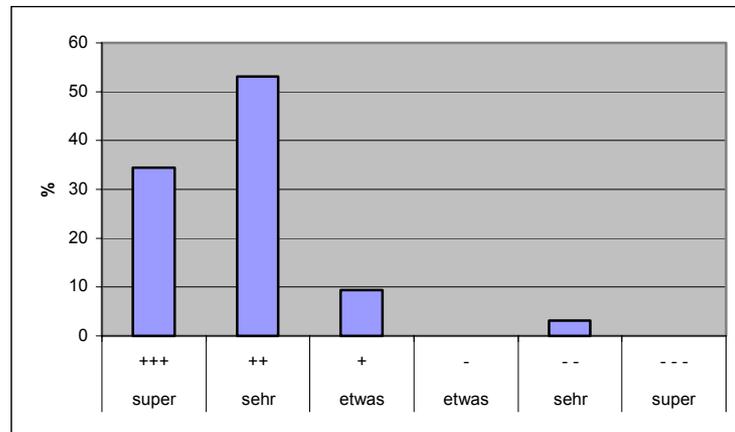
**Frage: Seit diesem Unterricht finde ich Teamarbeit wichtig / Ich finde Teamarbeit nach wie vor unwichtig**



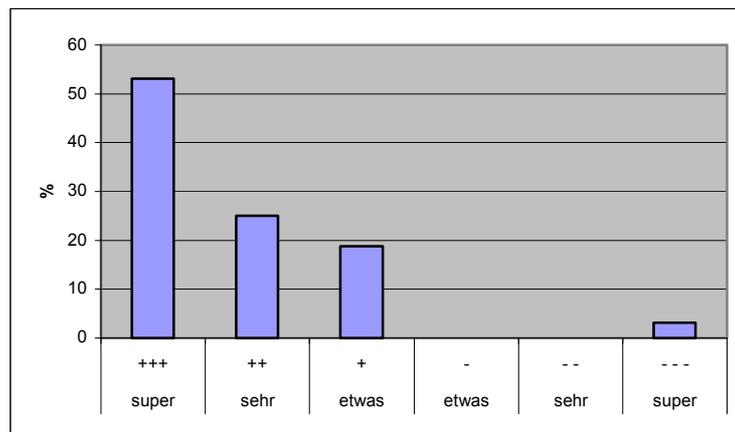
Bei der offenen Frage „**Was hast du für dich persönlich in diesem Chemieunterricht gelernt:**“ antworteten über 40% der Schüler ... *im Team zu arbeiten* und ... *wie wichtig Teamarbeit ist!* Dieses Ergebnis zeigt in ähnlicher Weise wie bei der Befragung im Vorjahr [5], dass für viele Schüler generell der Stellenwert der Teamarbeit deutlich zugenommen hat und auch viele die Situation der Teamarbeit erstmalig richtig erfahren haben durften.

### 4.3 Unterrichtsakzeptanz

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

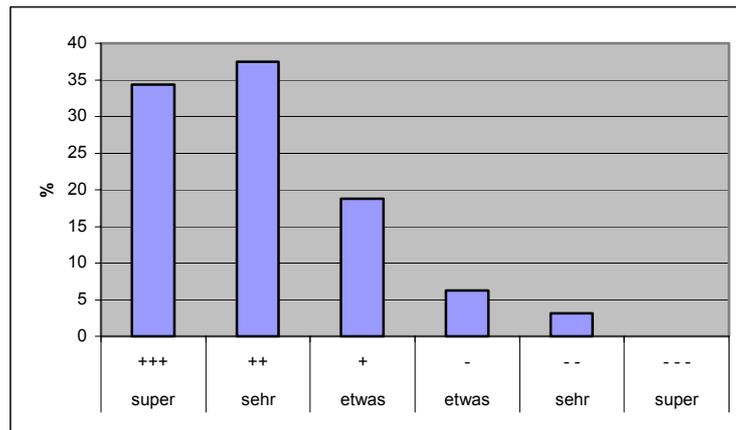


*Frage: Ich habe viel Spaß / grundsätzlich keinen Spaß dabei*



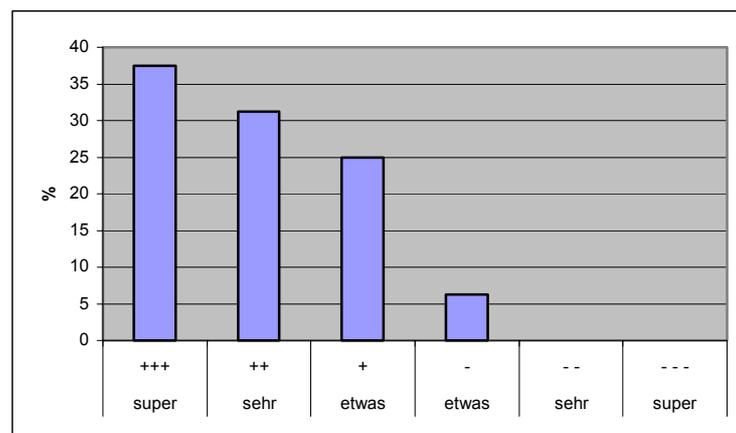
Die Antworten auf diese beiden Fragen unterstreichen die große Zustimmung zu dieser Art des Chemieunterrichtes, besonders auch auf emotionaler und menschlicher Ebene.

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



Sehr viele Schüler sehen einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem praktischen Experiment und einem besseren Verstehen der Chemie; dies kam auch bei der offenen Frage „**Was hast du für dich persönlich in diesem Chemieunterricht gelernt:**“ zum Ausdruck: Fast 30% der Schüler antworteten *....durch die Experimente verstehe ich die theoretischen Inhalte leichter!*

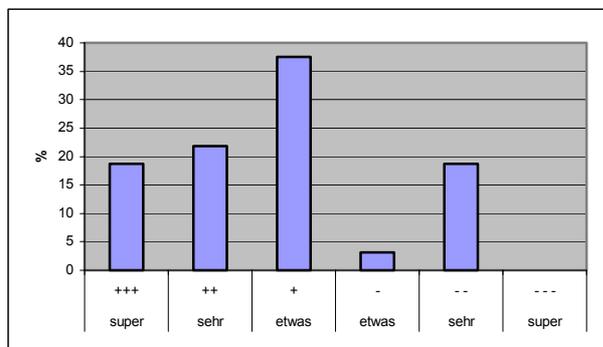
**Frage: Den Alltagsbezug finde ich wichtig / Der Alltagsbezug ist mir egal**



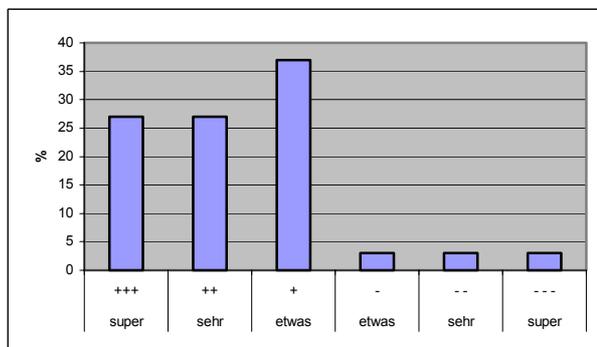
Diese hohe Zustimmung zur Wichtigkeit des Alltagsbezugs bei diesem Chemieunterricht kam auch bei den Antworten zur offenen Frage „**Was hast du für dich persönlich in diesem Chemieunterricht gelernt:**“ zum Ausdruck: Mehr als 30% der Schüler antworteten *....wichtige Dinge, die man auch im Alltag anwenden kann!*

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

Aktuelle Befragung (32 Antworten)



NWW-Projekt 2002/03 [5] (30 Antworten)



Bezüglich des erworbenen theoretischen Grundwissens hegt etwa ein Drittel der Schüler die Sorge, nur teilweise in ausreichendem Maße ausgestattet worden zu sein. Dieses Ergebnis ist nahezu deckungsgleich mit den Umfrageergebnissen aus der vorjährigen Befragung [5]. Wieder zeigten die erbrachten schriftlichen und mündlichen Leistungen der Schüler – bei Tests und auch bei der Bearbeitung der Arbeitsblätter –, dass sie theoretisches Grundwissen in ausreichendem und mit SchülerInnen anderer Klassen vergleichbarem Maße erlangt haben. Nach meiner Meinung entsteht bei einigen Schülern deshalb dieser Eindruck, weil die „Theorie“ in Form von chemischen Zusammenhängen über das Experiment vermittelt wurde und auch nicht zentrales Anliegen bei Prüfungen war. „Theoretische“ Prüfungsfragen wurden nicht ohne den entsprechenden praktischen Kontext gestellt.

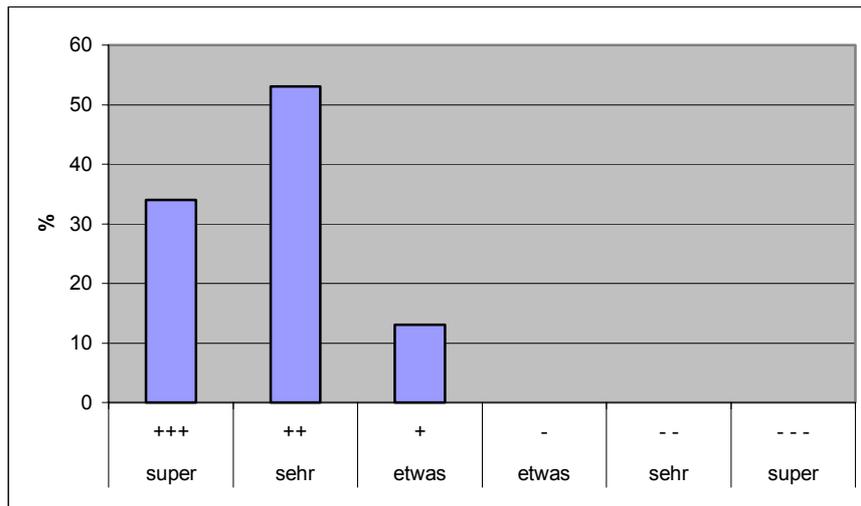
## **4.4 Persönliche Eindrücke**

Die objektiv bewertbaren Leistungen der Schüler (schriftliche Tests) waren absolut mit den Leistungen der SchülerInnen anderer Klassen vergleichbar. Beim praktischen Arbeiten und bei mündlichen Wiederholungen zeigten die Schüler jedoch ein besseres Verständnis für chemische Zusammenhänge; dies lässt sich auf das persönliche Experimentieren zurückführen.

Fast alle Schüler erlebten den praktischen Unterricht mit großer Freude und hatten viel Spaß am experimentellen Arbeiten. Sowohl die Zusammenarbeit und Teamfähigkeit als auch die Klassengemeinschaft nahm im Laufe des Schuljahres zu. Wie aber auch im Vorjahr ergaben sich geringfügige Konflikte beim Aufräumen und Säubern der Geräte und Arbeitstische.

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. Die schwerpunktmäßige Verwendung von offenen Lern- und Unterrichtsformen kombiniert mit einem praktisch-experimentell orientierten Unterricht machte den Unterricht abwechslungsreich und „bunt“. Die Schüler erlebten die Chemie als praktische und alltagsrelevante Entdeckungsreise. Somit wurden bei den Schülern wichtige soziale Schlüsselkompetenzen gefördert und es wurde in Summe eine positivere Einstellung zum Fach Chemie erreicht.

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



## 5 LITERATUR

- [1] HEUMANN, K.: Anleitung zum Experimentieren bei Vorlesungen über anorganische Chemie zum Gebrauch an Universitäten und Technischen Hochschulen sowie beim Unterricht an höheren Lehranstalten. Braunschweig 1876.
- [2] 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. Unter „Innovationen“ zu finden auf <http://imst.uni-klu.ac.at>
- [3] 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>
- [4] 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>
- [5] JAKLIN, J.: Praktisch-experimentell orientierter Chemieunterricht an der HTBL Pinkafeld. Naturwissenschaftswerkstatt Projekt 2002/03. HTBL Pinkafeld 2003. Unter „Innovationen und Unterrichtsprojekte“ zu finden auf <http://www.nww-web.at>
- [6] BGBl. II – vom 14. Oktober 1997 – Nr. 302 Anlage 1.1.4 (ab 1999/2000 aufsteigend geführt), Schulformkennzahl 8270, I. und II. Jgg.
- [7] 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).
- [8] FREY-EILING, A., FREY, K., Das Gruppenpuzzle. <http://www.educeth.ch/didaktik/puzzle/index.html>.
- [9] GRÄSEL, C.: Regionale Lehrerfortbildung „Kooperatives Lernen“, 10. März 2000, Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik der Universität München, Handreichung.
- [10] KLIPPERT, H.: Eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen. Bausteine für den Fachunterricht. Beltz Verlag, Weinheim und Basel 2001.
- [11] KLIPPERT, H.: Kommunikationstraining. Übungsbausteine für den Unterricht. Beltz Verlag, Weinheim und Basel 2002, S. 150.

## 6 ANHANG 1: ARBEITSBLÄTTER

<b>Arbeitsblatt-Serien</b>	<b>Nummer *)</b>
<b>Kohlenstoff</b>	<b>A1(3)</b> <b>A2(4)</b>
<b>Kohlenmonoxid und Kohlendioxid</b>	<b>A3(4)</b>
<b>Carbonate</b>	<b>A4(4)</b>
<b>Einführung in die organische Chemie</b>	<b>A5(8)</b>
<b>Erdöl</b>	<b>A6(3)</b>
<b>Alkohol</b>	<b>A7(6)</b> <b>A8(1)</b> <b>alternativ</b> <b>A9(1)</b>
<b>Gärversuch im Forschungsteam</b>	<b>A10(1)</b>
<b>Lebensmittel – Zusatzstoffe</b>	<b>A11(2)</b>
<b>Inhaltsstoffe im Zigarettenrauch</b>	<b>A12(1)</b>
<b>Fette – Margarine</b>	<b>A13(2)</b>
<b>Kunststoffe</b>	<b>A14(4)</b>

\*) : ANr(X) ... Nr.: Arbeitsblatt-Seriennummer; X.: Anzahl der Arbeitsblätter pro Serie

# 7 ANHANG 2: GESAMTERGEBNISSE EVALUATION

## 7.1 Geschlossene Fragen

	super +++	sehr ++	etwas +	etwas -	sehr --	super ---	
Ich finde das Fach Chemie wichtig für meinen späteren Beruf	3	6	69	6	13	3	Ich finde das Fach Chemie unwichtig für meinen späteren Beruf
Mit den Arbeitsbedingungen im Chemiesaal war ich zufrieden	44	50	6	0	0	0	Mit den Arbeitsbedingungen im Chemiesaal war ich unzufrieden
Für die praktische Abwicklung der Übungen war genug Zeit	28	44	22	0	3	3	Für die praktische Abwicklung der Übungen war zu wenig Zeit
Diese Art des Unterrichts gefällt mir	34	53	9	0	3	0	Diese Art des Unterrichts gefällt mir nicht
Der Arbeitsaufwand war gerade richtig	28	50	16	6	0	0	Der Arbeitsaufwand war zu viel
Beim praktischen Arbeiten hänge ich mich total rein	19	47	34	0	0	0	Es ist mir total egal
Die praktischen Experimente sind sehr leicht	16	47	22	16	0	0	Die praktischen Experimente sind sehr schwierig
Ich habe viel Spaß dabei	53	25	19	0	0	3	Ich habe grundsätzlich keinen Spaß dabei
Ich mache viel mehr als die anderen	6	16	63	9	3	3	Ich mache viel weniger als die anderen
Ich arbeite sehr gerne im Team	63	16	22	0	0	0	Ich arbeite lieber allein
Die Methode „Gruppenarbeit – Expertenrunde“ macht mir viel Spaß	22	34	31	9	3	0	Die Methode „Gruppenarbeit – Expertenrunde“ macht mir keinen Spaß
Die Experimente helfen mir, Chemie besser zu verstehen	34	38	19	6	3	0	Die Experimente sind bloß Spielerei
Den Alltagsbezug finde ich wichtig	38	31	25	6	0	0	Der Alltagsbezug ist mir egal
Die Methode mit den Arbeitsblättern mag ich	6	31	41	19	0	3	Die Methode mit den Arbeitsblättern mag ich überhaupt nicht
Bei vielen Übungen möchte ich gerne mehr machen	13	34	44	9	0	0	Bei vielen Übungen fühle ich mich überfordert
Ich habe ausreichend theoretisches Grundwissen erworben	19	22	38	3	19	0	Eigentlich habe ich zu wenig Theorie gelernt

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

	super +++	sehr ++	etwas +	etwas -	sehr --	super ---	
Chemie werde ich später in der Praxis brauchen	0	9	44	34	3	9	Chemie werde ich später in der Praxis nie brauchen
Prof. Jaklin kennt sich in seinem Stoffgebiet aus	94	6	0	0	0	0	Prof. Jaklin kennt sich in seinem Stoffgebiet nicht aus
Prof. Jaklin ist im Umgang mit uns geduldig	75	19	3	0	0	3	Prof. Jaklin ist im Umgang mit uns ungeduldig
Sein Unterricht ist stets interessant und spannend	28	50	6	13	0	3	Sein Unterricht ist uninteressant und fad
Die Übungen sind gut vorbereitet	81	16	0	3	0	0	Die Übungen sind schlecht vorbereitet
Prof. Jaklin vermittelt den Stoff verständlich und klar	38	44	16	0	0	3	Prof. Jaklin vermittelt den Stoff unklar und unverständlich
Die Art, wie Prof. Jaklin den Unterricht gestaltet, gefällt mir	41	44	16	0	0	0	Die Art, wie Prof. Jaklin den Unterricht gestaltet, gefällt mir nicht
Im Vergleich zu anderen Fächern ist Chemie leicht	22	41	25	6	3	3	Im Vergleich zu anderen Fächern ist Chemie schwer
Man bekommt leicht eine gute Note	13	53	19	13	0	3	Man bekommt schwer eine gut Note
Auch in anderen Fächern möchte ich so einen Unterricht	34	31	25	3	6	0	So einen Unterricht brauche ich nicht
Seit diesem Unterricht finde ich Teamarbeit wichtig	16	53	25	6	0	0	Ich finde Teamarbeit nach wie vor unwichtig
Gesamtbeurteilung: Dieser Chemieunterricht hat mir gefallen	34	53	13	0	0	0	Gesamtbeurteilung: Dieser Chemieunterricht hat mir nicht gefallen

32 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 (von 32 Antworten)
<b>Fette – Margarine</b>	27
<b>Lebensmittel – Zusatzstoffe</b>	25
<b>Inhaltsstoffe im Zigarettenrauch</b>	25
<b>Alkohol</b>	22
<b>Kohlenmonoxid und Kohlendioxid</b>	19
<b>Gärversuch</b>	18
<b>Kunststoffe</b>	13
<b>Erdöl</b>	11
<b>Carbonate</b>	8
<b>Kohlenstoff</b>	5
<b>Einführung in die organische Chemie</b>	2

Was hast du für dich persönlich in diesem Chemieunterricht gelernt:

Antworten:	ANZAHL NENNUNGEN (von 32 Antworten)
im Team zu arbeiten, wie wichtig Teamarbeit ist	14
den Bezug zwischen Chemie und Alltag	10
experimentbezogener Unterricht war verständlicher	9
experimentbezogene Antworten	6
Umgang mit chemischen Stoffen	4
konsequent und genau zu arbeiten	2
Mit Spaß zu lernen	1

**Mein Gesamteindruck zu diesem Chemieunterricht:**

Antworten:	ANZAHL NENNUNGEN (von 32 Antworten)
generelle positive Zustimmung	15
Unterricht war interessant	10
Unterricht war lustig, hat Spaß gemacht	9
Unterricht war lehrreich	6
Unterricht war gut vorbereitet	3
Die Theorie war „trocken“	2
sollte auch in anderen Fächern so sein	2
Unterricht war praxisbezogen	1

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

Antworten:	ANZAHL NENNUNGEN (von 32 Antworten)
weiter so	6
auch für andere Klassen so einen Unterricht anbieten	3
Gruppeneinteilung besser organisieren	2
mehr „gefährlichere“ Versuche machen	2
Stoff mehr strukturieren	2
Mehr kleinere Tests schreiben	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 benützten 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 Aufbewahrungsorte zurückzubringen.
16. Das Labor ist in Ordnung und Sauberkeit zu verlassen.

Sept. 2003