



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung  
S2 „Grundbildung und Standards“**

---

# **INNOVATIVER CHEMIEUNTERRICHT IN MODULEN – AUS DER PRAXIS FÜR DIE PRAXIS**

**Bernhard Rädler, HS Hittisau**

**Marlis Schedler, HS Doren**

Hittisau, Juli 2006

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>6</b>
1.1 Ziele .....	6
1.2 Datenerhebung .....	6
1.3 Ergebnisse und Interpretation .....	6
1.4 Resumee und Ausblick .....	7
<b>2 ZIELE</b> .....	<b>8</b>
2.1 Motivation .....	8
2.2 Basic Skills (Grundfähigkeiten) .....	8
2.3 Einsetzbarkeit .....	8
2.4 Grundbildung .....	9
<b>3 DATEN</b> .....	<b>10</b>
3.1 Datenerhebung und Ziele .....	10
3.1.1 Datenerhebung zu Motivation und Interesse .....	10
3.1.2 Datenerhebung zu Basic Skills .....	10
3.1.3 Datenerhebung zu Einsetzbarkeit .....	10
3.2 Beschreibung der Datenerhebungen .....	10
3.2.1 Datenerhebung an der HS Hittisau .....	10
3.2.2 Datenerhebung an der HS Doren .....	11
3.2.3 Datenerhebung an der HS Dornbirn Markt .....	11
3.2.4 Datenerhebung von Workshopteilnehmern .....	11
3.2.5 Datenerhebung durch Prof. Dr. Michael Anton .....	11
3.3 Beschreibung der Methoden .....	12
3.3.1 Gruppenbefragung .....	12
3.3.2 Fragenbogen Interesse .....	13
3.3.3 Wissenstest .....	13
3.3.4 Fachkompetenztest .....	14
3.3.5 Fragebogen Evaluation Workshop .....	14
3.3.6 Evaluation durch Prof. Dr. Anton .....	14

<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>15</b>
4.1	Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau .....	15
4.2	Fragebogen Interesse .....	16
4.3	Wissenstest.....	20
4.4	Fachkompetenztest.....	21
4.4.1	Grundkompetenzen.....	21
4.4.2	Erweiterungsstoff .....	25
4.5	Interview mit Frau Ursula Rigger.....	26
4.6	Fragebogen Evaluation Workshop.....	28
4.6.1	Qualifikation der Teilnehmer .....	28
4.6.2	Beurteilung der einzelnen Elemente von Vollgas Chemie.....	29
4.6.3	Einschätzungen der Teilnehmer/innen.....	30
4.6.4	Kommentare der Teilnehmer/innen.....	30
4.7	Evaluation durch Prof. Dr. Anton.....	31
<b>5</b>	<b>INTERPRETATION.....</b>	<b>32</b>
5.1	Motivation.....	32
5.1.1	Schülerversuche .....	32
5.1.2	Internetprogramm Cedysworld.....	32
5.1.3	Autobild(Excel-Sheet) .....	33
5.1.4	Podiumsdiskussion .....	33
5.1.5	Eseln.....	34
5.1.6	Lexikon.....	34
5.1.7	Magnettafeln und Aufgabenblätter .....	35
5.1.8	Thema Auto .....	35
5.1.9	Interpretation weiterer Daten.....	36
5.1.10	Zusammenfassende Betrachtung .....	36
5.2	Basic Skills.....	36
5.2.1	Wissen .....	36
5.2.2	Kompetenzlernen.....	37
5.3	Einsetzbarkeit .....	38
5.4	Grundbildung.....	39
<b>6</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK.....</b>	<b>40</b>
6.1	Motivation.....	40
6.1.1	Schülerversuche .....	40
6.1.2	Autobild(Excel-Sheet) .....	40

6.1.3	Internetprogram Cedesworld.....	40
6.1.4	Lexikon.....	41
6.1.5	Magnettafeln und Aufgabenblätter.....	41
6.1.6	Thema Auto.....	41
6.2	Basic Skills.....	42
6.3	Resumee.....	42
<b>7</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>43</b>
<b>8</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>44</b>

## ABSTRACT

*Im Schuljahr 2004/05 wurde von uns die Unterrichtseinheit „Vollgas Chemie“ entwickelt. Wir haben dieses Konzept heuer erprobt und auf Lehrer- und Schülerebene evaluiert. Die unterschiedlichen Datenerhebungen erfolgten durch Gruppenbefragungen der Schüler/innen, Fragebögen für Schüler/innen und Lehrer/innen und Kompetenztests, die die Nachhaltigkeit überprüfen sollen. Eine Lehrerin wurde über die Arbeit mit der CD befragt und die Unterrichtseinheit wurde einem Experten zur Begutachtung vorgelegt. Die Ergebnisse sind in dieser Arbeit beschrieben und interpretiert. Die Schlussfolgerungen sollen uns helfen, diese CD zu verbessern.*

Schulstufe: 8. Schulstufe

Fächer: Chemie

Kontaktperson: Rädler Bernhard, Hittisau / Marlis Schedler, Doren

Kontaktadresse: [raedler.hittisau@vol.at](mailto:raedler.hittisau@vol.at) / [marlis.schedler@vol.at](mailto:marlis.schedler@vol.at)

# 1 EINLEITUNG

Im Schuljahr 2004/05 haben wir die Unterrichtseinheit "Vollgas Chemie – Einstieg in die Chemie am Beispiel Auto" entwickelt. Unser Ziel war es, Lehrern/innen in Fortbildungsveranstaltungen ein gutes Unterrichtskonzept anzubieten, das einfach einzusetzen ist. Für dieses Schuljahr haben wir die Erprobung des Konzepts sowohl auf Schüler-, als auch auf Lehrerebene durchgeführt. Die Ergebnisse und Perspektiven dieser Evaluation sind Gegenstand dieser Arbeit.

## 1.1 Ziele

Die Motivation der Schüler/innen am Unterrichtsfach Chemie soll durch diese Module gesteigert werden. Die Schüler/innen sollen Chemie als interessant erfahren. Die Schüler/innen sollen Basic Skills erwerben, um selbständig Chemie anwenden zu können. Daneben wurde auch die Einsetzbarkeit der CD evaluiert, da diese einerseits über das Internet vertrieben wird und andererseits in Workshops vorgestellt wird. Inwiefern das Modul die Theorien der Grundbildung erfüllt, wurde im letzten Jahr im Rahmen des MNI-Fonds für Unterrichtsentwicklung untersucht und wird in dieser Arbeit nur mehr zusammengefasst wiedergegeben.

## 1.2 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte auf verschiedene Arten. An einer Schule wurde eine Gruppenbefragung durchgeführt. An allen 3 Schulen, die an der Untersuchung teilgenommen hatten, wurde ein Fragebogen eingesetzt, um das Interesse und die Motivation zu erheben. Die Wissensfragen und der Fachkompetenztest erfolgten mit einem Aufgabenblatt für die Schüler/innen. An einer Schule wurde ein Interview mit der beteiligten Lehrerin durchgeführt. Außerdem wurde die gesamte Einheit dem Fachdidaktiker Prof. Dr. Michael Anton zur kritischen Begutachtung vorgelegt.

## 1.3 Ergebnisse und Interpretation

Die Ergebnisse waren in allen 3 Schulen sehr unterschiedlich. Einzelne Punkte ließen sich verallgemeinernd festhalten. Es war sehr interessant zu erkennen, dass der Unterrichtserfolg nicht nur von den Materialien abhängt, sondern die Lehrerpersönlichkeit einen großen Einfluss hat.

Die Abfrage des Wissens und der Fachkompetenz war ernüchternd. Wir vermuten jedoch, dass die Nachhaltigkeit bei weniger abwechslungsreichen und didaktisch weniger durchdachten Materialien noch schlechter wäre.

Die Lehrer/innen, denen wir das Material in einer Fortbildungsveranstaltung vorgestellt haben, haben unserem Modul ein sehr gutes Zeugnis ausgestellt. Sie finden es brauchbar und können sich vorstellen, das Material in ihrem Unterricht einzusetzen.

Auch Prof. Dr. Michael Anton hat ein positives Gutachten ausgestellt. Seine berechtigten Kritikpunkte bezüglich Sicherheitsvorkehrungen und Lesbarkeit des Skriptums haben wir in der neuesten Version berücksichtigt.

## **1.4 Resümee und Ausblick**

Die Untersuchung hat gezeigt, dass sich das Material noch verbessern lässt, obwohl wir es inzwischen auf Grund der Rückmeldungen von Lehrern, Schülern, eigener Erprobung und Entwicklung mehrmals überarbeitet haben. Dabei haben wir auch viele Anregungen über den MNI-Fonds bei den diversen Vorträgen im Rahmen des Grundbildungsworkshops erhalten. Wir werden die Anregungen aller Beteiligten aufnehmen und in die nächste Version einarbeiten. Unterrichten ist ein Prozess, der sich immer wieder ändern und vor allem weiterentwickeln muss.

## **2 ZIELE**

### **2.1 Motivation**

Die Schüler/innen sollen Chemie als interessant und spannend erfahren. Sie sollen möglichst viele Inhalte und Aktivitäten der Einheit Vollgas Chemie als interessant beurteilen. Schülerversuche, Themen aus ihrer Erfahrungswelt, selbständiges Arbeiten und ansprechende Materialien und Aufgaben sollen eine erhöhte Motivation bewirken. Geht man davon aus, dass das Interesse an den naturwissenschaftlichen Fächern Physik und Chemie eher gering ist, haben wir das Ziel einer erhöhten Motivation erreicht, wenn mehr als die Hälfte der Schüler/innen die Aktivitäten und Inhalte als interessant bewerten.

### **2.2 Basic Skills (Grundfähigkeiten)**

Die Schüler/innen sollen grundlegende Fähigkeiten erwerben, um mit Hilfe der Chemie Vorgänge aus dem Alltag erklären zu können. Grundvoraussetzung für diese Fähigkeiten ist die Kenntnis von wichtigen Stoffen, deren Formeln und Verwendungsmöglichkeiten. Wir haben unser Ziel erreicht, wenn die Hälfte der Schüler/innen Formeln und Verwendungsmöglichkeiten dieser Stoffe in einem Wissenstest nennen können. Dieser Test wird nicht angekündigt. Zwischen der Einheit Vollgas Chemie und dem Test liegt mindestens ein Monat. So kann überprüft werden, ob das Wissen im Langzeitgedächtnis verankert ist. Vergleicht man, wie viele Daten und Fakten die Schüler/innen bei Tests wissen und wie viel davon wirklich im Langzeitgedächtnis bleibt, ist die Einheit Vollgas Chemie erfolgreich, wenn die Hälfte der Schüler/innen die Formeln und das Vorkommen dieser Stoffe wissen.

Außerdem gehört Verständnis zu diesen Basic Skills. Kann der/die Schüler/in Vorgänge im Alltag mit Methoden der Chemie erklären, hat er/sie die Inhalte wirklich verstanden? Wir haben unser Ziel erreicht, wenn eine überwiegende Anzahl der Schüler/innen (mehr als die Hälfte) beim Fachkompetenztest über 50% der möglichen Punkte erreicht.

### **2.3 Einsetzbarkeit**

Die Unterrichtseinheit Vollgas Chemie ist eine Sammlung von Unterrichtsbausteinen, die entweder als Gesamtpaket oder auch einzeln eingesetzt werden können. Wir haben diese Einheit in einer Fortbildungsveranstaltung einer Gruppe von Lehrern vorgestellt. Ziel ist es, Lehrern Materialien für innovativen Unterricht in die Hand zu geben. Außerdem soll eine nachhaltige Verbesserung des Unterrichts bewirkt werden, d.h., dass die ganze Einheit bzw. Teile daraus auch eingesetzt werden. Wir haben unser Ziel erreicht, wenn mehr als die Hälfte der Lehrer/innen alle Teile der Einheit als „sehr brauchbar“ oder „brauchbar“ beurteilen. Außerdem müssen für die Erreichung unseres Ziels die Hälfte der Teilnehmer sich vorstellen können, die Einheit Vollgas Chemie in ihrem Unterricht einzusetzen, der Meinung sein, dass die Schüler/innen mit dieser Einheit die Chemie als spannend und interessant erfahren, die Schüler/innen sogenannte Basic Skills erwerben und die Einheit als einfach einsetzbar beurteilen.

## 2.4 Grundbildung

Der Einstieg mit dem Autopass und der gezielten Internetrecherche Cedysworld knüpft in hohem Maße an die Voraussetzungen der Schüler/innen an, dient der Alltagsbewältigung und mit dem Verständnis der Fachbegriffe und der Vorgänge rund ums Auto ist das Weltverständnis angesprochen. Durch die Gruppenarbeiten erfolgt das Lernen im sozialen Umfeld und durch die Wahl der jugendgerechten Inhalte ist der Bezugspunkt der/die Schüler/in und nicht nur der fachliche Inhalt.

Das Lernen mit instruktionaler Unterstützung erfolgt in hohem Maße beim Lexikon. Dabei handelt es sich um ein gebundenes Heft, in dem die Stoffe und die grundlegenden Inhalte vom (von der) Lehrer/in schon eingetragen sind. Der (Die) Schüler/in muss nur noch die „richtigen Atome“ einzeichnen und das passende Bild einkleben. Damit wird dem Schüler/der Schülerin einiges an Arbeit erspart und die Struktur ist doch durch den Lehrer/die Lehrerin vorgegeben. Das Lexikon darf dann sogar bei Tests oder Mitarbeitskontrollen verwendet werden.

Die durchgeführten Schülerversuche können in der Grundbildungsforderung „An authentischen Problemen und anwendungsbezogen lernen“ angesiedelt werden und dienen auch dem Wissenschaftsverständnis (Durchführung von Versuchen, Hypothesen, Ergebnisse, Protokollierung)

Die Übungen der Festigungsphase erfolgen durch die Podiumsdiskussion und die Magnettafeln, den Einsatz der DVD, Schüler als Atome, Spickzettel und folierte Arbeitsblätter sehr intensiv und abwechslungsreich und erfüllen in hohem Maße die Forderungen nach Alltagsbewältigung, berufliche Orientierung und Studierfähigkeit (Selbstorganisation und eigenverantwortliches Lernen). Die Schüler/innen können erfahrungsgelitet lernen und vor allem Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden. Bei den Spielen lernen sie normalerweise in einem positiven sozialen Umfeld und der Bezugspunkt ist immer der Schüler/die Schülerin.

Die genauen Inhalte, Beschreibungen der Methoden und Untersuchungen bezüglich des Grundbildungskonzeptes finden Sie in unserem letztjährigen Bericht.

# **3 DATEN**

## **3.1 Datenerhebung und Ziele**

### **3.1.1 Datenerhebung zu Motivation und Interesse**

Die Motivation und das Interesse wurden durch eine Gruppenbefragung der Schüler/innen der HS Hittisau evaluiert. Weiters erfolgte eine Erhebung der Daten über einen Fragebogen, der ebenfalls an der HS Hittisau (Bernhard Rädler), an der HS Doren (Marlis Schedler) und an der HS Dornbirn Markt (Ursula Rigger) eingesetzt wurde.

Fachdidaktiker Prof. Dr. Michael Anton hat die Unterrichtseinheit Vollgas Chemie auf Motivation und Interesse der Schüler überprüft.

### **3.1.2 Datenerhebung zu Basic Skills**

Die Basic Skills wurden an den Schulen HS Hittisau, an der HS Doren (Marlis Schedler) und an der HS Dornbirn Markt (Ursula Rigger) über ein Aufgabenblatt erhoben.

### **3.1.3 Datenerhebung zu Einsetzbarkeit**

Mittels eines Fragebogens wurden Lehrer/innen, mit denen das Konzept in einem Workshop durchgearbeitet wurde, befragt.

## **3.2 Beschreibung der Datenerhebungen**

### **3.2.1 Datenerhebung an der HS Hittisau**

Kollege Markus Blank hat die Unterrichtseinheit „Vollgas Chemie“ im Anfangsunterricht Chemie in den 3. Klassen eingesetzt. Um die Einsetzbarkeit der CD ohne Workshop zu erheben, wurde Kollegen Blank nur die Idee beschrieben, jedoch keine genauen Erklärungen zur Durchführung gegeben. Er sollte sämtliche Informationen von der CD bekommen.

An der Evaluation haben 36 Schüler teilgenommen. Die Evaluation erfolgte auf drei Arten:

- Gruppenbefragung (Interesse)
- Fragebogen (Interesse)
- Test (Fachkompetenzen+Wissen)

### **3.2.2 Datenerhebung an der HS Doren**

An der Hauptschule Doren wurde die Einheit von Frau Schedler eingesetzt, die selbst an der Erarbeitung der Inhalte maßgeblich beteiligt war und die Materialien so einsetzen konnte, wie sie von den Autoren gedacht waren.

An der Evaluation haben 24 Schüler teilgenommen. Die Evaluation erfolgte mittels:

- Fragebogen (Interesse)
- Test (Wissen und Fachkompetenz)

### **3.2.3 Datenerhebung an der HS Dornbirn Markt**

Frau Rigger hat an mehreren unserer Workshops teilgenommen und ist sehr angetan von unseren neuen Methoden und Arbeitsmaterialien und verwendet sie auch regelmäßig. Frau Rigger hat noch eine zusätzliche Einschulung über 2 Stunden erhalten, in denen persönlich die Fragen und Unklarheiten angesprochen wurden.

Das Modul „Vollgas Chemie“ wurde in einer Klasse von 20 Schüler/innen durchgeführt und mittels

- Fragebogen (Interesse)
- Test (Wissen)
- Interview mit der Lehrerin bezüglich der Einsetzbarkeit der Materialien evaluiert.

### **3.2.4 Datenerhebung von Workshopteilnehmern**

Im November 2005 wurde die Unterrichtseinheit „Vollgas Chemie“ in einer Fortbildungsveranstaltung des Pädagogischen Institut des Landes Tirol in einem Workshop vorgestellt. Mit Hilfe eines Fragebogens wurden anschließend Einschätzungen und Meinungen der Kursteilnehmer/innen erhoben (Anhang 3).

### **3.2.5 Datenerhebung durch Prof. Dr. Michael Anton**

Wir haben Herrn Prof. Dr. Michael A. Anton gebeten, unser Modul „Vollgas Chemie“ zu begutachten und eine Expertenmeinung dazu abzugeben.

## 3.3 Beschreibung der Methoden

### 3.3.1 Gruppenbefragung

Mit der Gruppenbefragung können in großen Gruppen rasch Meinungen erhoben werden. Der Vorteil der Methode ist, dass man Einschätzungen von einzelnen Personen bekommt und damit auch Minderheitenmeinungen gehört werden können. Die Befragung wurde in den Klassen 3a und 3b der Hauptschule Hittisau durchgeführt. Als Zeitrahmen war eine Unterrichtsstunde vorgesehen.

Die Befragung gliedert sich in 4 Teile:

1. Präsentation der Inhalte von „Vollgas Chemie“ zur Erinnerung:

Mit Hilfe der verwendeten Medien wurden den Schüler(n)/innen die Inhalte der Unterrichtseinheit (Autopass, Excel sheet, Cedysworld, Lexikon, Schülerversuche, Schüler als Atome, Spickzettel, Eseln, folierte Arbeitsblätter, Magnettafeln Fragenkatalog, Podiumsdiskussion) wieder in Erinnerung gerufen.

2. Jede(r) Schüler/in sollte sich nun seine/ihre persönlichen Antworten auf die Evaluationsfragen überlegen und sich Notizen dazu machen.

Die Fragen wurden auf einem Flip-Chart (Abbildung 1) visualisiert und lauteten:

- Was war für dich an „Vollgas Chemie“ interessant?
- Was war für dich an „Vollgas Chemie“ weniger interessant?
- Was mir sonst noch dazu einfällt (Kommentare, Verbesserungsvorschläge).

3. Anschließend tauschten sich die Teilnehmer/innen in Kleingruppen (3-5 Schüler) aus. Ein(e) Gruppensprecher/in sollte die Ergebnisse zusammenfassen. Es sollte keine Einigung erzielt werden, auch Minderheitenmeinungen waren wesentlich.
4. Der/die Gruppensprecher(in) hat die Ergebnisse im Plenum vorgetragen. Der Moderator hat die Statements auf dem Flip-Chart mit (+/-/offen) festgehalten und bei Bedarf Verständnisfragen gestellt. Bereits Genanntes wurde ebenfalls notiert, um eine gewisse Gewichtung zu erhalten.

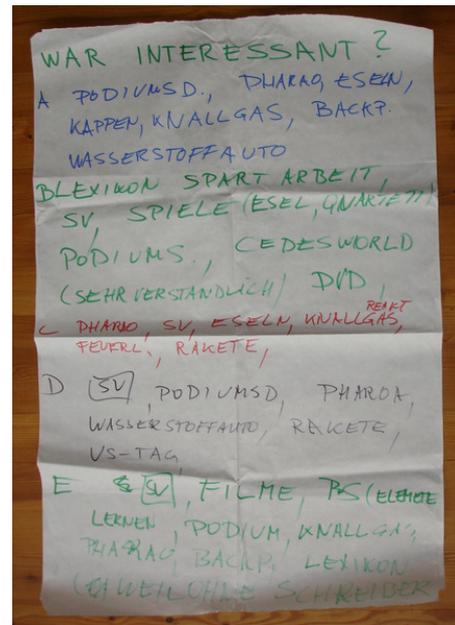


Abbildung 1 (Die Originalplakate befinden sich im Anhang der schriftlichen Version des Projektberichts)

### 3.3.2 Fragenbogen Interesse

Mit Hilfe eines Fragebogens sollte das Interesse erhoben werden. Der Fragebogen ermöglicht eine rasche und umfassende Datenerfassung.

Im folgenden Fragebogen konnten die Schüler/innen die einzelnen Inhalte und Methoden beurteilen.

**Wie interessant waren für dich die einzelnen Teile von „Vollgas Chemie“?**

Tabelle 1

	sehr interessant	interessant	weniger interessant	nicht interessant
Schülerversuche				
Cedysworld				
Podiumsdiskussion				
Eseln				
Lexikon				
Autobild				
Folien				
Magnettafeln				
Schüler als Atome				
Fragenkatalog				
Spickzettel				

### 3.3.3 Wissenstest

In der Unterrichtseinheit Vollgas Chemie sind die Stoffe Wasserstoff, Sauerstoff, Wasser, Kohlenstoffdioxid und Methan von zentraler Bedeutung. Außerdem ist es vorteilhaft, wenn man diese Begriffe kennt, weil sie bei vielen Reaktionen vorkommen. Ziel dieses Tests ist, herauszufinden, in wieweit die Schüler/innen diese Begriffe ins Langzeitgedächtnis übernommen haben.

**Überprüft haben wir diese Begriffe einer Tabelle, in die die Schüler/innen die Formel und die Verwendung dieser Stoffe eintragen sollten.**

Tabelle 2

Stoff	Formel	Verwendung/Vorkommen
Wasserstoff		
Sauerstoff		
Wasser		
Kohlenstoffdioxid		
Methan		

### 3.3.4 Fachkompetenztest

Mit einem Evaluationstest werden die Fachkompetenzen der Schüler/innen ermittelt. Die Fragen sind so gestellt, dass Fachinhalte (Formeln von Wasser, Sauerstoff usw., die Farbe der Atome, Reaktionsgleichungen) gegeben sind. Dieses Aufgabenblatt ist ähnlich angelegt wie die Pisa-Aufgaben. Die Leistung des Schülers/der Schülerin besteht darin, dass er/sie aus dem Text die Informationen entnehmen und verarbeiten muss. Der Test enthält einen leichten und einen anspruchsvolleren Aufgabenkomplex.

Das Grobziel ist, dass die Schüler/innen grundlegende Fähigkeiten erwerben, um mit Hilfe der Chemie Phänomene des Alltags erklären zu können.

Daraus ergeben sich folgende Feinziele. Die Schüler/innen sollen...

- aus einer Reaktionsgleichung Informationen entnehmen können,
- bei gegebener Formel die Moleküle einfacher Stoffe zeichnen und diese Moleküle der Realität zuordnen können. Sie müssen z.B. ein Kohlenstoffdioxidmolekül in die Abgaswolke eines Autos einzeichnen können.

Im Anhang ist ein Muster von diesem Test eingefügt (siehe Anhang 1). Ebenso finden Sie dort den Test mit Musterlösungen in roter Farbe; die Verteilung der Punkte ist mit Sprechblasen angegeben (siehe Anhang 2).

### 3.3.5 Fragebogen Evaluation Workshop

Aus Zeitgründen haben wir die Einschätzung der Kursteilnehmer/innen mittels eines Fragebogens erhoben. Bei einem Zeitrahmen von drei Stunden für den Workshop standen nur 10 Minuten für diese Evaluation zu Verfügung.

Die Daten haben wir mit Hilfe eines Fragebogens (Anhang 3) ermittelt.

### 3.3.6 Evaluation durch Prof. Dr. Anton

Wir haben Prof. Dr. Michael Anton im Rahmen des Grundbildungsworkshops im vergangenen Jahr als sehr kompetent sowohl in fachlich inhaltlicher Hinsicht, als auch auf didaktischer Ebene erlebt. Aus diesem Grund war es uns ein Anliegen, seine Expertenmeinung zu unserem Modul zu hören. Deshalb haben wir im Rahmen der Schreibwerkstatt im Dezember 2005 einen Termin mit ihm vereinbart und ihm das Konzept und die Materialien näher erläutert. Dr. Anton hatte sämtliche Materialien wie Lexikon, Magnettafeln, Lernspiele sowie die CD zur Verfügung.

Er hat die Einheit hinsichtlich der Ziele Motivation, Vermittlung von Basic Skills und Einsetzbarkeit in der Praxis überprüft. Prof. Dr. Anton hat die Materialien und die CD genauestens durchgearbeitet und uns ein sehr wertvolles und ausführliches Gutachten geschrieben (Anhang 4-9). Außerdem hat er uns auf fachliche und sicherheitstechnische Mängel aufmerksam gemacht. Diese konnten wir in der neuesten Version schon berücksichtigen.

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau

Die Statements wurden getrennt nach Gruppen notiert. In der 3a Klasse waren es 4 Gruppen, in der 3b Klasse waren es 5 Gruppen, also insgesamt 9 Gruppen.

Die Häufigkeit der Nennungen spiegelt das Interesse der Schüler/innen wider. Auch die Tatsache, dass sich Schüler/innen noch an Themen bzw. Methoden erinnern und als interessant erwähnen, zeugt auch bei wenigen Nennungen (2 oder 3 Nennungen) von Interesse.

### Gruppenbefragung Interesse

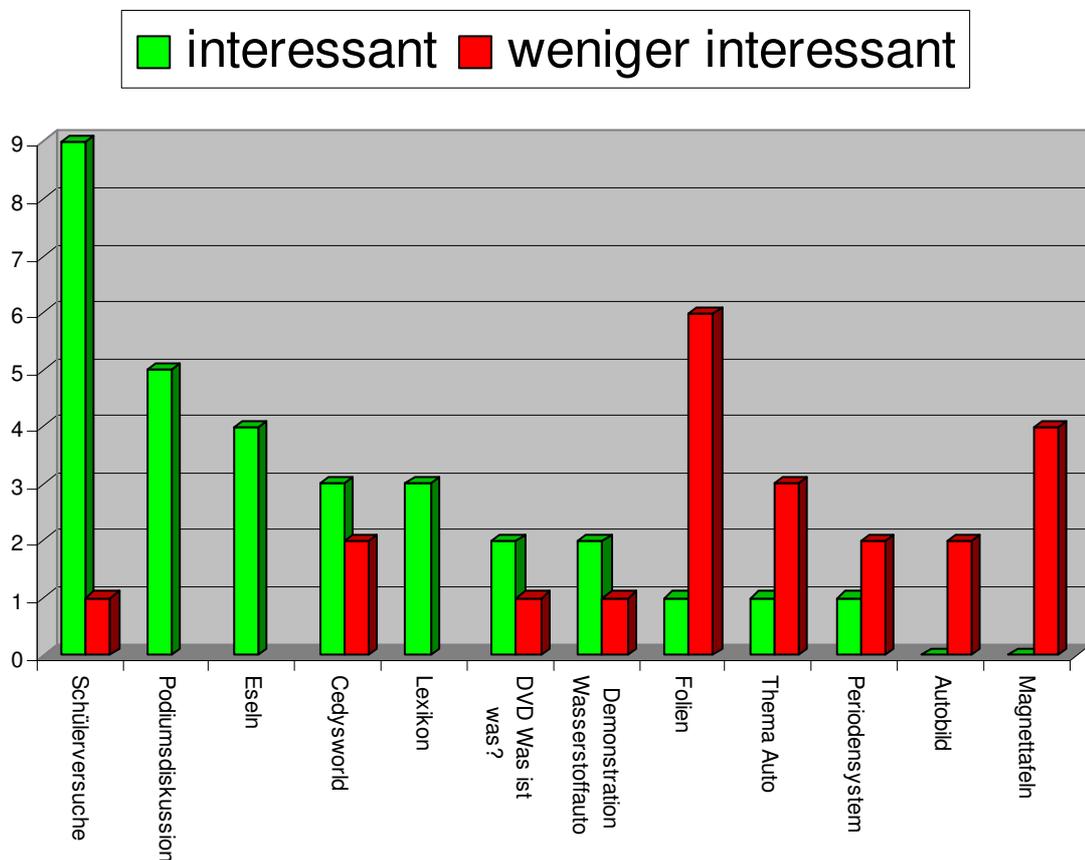


Diagramm 1

## 4.2 Fragebogen Interesse

### HS Hittisau

An der Hauptschule Hittisau wurde die Unterrichtseinheit von Kollegen Markus Blank durchgeführt und von Bernhard Rädler evaluiert. Dazu wurden 36 Schüler/innen mittels Fragebogen befragt.

### Fragebogen Interesse

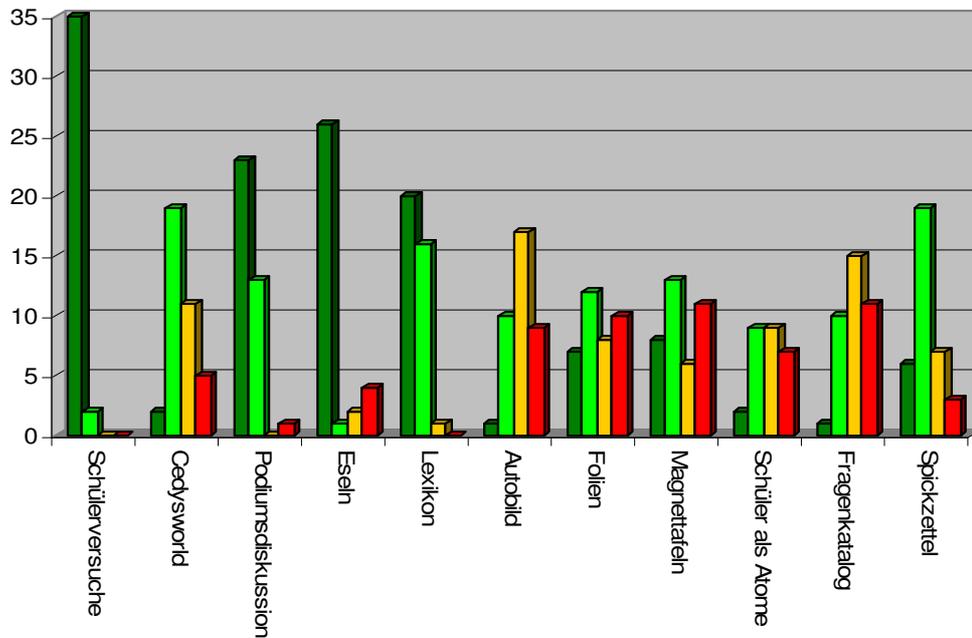
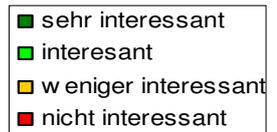


Diagramm 2

## HS Doren

An der Hauptschule Doren wurde die Unterrichtseinheit von Marlis Schedler durchgeführt und selbst evaluiert. Dazu wurden 20 Schüler/innen mittels Fragebogen befragt.

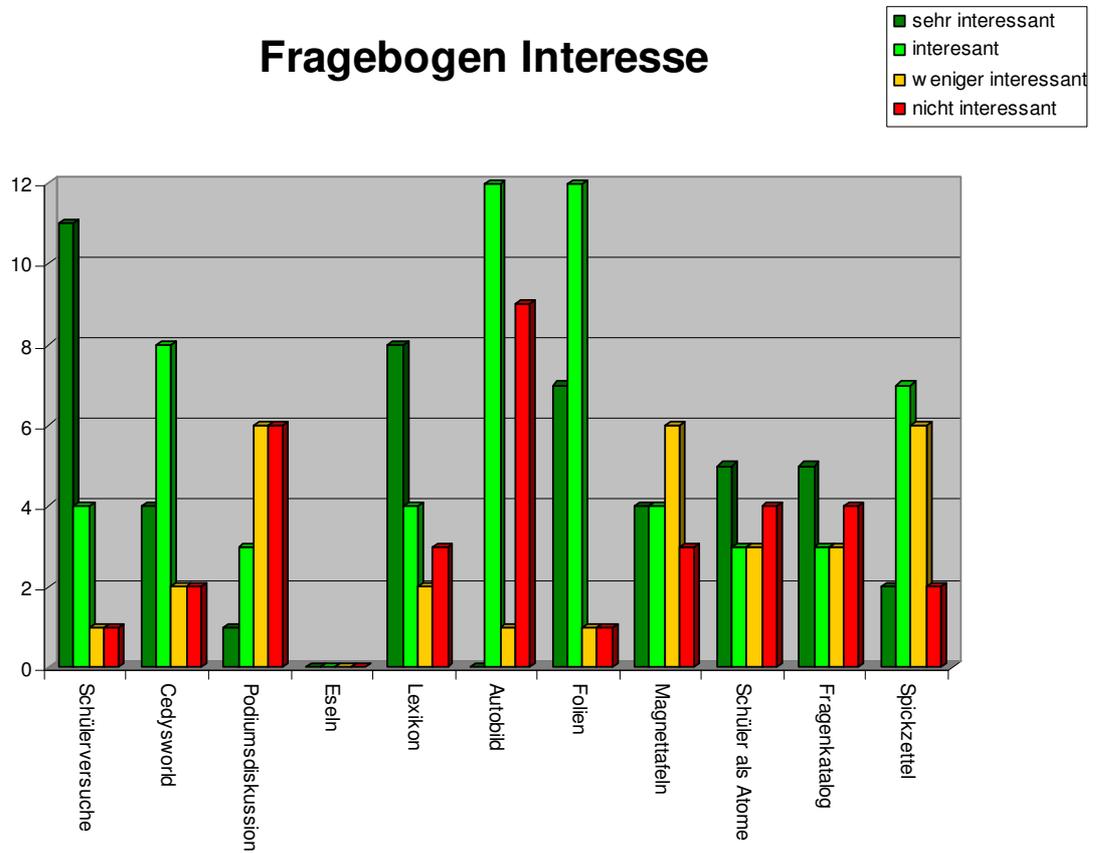


Diagramm 3

## HS Dornbirn

An der Hauptschule Dornbirn wurde die Unterrichtseinheit von Kollegin Ursula Rigger durchgeführt und selbst evaluiert. Dazu wurden 16 Schüler mittels Fragebogen befragt.

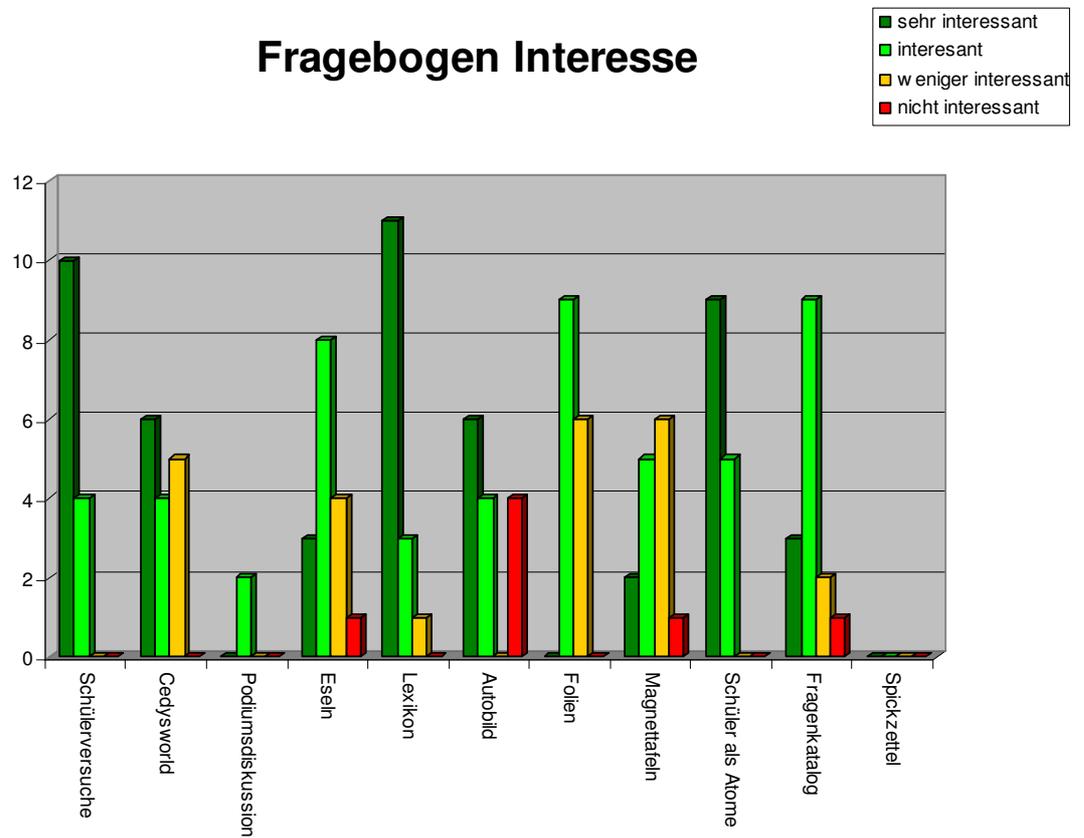


Diagramm 4

## HS Hittisau, HS Doren und HS Dornbirn

Im Diagramm 5 sind die Werte aller drei Schulen zusammen in Prozentsätzen dargestellt.

### Fragebogen Interesse Hittisau, Doren und Dornbirn

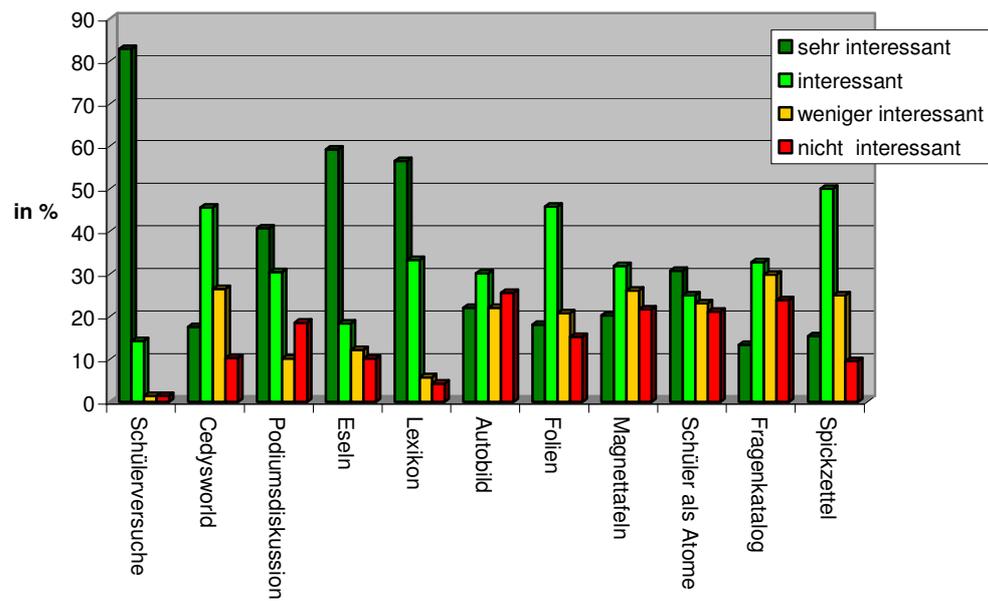


Diagramm 5

### 4.3 Wissenstest

In der HS Hittisau wurden 36 Schüler/innen, in der HS Doren 20 Schüler und in der HS Dornbirn 16 Schüler/innen getestet. In der HS Hittisau wurden mehr Bausteine der Unterrichtseinheit Vollgas Chemie bearbeitet. Dadurch beschäftigten sich die Schüler/innen auch über einen längeren Zeitraum mit den Stoffen und das Ergebnis des Wissenstests ist besser ausgefallen als bei der HS Doren.

Die Schüler/innen der HS Dornbirn bearbeiteten den Test mit Hilfe des Lexikons. Dadurch lassen sich die deutlich besseren Werte erklären.

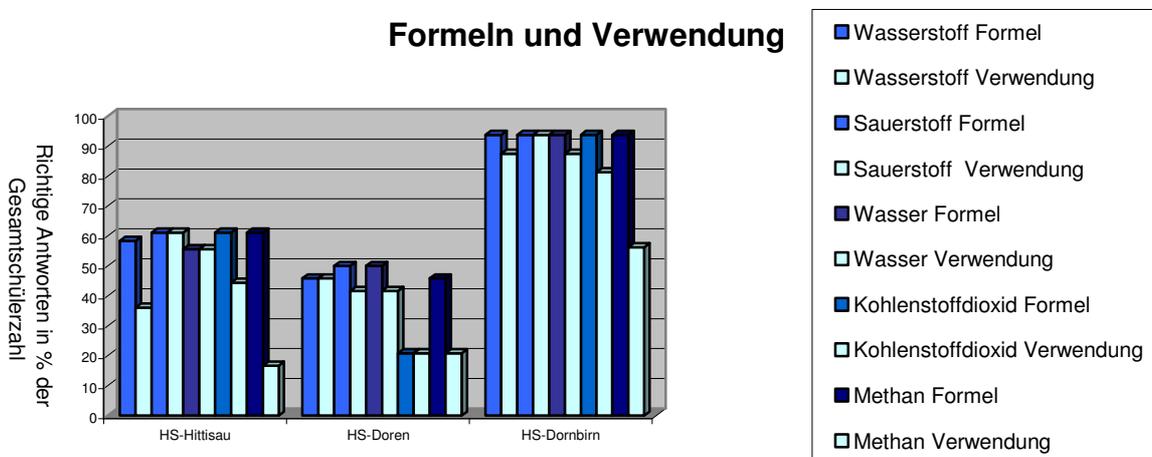


Diagramm 6

## 4.4 Fachkompetenztest

### 4.4.1 Grundkompetenzen

Im ersten Teil des Tests wurden die Grundkompetenzen erhoben. Die Reaktion mit Reaktionsgleichung wurde genau so schon im Unterricht behandelt. Im Unterricht wurde diese Reaktion im Zusammenhang mit dem Wasserstoffauto bearbeitet. Im Grundkompetenztest sollten mit dieser Reaktion die Abgase eines Spaceshuttels beschreiben werden.

### HS Hittisau Grundkompetenzen

Die maximale Punktezahl waren 4 Punkte. Das Diagramm gibt die Anzahl der Schüler/innen an, die 4, 3, 2, 1 oder 0 Punkte erreicht haben. In der HS Hittisau ergibt sich annähernd eine Normalverteilung, wobei eine Tendenz zum Bereich mit weniger Punkten (1 oder 0 Punkte) besteht.

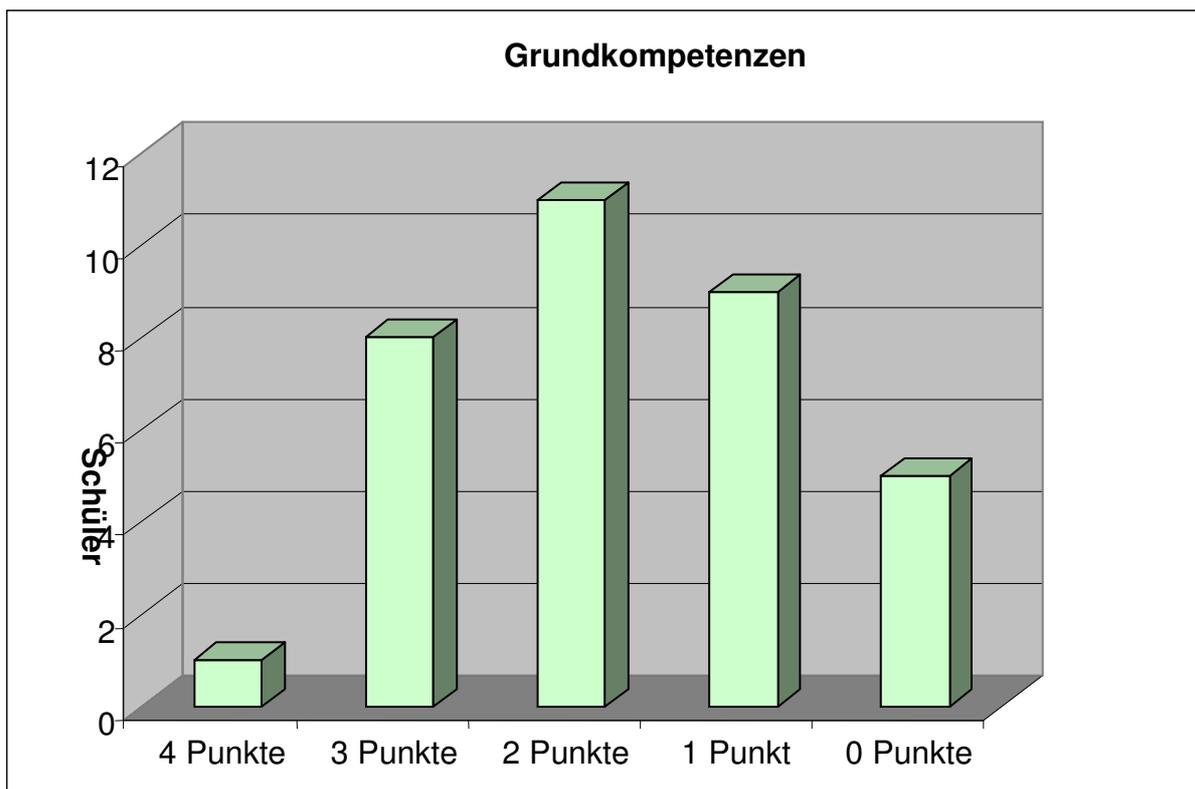


Diagramm 7

## HS Doren Grundkompetenzen

Die maximale Punktezahl war 4 Punkte. Das Diagramm gibt die Anzahl der Schüler/innen an, die 4, 3, 2, 1 oder 0 Punkte erreicht haben. In der HS Doren gibt es einige Schüler/innen mit sehr guten Ergebnissen und eine große Zahl von Schülern mit 1 bzw. 0 Punkten. Wir vermuten, dass die Schüler/innen mit sehr guten Ergebnissen erkannt haben, dass sie die Reaktionsgleichungen im Lexikon finden. Allerdings haben auch sie das Wesen der chemischen Reaktion nicht verstanden, was aus dem Ergebnis des Tests für den Erweiterungsstoff zu ersehen ist.

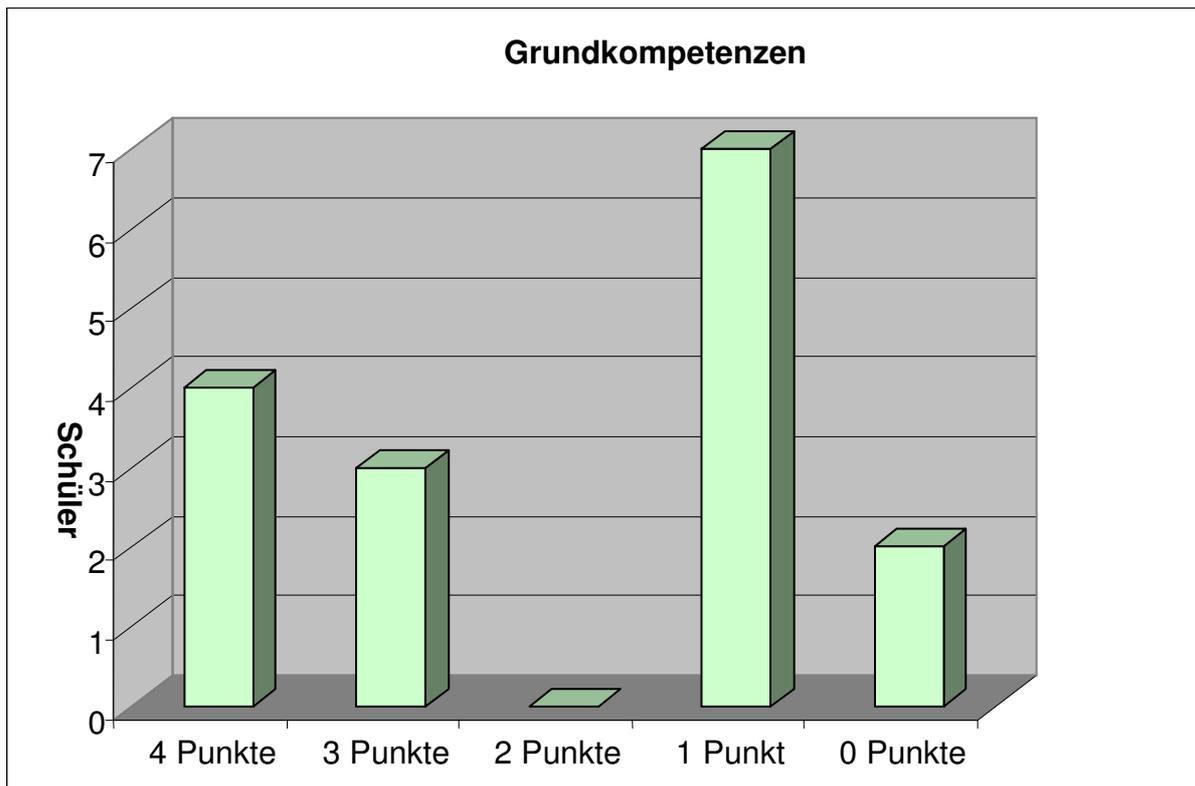
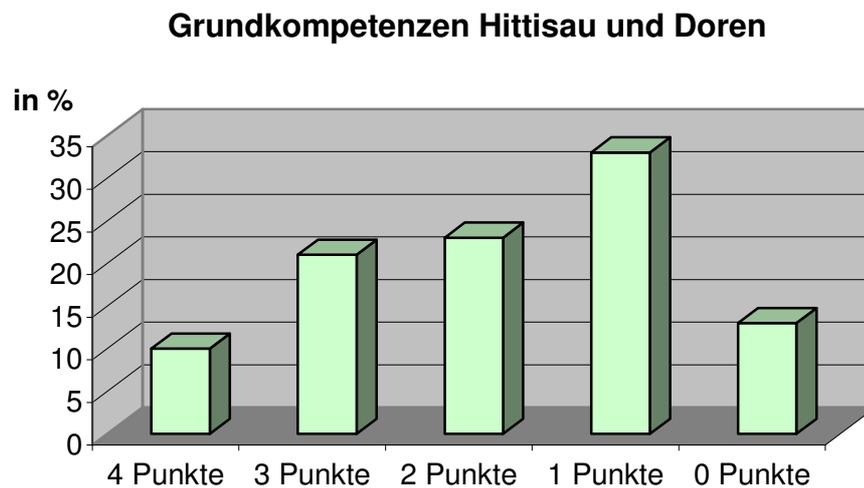


Diagramm 8

## HS Hittisau und HS Doren

Im Diagramm 9 sind die Werte beider Schulen zusammen in Prozentsätzen dargestellt. Das Diagramm lässt erkennen, dass die Leistungen eher im unteren Bereich liegen.



**Diagramm 9**

#### 4.4.2 Erweiterungsstoff

Im zweiten Teil des Fachkompetenztests wurde der Erweiterungsstoff geprüft. Er enthält Fragen, die Fachkompetenz erfordern und im Unterricht in dieser Form nicht durchgearbeitet wurden. Die maximale Punktezahl war 15 Punkte. Die Diagramme geben die genaue Punkteverteilung an.

#### HS Hittisau

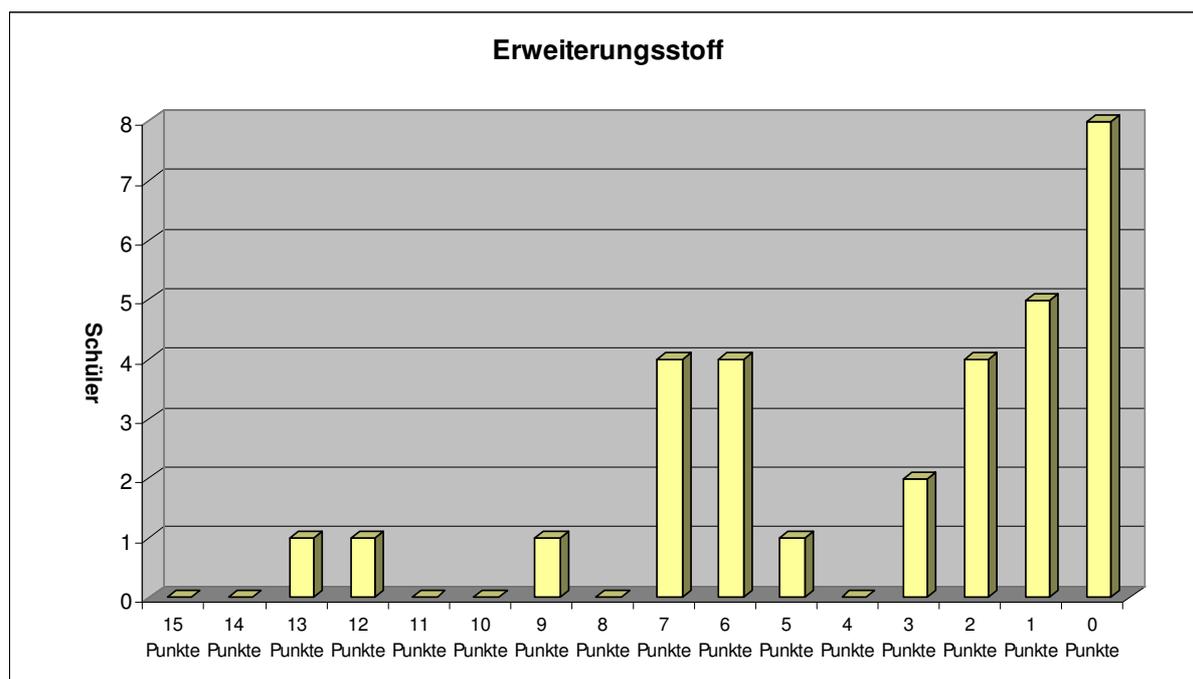


Diagramm 10

## HS Doren

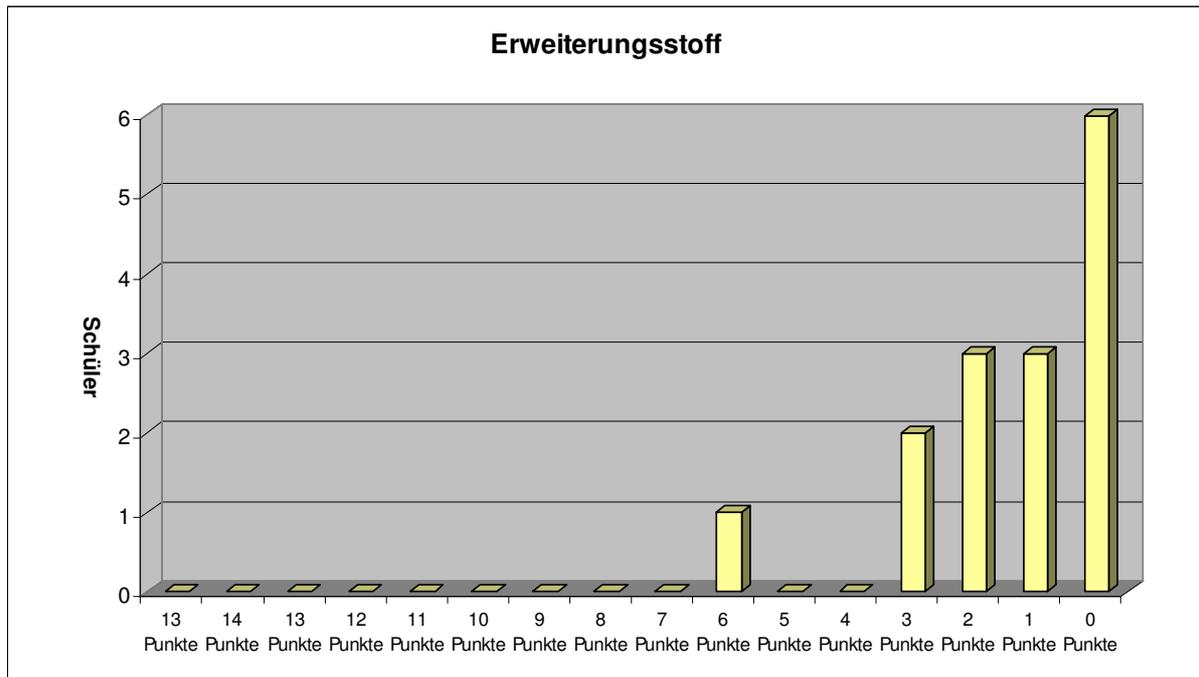


Diagramm 11

## HS Hittisau und HS Doren

Im Diagramm 12 sind die Werte beider Schulen zusammen in Prozentsätzen dargestellt.

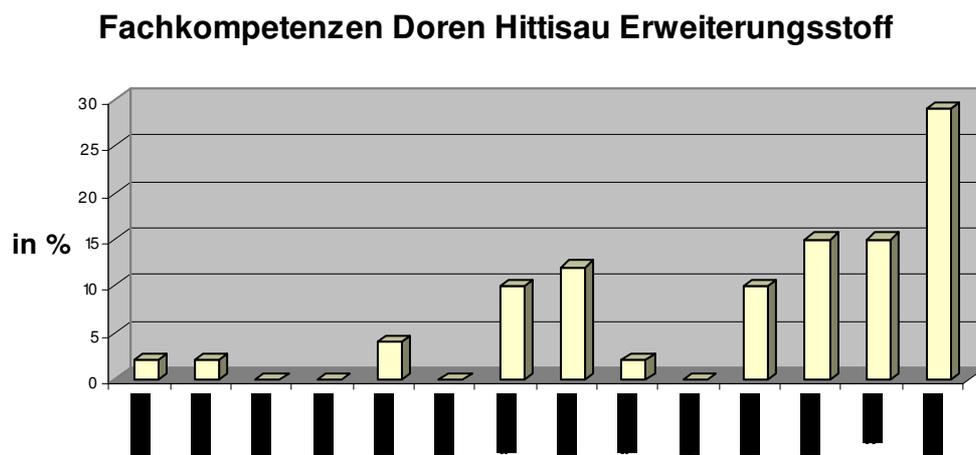


Diagramm 12

## 4.5 Interview mit Frau Ursula Rigger

Marlis Schedler hat im April 2006 folgendes Interview mit Ursula Rigger aufgenommen und transkribiert:

### **Marlis: Welche Teile hast du verwendet?**

Ursula: Ich habe alle Module ausprobiert.

### **Marlis: Kannst du mir sagen, was dir zu den einzelnen Methoden noch einfällt?**

**Autopass:** Zuerst konnten die Schüler mit vielen Begriffen nichts anfangen. Danach haben sie mit Begeisterung gesucht und auch viel Neues rund ums Auto entdeckt, in der Schule und teilweise ging es zu Hause noch weiter. Der Einstieg ist lebenspraktisch und lebensnah. Detailinformationen interessieren auch die Mädchen, wenn sie nicht gleich von den Jungen in Grund und Boden geredet werden.

**Excelsheet:** Habe ich auch gemacht, dabei ist ein Problem aufgetaucht – Rechtschreibung lässt richtiges, aber falsch Geschriebenes nicht gelten. Manche Jungen waren ganz verzweifelt.

**Cedysworld:** Diesen Teil habe ich nicht selbst gemacht, sondern als Supplierungsvorbereitung verwendet. Der Leitfaden durch die Arbeitsblätter war super, nicht so hochtrabend, die Schüler haben sehr gut gearbeitet.

**Lexikon:** Die Schüler lieben es, weil es so klein und handlich ist. Sie haben den Eindruck, es ist so wenig zum lernen. Beim Stickeralbum Explosion ist ein Fehler (das Bild, das schon drauf ist, braucht den Sticker nicht). Gut ist die Farbzuteilung der Elemente. Wenig Merkstoff, sie müssen wenig lernen, die Info steht aber zwischen den Zeilen (sie lernen, ohne dass sie es merken).

**Schülerversuche:** Backpulverrakete hat noch nicht funktioniert, Wasserstoff, Sauerstoff, CO<sub>2</sub> Nachweis, diese Schülerversuche haben sehr gut funktioniert. Schüler waren ganz begeistert (18-20 Schüler), es waren auch Integrationsschüler dabei. Sie wurden zugeteilt und sie haben geholfen.

**Schüler als Atome:** Das wollte ich zuerst gar nicht machen. Atomsalat – die Schüler/Innen haben es mit einer Hingabe gemacht, so einen Spaß gehabt, das letzte Mal in Arbogast am Spielewochenende haben wir so was gemacht. Wieder ein neues Element für den Unterricht. Eine weitere Transfermöglichkeit, dringend notwendig.

**Spickzettel:** Hat gut funktioniert – Kinder haben es sehr gerne gemacht, eine andere Möglichkeit der Selbstkontrolle, Schwierigkeit – dass sie es den anderen nicht schlecht machen. Ich werde es am Schluss der Einheit noch mal durchführen.

**Memory:** Ich habe es auch als Memory gemacht, dabei war ich überrascht, dass die Schüler/innen noch so viel wissen.

**Podiumsdiskussion:** So was Ähnliches habe ich früher in Atomphysik gemacht (pro und contra Atomkraftwerk). Wollte es zuerst nicht machen. Dann habe ich es im Gang draußen vorbereitet. Es gab viel zu Lachen, es haben sich genau die richtigen Schüler für die Rolle gemeldet. Es war dann doch gut, die Schüler verbinden die Inhalte der Podiumsdiskussion jetzt mit den lustigen Sprüchen oder den Schauspielern. Das ist sicher gut für die Nachhaltigkeit.

**Marlis: Wie sieht es mit dem Umfang der Einheit aus, sind alle Teile wichtig oder könnte man etwas kürzen?**

Grundlagenwissen nicht kürzen. Genug Spielraum, um etwas wegzulassen. Einstieg auf keinen Fall weglassen.

Beim Erweiterungsstoff regelt es sich von selber. Nichts kürzen – die verschiedenen Methoden sind wichtig zum langfristigen Festigen der Inhalte (nicht nur der auditive Typ – auch die anderen)

**Marlis: Wie benutzerfreundlich ist das Skriptum?**

Erst als ich durch war, war es benutzerfreundlich und auch logisch aufgebaut. Aber wahrscheinlich nur für Leute, die eine Einführung oder einen Workshop belegt hatten. Wer fachlich noch nicht so versiert ist, ist wahrscheinlich überfordert.

**Marlis: Motivation - Ist es spannend und interessant für die Schüler/innen?**

Ich habe das Gefühl auf jeden Fall. Was die Schüler sagen, kommt beim Fragebogen heraus. Schülerversuche waren auf jeden Fall der Hit.

**Marlis: Lernen die Schüler/innen Basic skills?**

Ja, ganz sicher. Andere Klassen können nicht einmal einen Brenner einschalten. Gewisses selbstständiges Arbeiten, Verantwortung. Arbeitshaltung. Abwaschen, Verantwortung – Vertrauensvorschuss für die Schüler macht sich bezahlt, da sie dann die Versuche wirklich sorgfältig und gewissenhaft durchführen.

**Marlis: Was sind die Stärken dieser Einheit?**

Abwechslungsreiches Programm, alle Sinne, alle Lerntypen werden angesprochen. Die chemischen Grundstoffe H, O, CO<sub>2</sub> haben immer den Aufhänger Auto.

**Marlis: ... und die Schwächen:**

Leider noch keine entdeckt (lacht)

### **Marlis: Was ist dir sonst noch aufgefallen?**

Es geht auch ohne Periodensystem vorher... wahrscheinlich sogar leichter, da sie schon einige Sachen kennen.

### **Marlis: Wie wichtig ist das Verstehen der Reaktionsgleichungen für die Chemie in der Unterstufe?**

Auch in dieser Stufe sollte klar sein, dass nicht ein Stoff auf der anderen Seite einfach so hereinkommen kann (kommt einfach so aus dem Nichts)

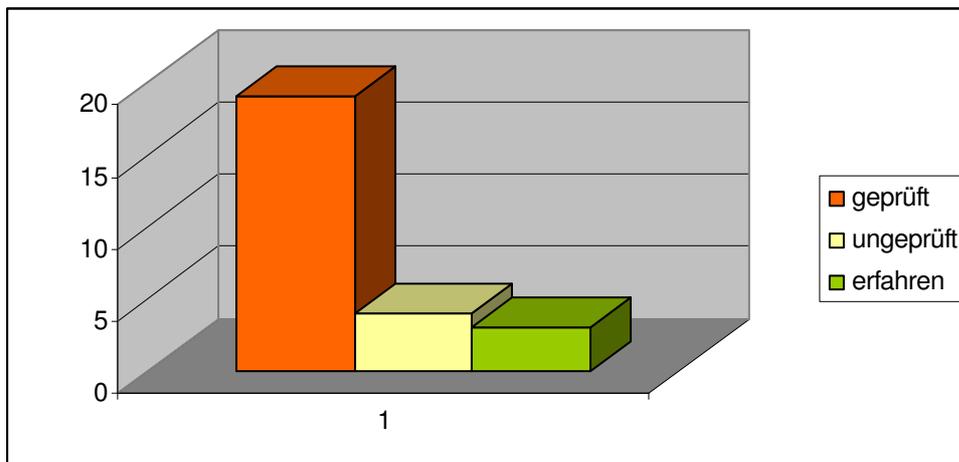
**Marlis: Danke für das Interview.**

## **4.6 Fragebogen Evaluation Workshop**

Wir haben die Einheit Vollgas Chemie in einer Fortbildungsveranstaltung einer Gruppe von Lehrern/innen vorgestellt und mittel eines Fragebogens ihre Einschätzung erhoben.

### **4.6.1 Qualifikation der Teilnehmer**

Der überwiegende Teil der Lehrer/innen hatte im Fach Chemie die Hauptschullehrerausbildung.



**Diagramm 13**

## 4.6.2 Beurteilung der einzelnen Elemente von Vollgas Chemie

Die Frage an die Kursteilnehmer/innen lautete: Wie brauchbar sind für dich die einzelnen Teile von „Vollgas Chemie“? Der überwiegende Teil der Lehrer/innen beurteilte die Einheiten als „brauchbar“ bzw. „sehr brauchbar“.

### Beurteilung Brauchbarkeit

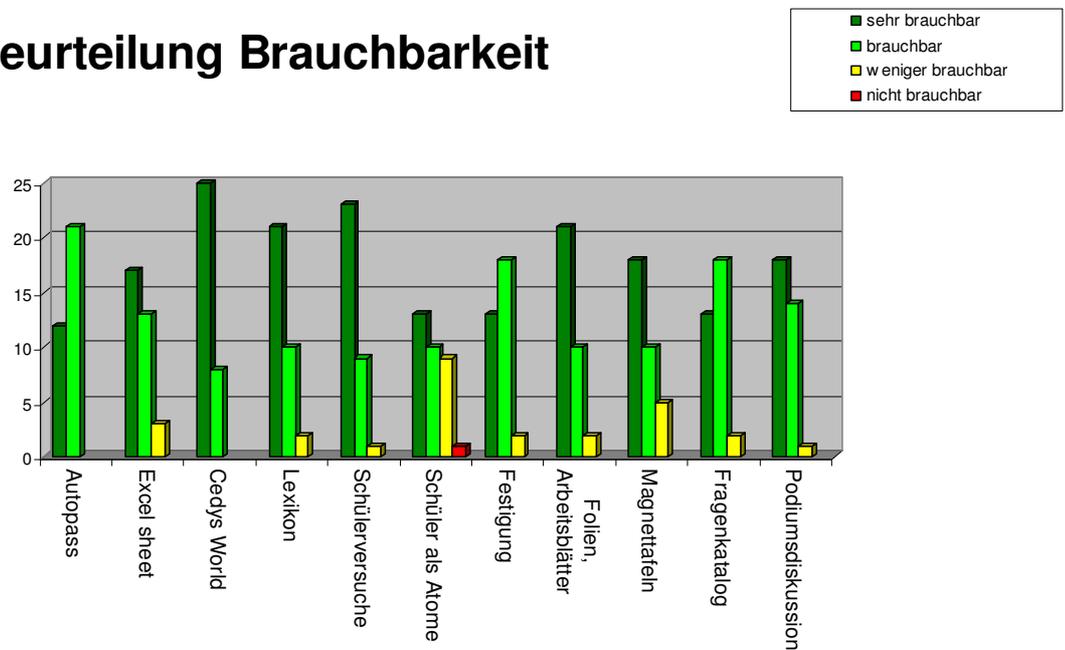


Diagramm 14

### 4.6.3 Einschätzungen der Teilnehmer/innen

Im zweiten Teil des Fragebogens sollten die Teilnehmer/innen folgende Fragen mit ++, +, -, -- beantworten:

Ich kann mir vorstellen, die Einheit „Vollgas Chemie“ im Anfangsunterricht Chemie einzusetzen.

Die Schüler erfahren Chemie als interessant und spannend (Motivation).

Die Schüler erwerben grundlegende Fähigkeiten, um selbständig Chemie betreiben zu können (Basic Skills).

Der Einsatz der Einheit Vollgas Chemie ist mit geringem Aufwand (++) oder mit sehr großem Aufwand (--) verbunden.

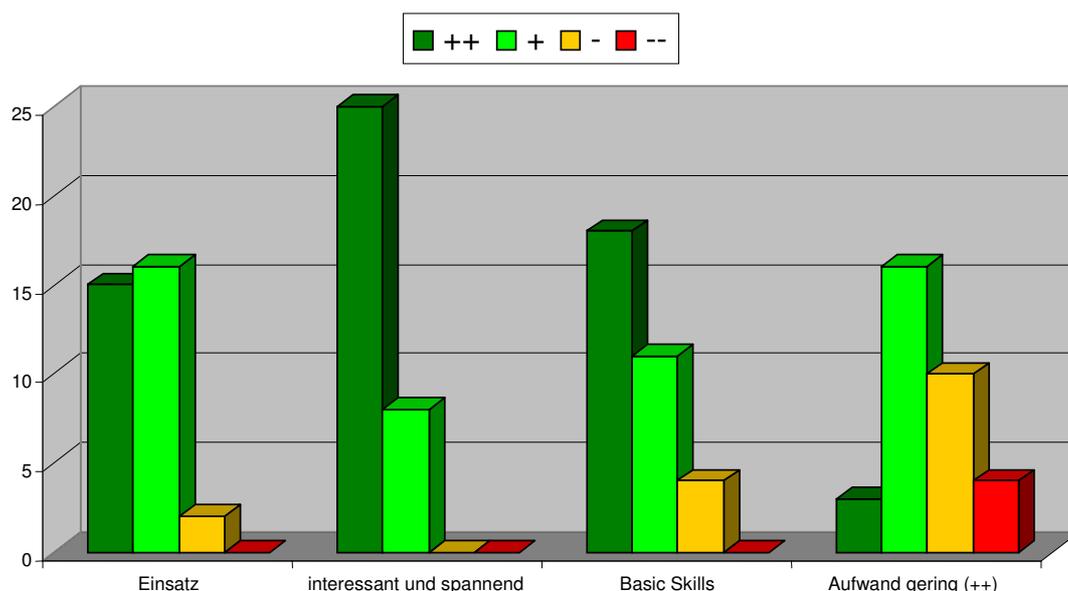


Diagramm 15

### 4.6.4 Kommentare der Teilnehmer

Am Ende des Fragebogens hatten die Teilnehmer/innen die Möglichkeit, Kommentare abzugeben. Die Kommentare waren: Ihr seid ein gutes Team / Tolle Veranstaltung, Super Vorbereitung / geprüft: Sehr schlecht ausgerüsteter Physiksaal, Platzmangel, hoher Ausländeranteil (Deutschprobleme) erschweren die Durchführung enorm, Viel Zeitaufwand für die Vorbereitung / geprüft: Ihr seid toll / Ihr seid Super / Prima / Gute Ideen – da muss etwas hängen bleiben (beim Schüler), Die Schülerversuche wurden von zwei Kollegen mit den Kommentaren als „teils zu aufwändig“ und „gefährlich als SV“ eingeschätzt.

## **4.7 Evaluation durch Prof. Dr. Anton**

Prof. Dr. Michael Anton hat die Einheit Vollgas Chemie von der Seite der Fachdidaktik durchgearbeitet und beurteilt. Das Gutachten zum IMST3 Projekt „Vollgas Chemie“ im Schwerpunkt S2 finden Sie im Anhang (Anhang 4, Anhang 5, Anhang 6). Weiters hat Prof. Dr. Anton die Einheit hinsichtlich der Forderungen des Grundbildungskonzepts untersucht. Alle Haken im Bericht von Prof. Dr. Anton bescheinigen dem Projekt „Vollgas Chemie“, dass diese Forderungen erfüllt werden (Anhang 7). Des Weiteren hat Prof. Dr. Anton untersucht, welche fachdidaktischen Forschungsergebnisse im Unterrichtsprojekt Vollgas Chemie verwirklicht wurden (Perspektiven für die Unterrichtspraxis nach Prof. Dr. Anton nach Häußler P. u. a. IPN Kiel 1998). Viele Aussagen treffen laut Prof. Dr. Anton teilweise bis voll auf das Projekt „Vollgas Chemie“ zu. Diese hat er angeführt und teilweise auch kommentiert. (Anhang 8, Anhang 9)

# 5 INTERPRETATION

## 5.1 Motivation

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Gruppenbefragung, der Fragebögen Interesse, des Fragebogens Evaluation Workshop, das Interview mit Frau Rigger und die Ergebnisse von Dr. Anton interpretiert.

### 5.1.1 Schülerversuche

Die Schülerversuche wurden bei der Gruppenbefragung in der Hauptschule Hittisau von 9 Gruppen als interessant eingestuft (4.1 Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau, Diagramm 1). Bemerkenswert dabei ist, dass die Schüler/innen meist auch die einzelnen Versuche, wie Backpulverrakete, Schlange des Pharaos, Feuerlöscher usw. nennen konnten. Dies zeigt das große Interesse der Schüler/innen an selbstständig durchgeführten Versuchen. Drei Schülergruppen wollen mehr Versuche, eine Gruppe will noch mehr Versuche, bei denen es „kracht“. Eine andere Gruppe will Schwarzpulver herstellen. Die in Vollgas Chemie verwendeten Schülerversuche waren für die Schüler/innen attraktiv. Nur eine Schülergruppe gibt an, dass manche Schülerversuche langweilig waren. Hier müsste noch genauer nachgefragt werden.

Auch im Fragebogen der 3. Klassen der HS Hittisau bezeichnen 35 von 36 Schüler(n)/innen die Versuche als sehr interessant (4.2 Fragebogen Interesse, Diagramm 2).

Bis auf 2 Schüler/innen finden auch die Schüler/innen der HS Doren die Schülerversuche interessant oder sogar sehr interessant (4.2 Fragebogen Interesse, Diagramm 3).

An der Dornbirner Hauptschule haben alle Schüler/innen die Schülerversuche als interessant, beziehungsweise sehr interessant empfunden (4.2 Fragebogen Interesse, Diagramm 4). Auch Frau Rigger erzählte im Interview von der Begeisterung der Schüler/innen (4.5 Interview mit Frau Ursula Rigger).

Mit 97,2% beurteilen eigentlich alle Schüler/innen aus den untersuchten Hauptschulen die Versuche als interessant. (4.2 Fragebogen Interesse, Diagramm 5). Wir haben unser Ziel – 50% der Schüler/innen sollten die Schülerversuche interessant finden – klar erreicht.

Prof. Dr. Anton lobt in seinem Bericht die „altersspezifische Interessenspflege“ im Sinne einer „Technik- Experimentier- und Umweltorientierung“. Für ihn macht die „schülerorientierte Experimentiertätigkeit“ die Thematik auch für Mädchen attraktiv (Anhang Gutachten von Prof. Anton, Anhang 4).

### 5.1.2 Internetprogramm Cedysworld

Das Internetprogramm Cedysworld wurde bei der Schülerbefragung in der HS Hittisau von drei Schülergruppen als interessant eingestuft und außerdem von einer Schülergruppe als „sehr verständlich“ beschrieben. Für zwei Schülergruppen war es weniger interessant. Eine Gruppe hat dazu angemerkt, dass es besser ohne Arbeitsblatt gewesen wäre. Für eine zweite Gruppe war es zu lang (4.1 Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau, Diagramm 1).

Der Fragebogen der HS Hittisau zeigt ein ähnliches Bild. Die meisten Werte liegen im mittleren Bereich („interessant“ und „weniger interessant“). Vielleicht könnte hier

noch mit anderen Methoden ein höherer Motivationsgrad erreicht werden (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 2).

An der HS Doren wurde die Arbeit mit Cedysworld insgesamt eher besser beurteilt als in Hittisau, die Hälfte fand es interessant. (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 3).

An der HS Donbirn stufte weit über die Hälfte der Schüler/innen die Arbeit mit dem Programm Cedysworld als sehr interessant bzw. interessant ein (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 4).

Betrachtet man die Ergebnisse der 3 Schulen als Ganzes, so ist für 63,3% der Schüler/innen die Arbeit mit dem Programm Cedysworld sehr interessant bzw. interessant (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 5). Mit dem Programm haben wir mehr als die Hälfte der Schüler/innen angesprochen und somit das Ziel einer erhöhten Motivation erreicht.

Für Prof. Dr. Anton bereichert die „Einforderung einer Nutzung moderner Recherchemöglichkeiten (Internet)“ den Chemieunterricht für Schüler/innen der Alterstufe 13/14 Jahre. (Anhang Gutachten von Prof. Anton, Anhang 4).

### **5.1.3 Autobild(Excel-Sheet)**

Das Autobild (Excel-Sheet) war für zwei Gruppen bei der Befragung in der HS Hittisau weniger interessant (4.1 Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau, Diagramm 1).

Im Fragebogen der HS Hittisau sind die Ergebnisse von „interessant“ bis „nicht interessant“ annähernd gleichmäßig verteilt. Hier ist es schwierig eine klare Aussage über den Motivationsgrad zu treffen (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 2).

Auch in der HS Doren ist es schwierig eine Aussage zu machen, da annähernd gleich viele Schüler/innen es entweder interessant oder nicht interessant fanden (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 3).

In der HS Dornbirn stimmten mehr als die Hälfte der Schüler/innen für interessant und sehr interessant, ein paar wenige stimmten für nicht interessant. (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 4).

Eine Gesamtschau lässt erkennen, dass 52,3% der Schüler/innen an der Arbeit mit dem Excelprogramm Gefallen fanden (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 5). Wir haben unser Ziel erreicht, allerdings nur knapp.

### **5.1.4 Podiumsdiskussion**

Relativ viele Gruppen der Gruppenbefragung in der HS Hittisau (5 Gruppen) fanden die Podiumsdiskussion interessant (4.1 Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau, Diagramm 1). Der Fragebogen in der HS Hittisau bestätigt dieses Ergebnis (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 2). Alle Beurteilungen liegen im Bereich „interessant“ bis „sehr interessant“. Wir denken, gerade in diesem Alter (13-14 Jahre) diskutieren Schüler/innen gern und lieben es, in andere Rollen zu schlüpfen.

An der HS Doren wurde die Podiumsdiskussion nicht so gut beurteilt. Relativ viele Schüler/innen (fast zwei Drittel) fanden sie weniger oder nicht interessant. Hier müsste noch nachgefragt werden, warum das so ist, da sich das Ergebnis doch sehr stark von der HS Hittisau unterscheidet (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 3).

An der HS Dornbirn haben nur zwei Schüler/innen die Podiumsdiskussion als interessant empfunden, die anderen haben keine Antwort angekreuzt. (4.2. Fragebogen Interesse Diagramm 4). Wahrscheinlich konnten sie sich nicht erinnern.

In den 3 Schulen zusammen finden 71,2% der Schüler/innen an der Podiumsdiskussion Gefallen (4.2. Fragebogen Interesse Diagramm 5). Trotz der „Ausfälle“ der HS Dornbirn wurde das Ziel klar erreicht.

Laut Prof. Dr. Anton führt die „Einbindung des Rollenspiels zu einer praxisgerechten Hervorhebung des Nutzens für den Schüler und die Schülerin, mitreden zu können und chemisches Argumentieren effektiv zu erleben“. (Anhang Gutachten von Prof. Anton, Anhang 5).

### **5.1.5 Eseln**

Spielen kommt immer gut an, besonders wenn es sich um ein Spiel mit Pfiff handelt. Beim „Eseln“ ist volle Konzentration und Schnelligkeit gefordert. Vier Gruppen bei der Befragung in der HS Hittisau fanden das Spiel „Eseln“ interessant (4.1 Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau, Diagramm 1).

Beim Fragebogen der HS Hittisau beurteilte die große Mehrheit das Spiel „Eseln“ als sehr interessant. Vier Schüler/innen fanden es nicht interessant. Eine Gruppe hat bei der Gruppenbefragung Eseln als weniger interessant empfunden. Vielleicht waren dafür Probleme in der Spielgruppe ausschlaggebend (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 2).

An der HS Doren wurde aus organisatorischen Gründen das Spiel „Eseln“ nicht durchgeführt.

An der HS Dornbirn wurde es auch von zwei Drittel der Teilnehmer/innen als interessant oder sehr interessant eingestuft (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 4).

77,6 % der Schüler/innen haben dieses Spiel gerne gespielt. (4.2. Fragebogen Interesse Diagramm 5). Das Ziel von 50% ist weit übertroffen.

### **5.1.6 Lexikon**

Drei Gruppen der HS Hittisau haben das Lexikon erwähnt und mit den Kommentaren „spart Arbeit“ und „weil ohne schreiben“ versehen. Die Schüler/innen schätzen es, wenn sie nicht so viel schreiben müssen. Deshalb haben auch zwei Gruppen das Schreiben von Versuchsprotokollen kritisiert. Gruppe C der 3b Klasse schlägt in diesem Zusammenhang vor, keine Merkttexte zu schreiben, sondern jeder/jede Schüler/in soll sich selbst Notizen machen. Eine Gruppe beschreibt das Eintragen von Molekülen ins Lexikon als langweilig und kritisiert die zu langen Erklärungen. Auch das Ergebnis der Befragung mittels Fragebogen korreliert mit dem Ergebnis der Gruppenbefragung. Die überwiegende Mehrheit (35 von 36 Schülern) arbeitet gerne mit dem Lexikon (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 2).

Von den Schüler/innen der HS Doren wurde die Arbeit mit dem Lexikon auch eher positiv bewertet. Der Grund dafür liegt sicher auch im „weniger Schreiben müssen“ (4.2. Fragebogen Interesse, Diagramm 3).

An der HS Dornbirn wurde das Lexikon ausgezeichnet beurteilt. Es gab nur eine(n) Schüler/in, die das Lexikon mit weniger interessant beurteilte, alle anderen waren für interessant und sehr interessant (4.2. Fragebogen Interesse Diagramm 4).

Die Arbeit mit dem Lexikon ist für die Mehrheit der Schüler/innen (89,8% für „interessant“ oder „sehr interessant“) eine gute Form, Inhalte schriftlich festzuhalten (4.2. Fragebogen Interesse Diagramm 5). Unsere Erwartungen wurden somit weit übertroffen.

Auch im Interview mit Frau Rigger kommt heraus, dass ihre Schüler/innen das Lexikon sehr gut angenommen haben (4.5 Interview mit Frau Ursula Rigger).

Prof. Dr. Anton erwähnt, dass „die Ausarbeitung der Methodenwerkzeuge (Spielkarten, Applikationen, Lexika) Beachtung verdient und auch bei robustem Umgang die kontinuierliche Weiterverwendung garantiert“. Zugleich sei die „Schüleradäquatheit der Materialien zu würdigen, die es den Kindern auch erleichtere, sich jenseits der Unterrichtssituation in der Schule und auch im Felde anderer Themen, um eine analoge Verwendung und Erstellung solcher Materialien zu bemühen“ (Anhang Gutachten von Prof. Anton, Anhang 5).

### **5.1.7 Magnettafeln und Aufgabenblätter**

Die Arbeit mit Magnettafeln und die folierten Aufgabenblätter kamen weniger gut an. Eine Gruppe der HS Hittisau fand die Materialien fürs Verständnis gut, aber weniger interessant, für andere waren die Aufgaben schwer und langweilig (4.1 Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau, Diagramm 1).

Der Fragebogen der HS Hittisau zeichnet mit einer annähernd gleichmäßigen Verteilung der Beurteilungen über alle vier Stufen ein besseres Bild. Trotzdem ist hier eine Adaptierung notwendig (4.2. Fragebogen Interesse Diagramm 2).

An der HS Doren und an der HS Dornbirn war die Verteilung ähnlich. (4.2. Fragebogen Interesse Diagramm 3,4). Dies widerspricht den Beobachtungen der Lehrerinnen, die bemerkten, dass viele Schüler/innen erst durch konkretes Handeln die Struktur der chemischen Gleichungen verstanden haben. Sie haben erkannt, dass wenn auf der einen Seite 2 C-Atome waren, diese auf der anderen Seite nicht einfach verschwinden konnten. (Beobachtungen von Marlis Schedler und Ursula Rigger)

Mit 52,2% Zustimmung („sehr interessant“ bzw. „interessant“) ist das Ziel, die Hälfte der Schüler/innen zu motivieren zwar erreicht, jedoch müssen hier noch Änderungen vorgenommen werden (4.2. Fragebogen Interesse Diagramm 5).

Prof. Dr. Anton führt positiv an, dass die „Einarbeitung von Applikationen und Farbsymbolen nach lehrernwissenschaftlichen Erkenntnissen aus der Chemiedidaktik“ nachhaltiger wirkt (Anhang Gutachten von Prof. Anton, Anhang 5).

### **5.1.8 Thema Auto**

Das Thema Auto war für drei Gruppen der HS Hittisau weniger interessant. „Auto zu oft erklären müssen“ und „weniger interessant für Mädchen“ waren die Kommentare dazu. (4.1 Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau, Diagramm 1). Vielleicht könnte hier eine stärkere Betonung des Umweltaspekts, besonders bei Mädchen, mehr Interesse wecken. Eine Gruppe gibt an, dass das Thema für sie interessant war.

### 5.1.9 Interpretation weiterer Daten

Obwohl das **Funktionsmodell des Wasserstoffautos** nur vom Lehrer gezeigt wurde, erinnern sich noch zwei Gruppen der HS Hittisau daran (4.1 Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau, Diagramm 1). Ich denke funktionsfähige Modelle mit gesellschaftlicher Bedeutung (Zukunftstechnologie) faszinieren die Schüler/innen. Allerdings ist auch hier eine selbständige Bearbeitung zu überlegen, denn eine Gruppe hat das oftmalige Erklären des Wasserstoffautos als weniger interessant empfunden.

Die „**DVD Was ist was?**“ wurde von zwei Gruppen der HS Hittisau als interessant genannt, eine Gruppe fand die Filme unverständlich (4.1 Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau, Diagramm 1). Ich denke Schüler/innen schauen gerne gute Technikfilme. Dies zeigt auch der Wunsch einer Gruppe, mehrmals Sendungen der Knoff Hoff Show (Wissenschaftsshow des ZDF aus den 90er Jahren) anzusehen. Der Einsatz der DVD „Was ist was?“ muss aber noch genauer evaluiert werden. Vielleicht sind hier auch neue Methoden zur Bearbeitung von Unterrichtsfilmen gefragt.

Weitere Statements waren, dass „die Erklärung mit Atomen unverständlich und langweilig sei“ und die „Arbeit mit Formeln schwer und langweilig“ ist. Zwischen beiden Statemants besteht ein Zusammenhang. Weil die Inhalte nicht verstanden wurden, waren sie langweilig. Ich glaube, wenn es gelingt, die Inhalte so zu vermitteln, dass sie der/die Schüler/in sie versteht, steigt auch das Interesse.

### 5.1.10 Zusammenfassende Betrachtung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Interesse auf Seiten der Schüler/innen durch die Einheit Vollgas Chemie geweckt werden konnte. Mit Ausnahme der Arbeit mit dem Fragenkatalog haben über 50% der Schüler/innen die Unterrichtsbausteine als interessant bis sehr interessant bezeichnet. (4.2. Fragebogen Interesse Diagramm 5). Wir haben unser Ziel, dass mehr als die Hälfte der Schüler/innen die Aktivitäten und Materialien als interessant empfinden, erreicht, in manchen Bereichen sogar übertroffen.

## 5.2 Basic Skills

### 5.2.1 Wissen

In der HS Hittisau konnten relativ viele Schüler/innen die Formeln der Stoffe nennen, jedoch wusste die Mehrzahl nicht, wo der Stoff vorkommt (4.3 Wissenstest, Diagramm 6).

Die Schüler/innen haben die Formeln im Langzeitgedächtnis verankert, da die Überprüfung mindestens einen Monat nach Abschluss der Unterrichtseinheit Vollgas Chemie durchgeführt wurde.

Der Wissenstest an der HS Doren zeigt eine ähnliche Verteilung. Insgesamt wussten jedoch noch weniger Schüler/innen die Formeln und die Verwendung der Stoffe (4.3 Wissenstest, Diagramm 6).

Betrachtet man beide Schulen (HS Hittisau und HS Doren), so haben wir unser Ziel nicht erreicht. Die Ergebnisse der HS Dornbirn sind für uns nicht relevant, da die Tests mit Hilfe des Lexikons bearbeitet wurden.

## 5.2.2 Kompetenzlernen

An der HS Hittisau wurde das Ziel im Bereich der Grundkompetenzen - die Hälfte der Schüler/innen sollte über 50% der Punkte erreichen - nicht erreicht (4.4.1 Grundkompetenzen, Diagramm 7). Auch im Bereich des Erweiterungsstoffs wurde das Ziel bei weitem nicht erreicht (4.4.2 Erweiterungsstoff, Diagramm 10). Nur 7 von 36 Schüler/innen erreichten mehr als 50% aller möglichen Punkte.

Auffallend war, dass die Schüler/innen zwar Formeln und Moleküle im Kopf hatten, diese jedoch nicht richtig zuordnen konnten. Sie bezeichneten zum Beispiel Stickstoffmonoxid mit  $N_2$ .

Viele haben nicht erkannt, dass diese Formeln im Text oder in der Reaktionsgleichung stehen. Daraus folgern wir, dass die Schüler/innen eher gewohnt sind Wissen zu reproduzieren, als Zusammenhänge zu erfassen.

Einige Fehler sind sicher auch auf die mangelnde Motivation der Schüler/innen zurückzuführen. So haben manche Schüler den gesamten Test nur mit Füller ausgefüllt und keine Farben verwendet.

Manche Schüler/innen hatten auch Probleme mit der Aufgabenstellung. Das ist z.B. daran zu erkennen, dass manche Schüler/innen die Moleküle an falsche Stellen gezeichnet haben. Ein Grund für das schlechte Abschneiden liegt auch darin, dass die Schüler/innen solche Aufgabenstellungen nicht gewöhnt sind.

An der HS Doren war die Verteilung bei den Grundkompetenzen nicht so eindeutig wie in Hittisau, außerdem waren die Schüler/innen beim Erweiterungsstoff sehr schwach. (4.4.1 Grundkompetenzen Diagramm 8 und 11)

Dies lässt sich auch auf eine fehlende Motivation zurückführen, da die Schüler/innen heuer sehr viele Fragebögen beantworten mussten und dies nicht so genau nahmen, wenn es nicht in die Note mit einbezogen wurde.

Die geringe Gesamtpunktzahl – nur 4 Punkte - bei den Grundkompetenzen erschwert eine differenzierte Betrachtung. Zukünftige Tests müssen mit höheren Gesamtpunktzahlen arbeiten.

Betrachtet man die Ergebnisse im Bereich der Grundkompetenzen, so ist der Erfolg eher ernüchternd, wenn man bedenkt, dass dort nur mit bekannten und sehr einfachen Molekülen und Stoffen gearbeitet wurde.

Im Bereich des Erweiterungsstoffs gibt es nur 2-3 Schüler/innen, von denen man sagen kann, sie haben grundlegende Fähigkeiten erworben, um mit Hilfe der Chemie Phänomene des Alltags erklären zu können. Von 0-3 Punkten ist eine Häufung festzustellen. In diesem Bereich besitzen die Schüler/innen wenig bis gar keine Fachkompetenzen. An der HS Doren ist nur der Grundstoff gefestigt, es gibt keine Schüler/innen, die im Erweiterungsstoff anwendbares Wissen haben.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass es weder im Bereich der Grundkompetenzen noch im Bereich des Erweiterungsstoffs gelungen ist, das Ziel - die Hälfte der Schüler/innen über 50% der Punkte – zu erreichen. Grundkompetenzen haben sich nur 31% und Erweiterungsstoff nur 16% der

Schüler/innen angeeignet (4.4.1 Grundkompetenzen, Diagramm 9 und 4.4.2 Erweiterungstoff, Diagramm 12).

### **5.3 Einsetzbarkeit**

Die Ergebnisse des Fragebogens beim Workshop in Tirol, bei dem die Einheit vorgestellt wurde, sind ausgezeichnet.

Bei den Teilnehmern/innen handelte es sich großteils um geprüfte und erfahrene Chemielehrer/innen (4.6.1 Qualifikation der Teilnehmer, Diagramm 13). Die einzelnen Elemente wurde vom überwiegenden Teil der Lehrer als „brauchbar“ bzw. „sehr brauchbar“ bezeichnet (4.6.2 Beurteilung der einzelnen Elemente von Vollgas Chemie, Diagramm 14). Wir haben in diesem Bereich unser Ziel erreicht, ja sogar bei weitem übertroffen.

Im Kapitel 4.6.3 wurden die Einschätzungen der Teilnehmer/innen erhoben. 31 von 33 Teilnehmern/innen können sich vorstellen, die Einheit im Anfangsunterricht Chemie einzusetzen. Alle glauben, dass Chemie mit der Unterrichtseinheit Vollgas Chemie für die Schüler/innen spannend und interessant ist. Eine Mehrheit ist der Ansicht, dass die Schüler/innen grundlegende Fertigkeiten erwerben, um selbständig Chemie betreiben zu können (4.6.3 Einschätzungen der Teilnehmer, Diagramm 15)

Bei der Frage des Aufwandes sind die Meinungen breiter gestreut. Trotzdem sind über die Hälfte der Teilnehmer/innen der Meinung, dass sich der Aufwand für den Einsatz von Vollgas Chemie in Grenzen hält. (4.6.3 Einschätzungen der Teilnehmer, Diagramm 15).

Wir haben unser Ziel bei weitem übertroffen, da mehr als die Hälfte der LehrerInnen alle Teile der Einheit als „sehr brauchbar“ oder „brauchbar“ beurteilen. Außerdem können sich mehr als die Hälfte der Teilnehmer/innen vorstellen, die Einheit Vollgas Chemie einzusetzen. Ein überwiegender Teil ist der Meinung, dass die Schüler mit dieser Einheit die Chemie als spannend und interessant erfahren, die Schüler/innen sogenannte Basic Skills erwerben. Über die Hälfte der Teilnehmer/innen beurteilen die Einheit als einfach einsetzbar (4.6.3 Einschätzungen der Teilnehmer, Diagramm 15).

Bei den Kommentaren zeigt sich, dass die Lehrer/innen von unserer Vorbereitung, unserer Teamfähigkeit und unseren Ideen sehr angetan waren.

Interessant wäre es, diese Fragen nach dem tatsächlichen Einsatz durch die Lehrer/innen im Unterricht noch einmal zu stellen, da die Meinungen der Schüler/innen und Lehrer/innen doch sehr weit auseinander liegen.

Laut Prof. Dr. Anton stellt die Bereitstellung einer CD-Rom mit allen Unterlagen für die Erstellung der Arbeitsblätter, des Lexikons (auch in zwei Ausführungen), der Spielutensilien und anderer Unterlagen eine nicht unwesentliche Arbeitserleichterung für die Kollegenschaft dar (Anhang Gutachten von Prof. Anton, Anhang 5).

Im Zuge einer fortgesetzten Evaluation, die sich auch auf ein Einfordern von fundierten Verbesserungsvorschlägen sowie Bestätigungen der erwarteten Qualität durch andere Lehrer/innen stützen kann, schlägt er vor, die Herausgabe der CD an einen rückzusendenden Fragebogen zu binden. Mit diesen Ergebnissen könnte die CD immer wieder verbessert und an geänderte Rahmenbedingungen angepasst werden. (Anhang Gutachten von Prof. Anton, Anhang 5).

## 5.4 Grundbildung

Prof. Dr. Anton hat unsere Unterrichtseinheit „Innovativer Chemieunterricht“ hinsichtlich des Grundbildungskonzeptes untersucht und in den Leitfragen zur Inhaltswahl und bei den Leitbedingungen zur Methodenwahl sehr viele Forderungen entdeckt, die von unserem Modul erfüllt werden. Auf eine genauere Aufschlüsselung inwieweit dieses Chemiemodul den Forderungen entspricht, verzichten wir, da dies Gegenstand der letztjährigen Arbeit war.

## **6 SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK**

Die folgenden Verbesserungsvorschläge sind als Ideensammlung zu verstehen. Das bedeutet, dass nicht alle Punkte umgesetzt werden müssen. Es muss in jedem Fall geprüft werden, ob eine Änderung auch wirklich eine Verbesserung darstellt.

### **6.1 Motivation**

#### **6.1.1 Schülerversuche**

Die Versuche wurden sowohl im Fragebogen (4.2 Fragebogen Interesse, Diagramm 5) als auch beim Gruppeninterview (4.1 Gruppenbefragung Interesse HS Hittisau, Diagramm 1) sehr positiv bewertet. Drei Schülergruppen fordern sogar mehr Versuche. Um die Nachhaltigkeit zu erhöhen, bietet sich die Dokumentation der Versuche in Portfolios an. Eine Gruppe findet sogar das Schreiben von Versuchsprotokollen interessant, wenn sie die Versuche auswählen können und die Protokolle in die Leistungsbewertung einfließen. Eine Schülergruppe schlägt vor, dass die Versuche von Schülern/innen demonstriert werden. Dabei kann es sich um bereits gemachte Versuche oder um neu zu erarbeitende Versuche handeln. Die gezeigten Versuche können in die Leistungsbewertung einfließen.

Prof. Anton nennt Verbesserungsvorschläge hinsichtlich der Sicherheit. So sollte der Kohlenstoffdioxidnachweis nur mit Schutzbrille erfolgen und nicht mit einem Strohhalm durchgeführt werden. Sicherheitshinweise und Gefahrensymbole sind unabdingbar und gefährliche Chemikalien können durch weniger gefährliche Chemikalien ersetzt werden (Gutachten von Prof Anton, Anhang 5)

#### **6.1.2 Autobild(Excel-Sheet)**

Mit 52,3% Interesse ist die Akzeptanz des Autobilds eher im unteren Bereich (4.2 Fragebogen Interesse, Diagramm 5). Hier ist eine Weiterentwicklung angebracht. Vielleicht könnte hier durch die Organisation eines Wettbewerbs oder eines Spiels die Akzeptanz erhöht werden.

#### **6.1.3 Internetprogramm Cedysworld**

Obwohl wir unser Ziel erreicht haben (4.2 Fragebogen Interesse, Diagramm5) könnte mit weiteren Methoden ein höherer Motivationsgrad erreicht werden. Kommunikative Methoden wie z.B. Gruppenpuzzles, die einen Austausch zwischen den Schüler(n)/innen erfordern, könnten erprobt werden.

#### **6.1.4 Lexikon**

Die Arbeit mit dem Lexikon ist von den Schüler(n)/innen gut angenommen worden (4.2 Fragebogen Interesse, Diagramm 5). Vielleicht lassen sich trotzdem noch interessantere Eigenschaften und Anwendungen zu den Stoffen finden. Mit Hilfe von Internetrecherchen können die Autoren oder die Schüler/innen selber weitere attraktive Beispiele für Eigenschaften und Vorkommen der vorgestellten Stoffe suchen. Durch die Verwendung des Lexikons beim Test gewinnt es an Bedeutung.

Der Vorschlag einer Gruppe statt mit Merktextrn mit eigenen Aufzeichnungen zu arbeiten, ist es wert, weiter verfolgt zu werden. Ein interessanter Vorschlag ist, die Ergebnisse der Experimente mit eigenen Worten zu erklären, anstatt Versuchsprotokolle anzufertigen.

#### **6.1.5 Magnettafeln und Aufgabenblätter**

Hier ist eine Adaptierung notwendig, da nur 52,2% der Schüler/innen die Arbeit mit Magnettafeln und Aufgabenblättern interessant finden (4.2 Fragebogen Interesse, Diagramm 5). Der Abschnitt Festigung wurde in einer neueren Version von Vollgas Chemie bereits mit Aufgaben, die Kompetenzlernen fördern ergänzt. Weiters ist der Rahmen, in dem die selbständige Arbeit stattfindet, genau zu definieren und zu planen. Das Gelernte muss für den/die Schüler/in mehr Relevanz bekommen. Dies kann z.B. durch die Honorierung der Leistung geschehen. Auch die Anwendung des Gelernten kann eine Verbesserung bringen.

#### **6.1.6 Thema Auto**

Vielleicht könnte hier eine stärkere Betonung des Umweltaspekts mehr Interesse wecken, aber auch technische Zugänge, z.B. über den Motorrennsport, können positiv wirken. Der Vorschlag einer Gruppe einen Mopedmotor zu zerlegen, wieder zusammenzubauen und zu betreiben schafft auch einen interessanten Zugang zu den chemischen Vorgängen im Verbrennungsmotor.

## 6.2 Basic Skills

Da der Lernerfolg sehr gering ist (4.4.1 Grundkompetenzen, Diagramm 9 und 4.4.2 Erweiterungstoff, Diagramm 12), müssen in diesem Bereich unbedingt Verbesserungen stattfinden. Die Schüler/innen müssen mit einer neuen Art der Fragestellung besser vertraut gemacht werden. In dem Unterrichtsprojekt „Vollgas Chemie“ wird das Kompetenzzernen zu wenig gefördert. Es muss mehr Übungsmöglichkeiten mit Problemen aus dem Alltag geben. Weiters fördern Aufgabenstellungen, bei denen die Schüler/innen Informationen aus Texten entnehmen und verarbeiten müssen, das Kompetenzzernen.

## 6.3 Resumee

Ein Ziel dieser Unterrichtseinheit war eine höhere Motivation zu erreichen. Dies ist gelungen, besonders im Bereich der Schülerversuche (4.2 Fragebogen Interesse, Diagramm 5). Weiters sollten die Schüler/innen grundlegende Fähigkeiten im Gegenstand Chemie erreichen. Hier sind die erreichten Ziele eher im unteren taxonomischen Bereich anzusiedeln (4.4.1 Grundkompetenzen, Diagramm 9 und 4.4.2 Erweiterungstoff, Diagramm 12).

Ein Grund für den unbefriedigenden Lernerfolg könnte in dem Transfer der Einheit an den unterrichtenden Lehrer liegen. Kollege Markus Blank war darauf angewiesen, sämtliche Informationen von der CD zu holen. Dafür müsste die CD wahrscheinlich benutzerfreundlicher und kompakter sein. Ein Transfer über Lehrerfortbildungen ist hier der Verbreitung über CDs oder Internet vorzuziehen.

Auf der anderen Seite waren die Ergebnisse an der HS Doren auch nicht besser, wo die Einheit von der Autorin selbst durchgeführt wurde. Der Grund für das schlechte Ergebnis an der HS Doren liegt vielleicht daran, dass in dieser Klasse 3 Integrationsschüler und 2 Kinder mit nicht deutscher Muttersprache sind. Außerdem waren die SchülerInnen durch die vielen Tests und Fragebogen schon sehr genervt und haben die Befragungen nicht immer ernst genommen.

Am besten waren die Ergebnisse an der HS Dornbirn. Ein Großteil ist sicher auf die Begeisterung von Frau Rigger an unseren Materialien zurückzuführen, wie auch beim Interview zu spüren war. Dies überträgt sich auch auf die Schüler/innen.

Obwohl die Ergebnisse manchmal unter unseren Erwartungen liegen, muss man sich die Frage stellen, wie die Ergebnisse bei „normalem“ Unterricht ausgefallen wären. Wir werden das Konzept von Vollgas Chemie weiter verbessern und in der Praxis erproben. Die Evaluation in diesem IMST-Projekt hat uns die guten Ansätze wie auch die Schwachstellen erkennen lassen.

## 7 LITERATUR

ALTRICHTER, H. & POSCH, P. (1998). Lehrer erforschen ihren Unterricht. Eine Einführung in die Methoden der Aktionsforschung. Dritte erw. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

KÜHNELT, H. (2002). Physikalische Grundbildung – eine Annäherung in Beispielen. In: Krainer, K., Dörfner, W., Jungwirth, H., Kühnelt, H., Rauch, F., Stern, Th. (Hrsg.). Lernen im Aufbruch: Mathematik und Naturwissenschaften. Pilotprojekt IMST<sup>2</sup>. Innsbruck, Wien, München, Bozen: StudienVerlag.

BRÜGELMANN, Heinz (1999). Was leisten unsere Schulen? Zur Qualität und Evaluation von Unterricht. Seelze-Velber: Kallmeyer Verlag

RHEINBERG, Falko (1993). Motivationsförderung im Schulalltag. Konzeption, Realisation und Evaluation. Göttingen: Hogrefe Verlag

MEYER, Hilbert (2004). Was ist guter Unterricht. Berlin: Cornelsen Verlag

Sonstige Quellen:

IFF (Hrsg.) (2006). Newsletter. Klagenfurt : Im Auftrag des BMBWK. IFF.

# ANHANG

## G Raketen – eine große Umweltbelastung

Sabine Schlauberger hat im Fernsehen den Start einer Rakete gesehen.

Dabei hat sie vor allem die große Abgaswolke beeindruckt. In einem Brief an die NASA möchte sie wissen, wie umweltschädlich diese Abgase sind.

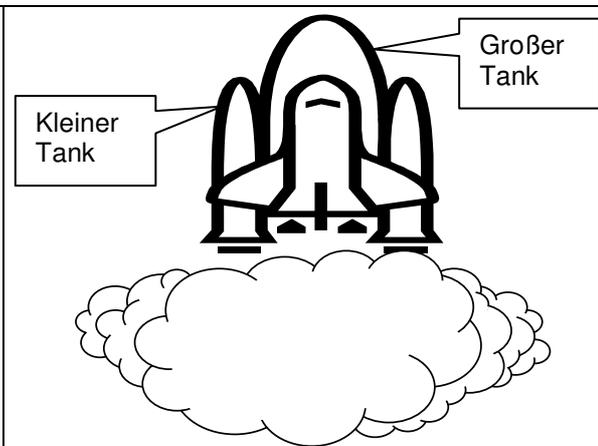
Sie erhält folgende Antwort:

Weltraumraketen gewinnen ihre Energie durch die Verbrennung von Wasserstoff  $H_2$  mit Sauerstoff  $O_2$ .

Diese Gleichung beschreibt diese Reaktion. Du siehst also, die Abgaswolke von Raketen ist völlig umweltfreundlich.



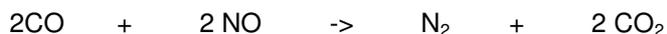
1. Welchen Stoff enthält die Abgaswolke von Raketen? Betrachte dazu die Reaktionsgleichung.
2. Zeichne die Moleküle in die Abgaswolke der Rakete ein! (H-Atome sind weiß, O-Atome sind rot)
3. Zeichne in den großen Tank Sauerstoffmoleküle  $O_2$  und in die zwei kleinen Tanks Wasserstoffmoleküle  $H_2$  ein.



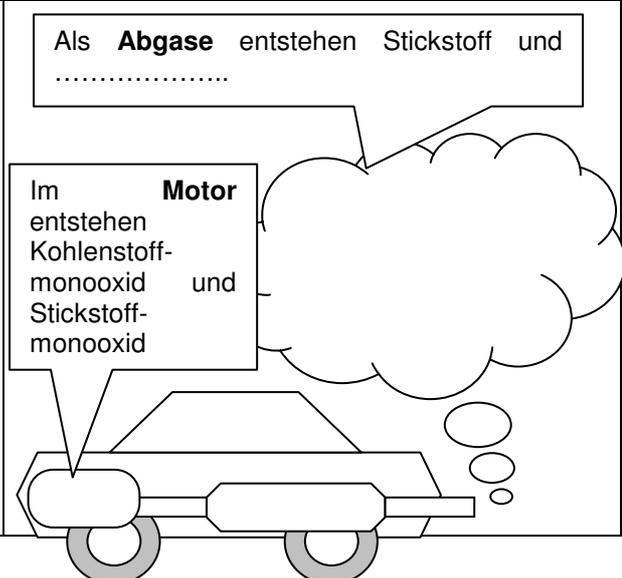
## E Der Autoabgaskatalysator verwandelt giftige Abgasen in ungiftige Gase

Der Autoabgaskatalysator ist im mittleren Teil des Auspuffs eingebaut. Er verwandelt die giftigen Abgase in Stickstoff und ein weiteres ungiftiges Gas. Unsere Luft besteht zu 78% aus Stickstoff. Wir atmen also zu einem hohen Prozentsatz Stickstoff ein, was uns nicht schadet.

Diese Reaktionsgleichung beschreibt die Vorgänge im Autoabgaskatalysator:



1. Wie lauten die Formeln von Stickstoff \_\_\_\_, Kohlenstoffmonoxid \_\_\_\_, und Stickstoffmonoxid \_\_\_\_?
2. Welches unschädliche Abgas entsteht außer Stickstoff noch? Gib den Namen und die Formel an. \_\_\_\_\_
3. Zeichne die entsprechenden Moleküle unter die Reaktionsgleichung ein. (O-Atome sind rot, N-Atome sind blau, C-Atome sind schwarz)
4. Zeichne die entsprechenden Moleküle im Bild (Motor und Abgaswolke) ein! Beachte auch die Anzahl.



# Aufgaben aus dem Alltag

## G Raketen – eine große Umweltbelastung

Sabine Schlauberger hat im Fernsehen den Start einer Rakete gesehen.

Dabei hat sie vor allem die große Abgaswolke beeindruckt. In einem Brief an die NASA möchte sie wissen, wie umweltschädlich diese Abgase sind.

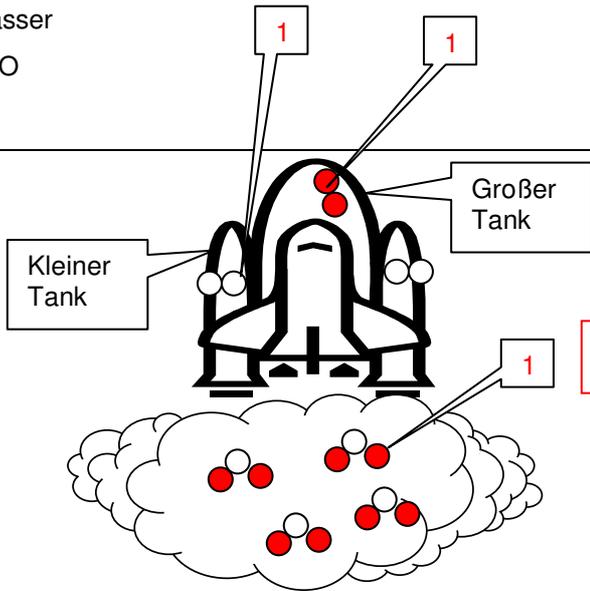
Sie erhält folgende Antwort:

Weltraumraketen gewinnen ihre Energie durch die Verbrennung von Wasserstoff  $H_2$  mit Sauerstoff  $O_2$ .

Diese Gleichung beschreibt diese Reaktion. Du siehst also, die Abgaswolke von Raketen ist völlig umweltfreundlich.



- Welchen Stoff enthält die Abgaswolke von Raketen? Betrachte dazu die Reaktionsgleichung. 1  
**Wasser**
- Zeichne die Moleküle in die Abgaswolke der Rakete ein! (H-Atome sind weiß, O-Atome sind rot)
- Zeichne in den großen Tank Sauerstoffmoleküle  $O_2$  und in die zwei kleinen Tanks Wasserstoffmoleküle  $H_2$  ein.

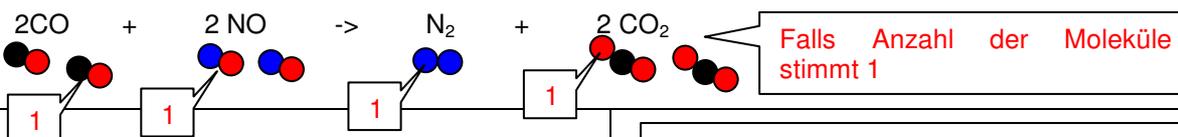


Gesamt 4 für Grundstoff

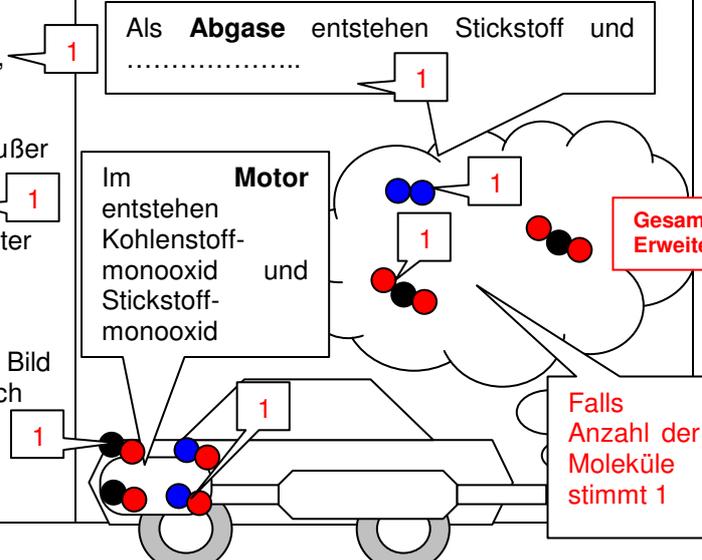
## E Der Autoabgaskatalysator verwandelt giftige Abgasen in ungiftige Gase

Der Autoabgaskatalysator ist im mittleren Teil des Auspuffs eingebaut. Er verwandelt die giftigen Abgase in Stickstoff und ein weiteres ungiftiges Gas. Unsere Luft besteht zu 78% aus Stickstoff. Wir atmen also zu einem hohen Prozentsatz Stickstoff ein, was uns nicht schadet.

Diese Reaktionsgleichung beschreibt die Vorgänge im Autoabgaskatalysator:



- Wie lauten die Formeln von Stickstoff  $N_2$ , Kohlenstoffmonooxid  $CO$ , und Stickstoffmonooxid  $NO$ ? 1 1 1
- Welches unschädliche Abgas entsteht außer Stickstoff noch? Gib den Namen und die Formel an. **Kohlenstoffdioxid  $CO_2$** . 1
- Zeichne die entsprechenden Moleküle unter die Reaktionsgleichung ein. (O-Atome sind rot, N-Atome sind blau, C-Atome sind schwarz)
- Zeichne die entsprechenden Moleküle im Bild (Motor und Abgaswolke) ein! Beachte auch die Anzahl. 1



Gesamt 15 für Erweiterungsstoff

Falls Anzahl der Moleküle stimmt 1

5

10

## Fragebogen für Workshopteilnehmer

### Qualifikation der Teilnehmer

geprüft  ungeprüft  erfahren

### Beurteilung der einzelnen Elemente von Vollgas Chemie

Wie brauchbar sind für dich die einzelnen Teile von „Vollgas Chemie“?

	sehr brauchbar	brauchbar	weniger brauchbar	nicht brauchbar
<b>Einstieg</b>				
Autopass				
Excel sehet				
Cedysworld				
<b>Erarbeitung</b>				
Lexikon				
Schülerversuche				
Schüler als Atome				
Festigung				
<b>Festigung</b>				
Folien+Arbeitsblätter				
Magnettafeln				
Fragenkatalog				
<b>Anwendung</b>				
Podiumsdiskussion				

### Einschätzungen der Teilnehmer

	++	+	-	--
Ich kann mir vorstellen, die Einheit „Vollgas Chemie“ im Anfangsunterricht Chemie einzusetzen.				
Die Schüler erfahren Chemie als interessant und spannend (Motivation).				
Die Schüler erwerben grundlegende Fähigkeiten, um selbständig Chemie betreiben zu können (Basic Skills).				
Der Einsatz der Einheit Vollgas Chemie ist mit geringem Aufwand (++) oder mit sehr großem Aufwand (--) verbunden.				

### Kommentare:

Department Chemie und Biochemie  
Didaktik und Mathematik der Chemie

Prof. Dr. Michael A. Anton

\_\_\_\_\_ **LMU**  
Ludwig \_\_\_\_\_  
Maximilians-  
Universität \_\_\_\_\_  
München \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Michael A. Anton, Butenandtstr. 5-13 D2, 81377 München  
Frau Mag. Marlies Schedler  
Herrn Mag. Bernhard Rädler

München, den 8.12.05

## **Gutachten zum IMST3-Projekt „Vollgas Chemie“ im Schwerpunktprogramm S2 „Grundbildung und Standards“**

Mit „Vollgas Chemie“ stellt sich ein Projekt vor, welches den Chemieunterricht für Schüler/innen der Alterstufe 13/14 Jahre inhaltlich und methodisch bereichert.

Hierzu tragen die Thematik (Chemie rund ums Auto und im Rahmen der Umwelt im Zusammenhang mit der Vermittlung von Basiskonzepten für unterschiedliche Kompetenzstufen; hier: Konzept 5-4-3), die Methodenvielfalt (vielschichtige Handlungsorientierung), der mannigfache und abwechslungsreiche Medieneinsatz (Poster, Arbeitsstreifen etc.), die altersspezifische Interessenpflege (Technik-, Experimentier- und Umweltorientierung), die Ausrichtung auf lernpsychologische Anforderungen (Motivationsstabilisierung, Portfolio, hier: Lexikon etc.), die Einforderung einer Nutzung moderner Recherchemöglichkeiten (Internet) sowie die Einarbeitung von lehrerlernwissenschaftlichen Erkenntnissen aus der Chemiedidaktik (Einsatz von Hilfen zur Relation von Phänomen und Abstraktion; hier: Applikationen, Farbsymbole usw.) wesentlich und -im Rahmen der Kombinationsvielfalt- nachhaltig bei.

Der oben aufgeführte Katalog repräsentiert eindrucksvoll die Berücksichtigung von Anforderungen an den modernen Chemieunterricht wie sie aus dem Grundbildungskonzept ableitbar sind. Sie testieren dem Projekt die sichere Verortung im Schwerpunktprogramm S2.

Mit „Vollgas Chemie“ bieten die Verfasser ein dichtes Konzept zur Gestaltung des Anfangsunterrichts. Dabei wird versucht, die voraussetzbare Interessenlage und die zunächst fachunspezifische Neugier an technischen wie auch naturwissenschaftlichen Inhalten aufzugreifen und in der ihr eigenen Komplexität zunächst zu bestätigen. Mit Hilfe der unterschiedlichen Betrachtungsweisen und der von vorneherein mehrgleisig angelegten Zugangsweisen hin zur Fachsystematik wie auch zur fachlichen Theorie kann die Motivation aufrecht erhalten werden. Die polyperspektivische Zugangsweise und die fächerverbindenden Komponenten machen die Thematik in dieser Form auch für Mädchen attraktiv.

Das gelingt auch mit Hilfe der spielerischen Vertiefungen und der schülerorientierten Experimentiertätigkeit. Desweiteren wird im Konzept die Notwendigkeit einer Unterscheidung von wesentlich und unwesentlich fortgesetzt betont und durch das „Lexikon“ in ihrer Umsetzung erleichtert.

Dies erfährt seine Betonung durch die Aufgabensammlung, welche sich so gestaltet, dass ausreichend Erfolgserlebnisse möglich sind. Es sollte hier vielleicht auch noch ergänzend versucht werden, weitere Aufgaben zu erstellen, die sich in Richtung „PISA“-Fragen entwickeln lassen, sich also als anwendungsorientierte Alltagsprobleme zu erkennen geben.

Postanschrift:  
Butenandtstr. 5-13 D  
D-81377 München

Besucheradresse:  
Haus D  
Raum: 2.017

U-Bahn-Haltestelle:  
U6 Großhadern  
Bus 266, 268: Waldhüterstraße

Tel.: 0049(0)89 / 2180-77396+7  
Fax: 0049(0)89 / 2180-77856  
E-mail: mao@cup.uni-muenchen.de

Auch führt die Einbindung des Rollenspiels zu einer praxisgerechten Hervorhebung des Nutzens für den Schüler und die Schülerin, mitreden zu können und chemisches Argumentieren effektiv zu erleben.

Dass die Beschäftigungen mit dem Thema „Auto, Technik und Umwelt“ nicht in jeder Unterrichtssituation auf gleichem Niveau und in derselben Länge und Ausführlichkeit realisiert werden kann, wird durch die Abfassung einer „Kompakt-Version“ entsprochen. Das erhöht wiederum die Anwendungschancen auch dort, wo die Umstände weniger günstig sind, das Thema aber dennoch behandelt werden soll.

Ebenso dient die Bereitstellung einer CD-ROM mit allen Unterlagen für die Erstellung der Arbeitsblätter, des Lexikons (auch in zwei Ausführungen), der Spielutensilien und anderer Unterlagen eine nicht unwesentliche Arbeitserleichterung für die Kollegenschaft dar.

Diese guten Merkmale einer aufwändigen Arbeit, vielfachen Erprobung, Erweiterung und Verbesserung sollten durch die folgenden Optimierungen und Ergänzungen gefestigt und vermehrt werden.

Bezüglich der Zielsetzungen, sind zwar die Angaben auf dem Titelblatt sehr übersichtlich und eingängig. Dennoch sollte –insbesondere wegen der damit verbundenen Erleichterung einer Evaluation- eine Aufschlüsselung von mehreren Teilzielen und deren verbesserte Operationalisierung angestrebt werden.

Um die fachliche Sicherheit zu betonen, sollten manche Formulierungen (vgl. Aufgabensammlung) überprüft und verbessert werden. Auch die Erläuterung von Begriffen, die zwar erforderlich, jedoch nicht ausführlich erklärt werden müssen (Katalyse!) sollte noch in die Textteile integriert werden.

Die Visualisierung der Versuche allein genügt heute nicht mehr um die Versuchsdurchführung zu verdeutlichen und eindeutig abzusichern. So kommen die Versuche heute ohne grundsätzliche Hinweise auf die Sicherheit nicht mehr aus. Insbesondere bei dem Versuch zum Kohlenstoffdioxid-Nachweis mit Kalkwasser (Schülerversuch mit Strohhalme ohne Schutzbrille) tritt dieses Manko zutage. Es müssen bei der Nennung der Chemikalien auch die Gefahrensymbole wie auch die Entsorgungshinweise automatisch beigelegt werden. Dies sichert den Autor, erleichtert es aber auch dem potenziellen Nachahmer, sichere Entscheidungen für seine Umsetzung der Vorschläge treffen zu können.

Ferner hilft es der Durchsetzbarkeit des Projekts, wenn fallweise Alternativen zu einzelnen Vorgehensweisen angeboten werden. Als Beispiel gilt hier die „Carbonat-Rakete“, bei der anstelle von Salzsäure auch Citronensäure und Wasser eingesetzt werden können.

Die Ausarbeitung der Methodenwerkzeuge (Spielkarten, Applikationen, Lexika) verdient Beachtung und garantiert auch bei robustem Umgang die kontinuierliche Wiederverwendung. Zugleich ist die Schüleradäquatheit der Materialien zu würdigen, die es den Kindern auch erleichtert, sich jenseits der Unterrichtssituation in der Schule und auch im Felde anderer Themen um eine analoge Verwendung und Erstellung solcher Materialien zu bemühen.

Mit dieser Option geht eine gewisse Gefahr einher, nämlich die fallweise zu starke Isoliertheit des Themas von anderen chemierelevanten Themen, sodass eine Vernetzung der Wissensfelder erschwert ist. Hier muss besonders bei der Evaluierung Acht gegeben werden.

Manchmal lässt die Formulierung zu wünschen übrig und die Aufhebung der Rechtschreib-/Tippfehler würde die Lesefreundlichkeit erhöhen. Durch die Berücksichtigung aller

Postanschrift:  
Butenandtstr. 5-13 D  
D-81377 München

Besucheradresse:  
Haus D  
Raum: 2.017

U-Bahn-Haltestelle:  
U6 Großhadern  
Bus 266, 268: Waldhüterstraße

Tel.: 0049(0)89 / 2180-77396+7  
Fax: 0049(0)89 / 2180-77856  
E-mail: mao@cup.uni-muenchen.de

Anmerkungen in den mir vorliegenden Materialien können die oben genannten Kritikpunkte sicher problemlos entschärft werden.

Im Zuge einer fortgesetzten Evaluation, die sich auch auf ein Einfordern von fundierten und erfahrungsbedingten Verbesserungsvorschlägen sowie Bestätigungen der erwarteten Qualität durch andere Lehrer stützen können muss (Bereitstellen eines Fragebogens, dessen Ausfüllen und Rücksenden an die Herausgabe z.B. der CD gebunden sein sollte), darf damit gerechnet werden, dass sich dieses Projekt auch in außerschulischen Anwendungsbereichen bewährt und zur Nachahmung für andere Themenbereiche animiert.



Prof. Dr. Michael A. Anton

---

Postanschrift:  
Butenandtstr. 5-13 D  
D-81377 München

Besucheradresse:  
Haus D  
Raum: 2.017

U-Bahn-Haltestelle:  
U6 Großhadern  
Bus 266, 268: Waldhüterstraße

Tel.: 0049(0)89 / 2180-77396+7  
Fax: 0049(0)89 / 2180-77856  
E-mail: mao@cup.uni-muenchen.de

Jeder ✓ bedeutet, dass diese Forderung mit dem Projekt "Vollpar Chemie" bedient wird!

**Grundbildung GB**

- Die Menschen sind mit den grundlegenden Konzepten der Naturwissenschaften und Mathematik vertraut. ✓
- Sie können mit Experten kommunizieren und deren Wertung bei persönlichen und gesellschaftlichen Entscheidungen berücksichtigen. ✓
- Sie sind bereit und fähig zu lebensbegleitendem Lernen und übernehmen begründete Verantwortung für sich und die Gesellschaft. ✓

Planung & Analyse von Unterricht

**Die Bildungsziele (GBK)**

- Informationszugang ✓
- Informationsbewertung ✓
- Wissensänderung ✓
- Maßstabkontrolle ✓
- Meinungsbildung ✓
- Kommunikation ✓
- Argumentation ✓

Planung & Analyse von Unterricht

**Chemische Grundbildung**

- Die Menschen sind mit der spezifischen Denk- und Arbeitsweise des Chemikers vertraut. ✓
- Sie können Stoffeigenschaften und Stoffumwandlungen auf relativ wenige Deutungssysteme zurückführen. ✓
- Sie verstehen sich auf das „Zwischen-denken“ zwischen Phänomenebene und submikroskopischem Bereich. ✓

Planung & Analyse von Unterricht

**Leitfragen zur Inhaltswahl**

- Inhalte sollen bildungsrelevante Fragen bedienen: ✓
- Welches Verständnis von Welt habe ich? ✓
- In welchen kulturellen Kontexten lebe ich? ✓
- Wie kann ich meine Alltagsprobleme lösen? ✓
- Wie kann ich meine gesellschaftlichen Bedingungen mitgestalten? ✓
- Wie denken und arbeiten Wissenschaftler? ✓
- Was betrifft mich unmittelbar und weckt mein Interesse? ✓

Planung & Analyse von Unterricht

**Beispiel: Chemie**

- Sieben Basiskonzepte ✓
- Stoff-Teilchen-Konzept ✓
- Struktur-Eigenschafts-Konzept ✓
- Donator-Akzeptor-Konzept ✓
- Energie-Konzept ✓
- Größen-Konzept ✓
- Gleichgewichts-Konzept ✓
- Technik-Konzept ✓

Planung & Analyse von Unterricht

**Leitbedingungen zur Methodenwahl**

- Lernen soll erfolgen an Problemstellungen, die ... ✓
- eigenes Denken herausfordern ✓
- Primärerfahrung und Präkonzepte aktivieren ✓
- fachtypisch bearbeitet werden können ✓
- auch außerhalb der Lernsituation existieren und nicht konstruiert sind ✓
- in unterschiedlichen Zusammenhängen aufgehen ✓
- kontroverse Bedeutungen besitzen ✓
- kommunikativ und emotional bearbeitet werden können ✓
- mit aktuellen Medien bearbeitet werden können ✓
- mit strukturierter Instruktion definiert werden können ✓

Planung & Analyse von Unterricht

**Bildungsrelevante Zielmerkmale**

- aktiv (Ich kann es durch eigenes Tun erreichen) ✓
- erreichbar (Es herrschen die Voraussetzungen für die Realisierung) ✓
- operationalisiert & überprüfbar (Ich habe Kriterien für das Erreichen) ✓
- ökologisch (Es passt zu meiner jetzigen Situation und fördert meine Entwicklung) ✓

Planung & Analyse von Unterricht



\* die Ziele werden nicht wiederholt formuliert werden!

→ Titeltexte ersetzen unter "Motivation"

**Zusammenfassung der wesentlichen fachdidaktischen Forschungsergebnisse**

**Ergebnisse aus der Interessenforschung (siehe ausführlicher unter A)**

- A 1. Stärkung des Selbstvertrauens in die eigene Leistungsfähigkeit ✓
- A 2. Einbettung der zu unterrichtstheoretischen Inhalten in Anwendungsbeispiele, die den Schülerinnen und Schülern etwas bedeuten (z.B. Naturphänomene, menschliche Körper, Umweltprobleme) ✓

**Ergebnisse aus der normativen Forschung (s. ausführlicher unter B)**

- Folgende Zielbereiche sind im naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern
- B 1. Naturwissenschaften in ihrer Bedeutung für die Gesellschaft ✓
- B 2. Naturwissenschaften als Mittel zum Verständnis des Alltags ✓
- B 3. Naturwissenschaften als Mittel zur Bereicherung emotionaler Erfahrungen ✓
- B 4. Naturwissenschaften als Wissenschaft und Denkmethodik ✓
- B 5. Naturwissenschaften als Grundlage für viele Berufe ✓

**Ergebnisse aus der Unterrichtsforschung (s. ausführlicher unter C)**

- Folgende Unterrichtsrichtlinien haben sich als besonders effektiv erwiesen:
- C 1. Gute Leistungen verstärken ✓
- C 2. Nach einer Frage genügend lange warten ✓
- C 3. Mastery - learning praktizieren ✓
- C 4. Auf Hausaufgaben individuell zurückmelden ✓
- C 5. Kooperatives, selbständiges anstreben des Lernens in kleinen Gruppen ✓
- C 6. Verwendung manipulierbarer Materialien ✓

**Ergebnisse aus der Verhaltensforschung (s. ausführlicher unter D)**

- Folgende Regeln haben sich als günstig für langfristiges Behalten erwiesen:
- D 1. Zu Lernendes mit bereits Gelerntem und mit vorunterrichtlichen Vorstellungen vernetzen ✓
- D 2. Gelerntes soll auch außerhalb der Schule aktualisierbar sein ✓
- D 3. Das zu Lernende muß für die Lernenden Bedeutung haben ✓
- D 4. Erst qualitativ (am quantitativ) ✓ *! darf auch Behalten sein!*
- D 5. Man verachte die Fachsystematik nicht *! (fr. Katalysator!)*

**Ergebnisse aus der Forschung zur Rolle von vorunterrichtlichen (Alltags-)Vorstellungen (s. ausführlicher unter E)**

- Von folgenden Befunden ist auszugehen:
- E 1. Die vorunterrichtlichen und die zu lernenden wissenschaftlichen Vorstellungen stimmen in der Regel nicht überein, häufig stehen sie einander kontrapunktartig gegenüber. ✓
- E 2. Die vorunterrichtlichen Vorstellungen bestimmen die Interpretation dessen, was im Unterricht bzw. im Lehrbuch präsentiert wird. ✓
- E 3. Die Lernenden verstehen das Präsentierte nicht, weil sie es aus anderer Perspektive sehen als die Lehrenden. ✓
- E 4. Die Lernenden müssen ihr Wissen auf der Basis ihrer vorhandenen Vorstellungen eigenständig konstruieren. ✓
- E 5. Daraus folgt für den Unterricht: Sachstruktur, der Medien, der Methoden berücksichtigen. ✓
- E 6. Nicht Wissen übergeben wollen, sondern aktive Auseinandersetzung mit einer Sache anregen und fördern. ✓
- E 7. Reflexion über das erworbene Wissen und den Lernprozeß anregen. ✓ *Reinhold*

**Daraus für die Unterrichtspraxis ableitbare Empfehlungen**

**Das Selbstvertrauen fördern (z.B. durch Unterbindung von Benachteiligungen von Mädchen oder durch zeitweise Aufhebung der Koedukation (aus A 1))**

Grundlegende Begriffe in ihrer Systematik sowie Denkweisen und Methoden einschließlich ihrer produktiven Einseitigkeit erarbeiten (aus B 4, D 1, D 5) ✓

Die wechselseitige Verflechtung von Physik, Technik, Wirtschaft und sozialer Lebenswelt verdeutlichen (aus A 2, B 1, B 5, D 2, D 3) ✓

Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten mit einem für Schülerinnen und Schüler bedeutsamen lebenspraktischen Bezug vermitteln (aus A 2, B 2, B 5, D 2, D 3) ✓

Die Schülerinnen und Schüler zum Staunen bringen und Aha-Erlebnisse möglich machen (aus A 2, B 3, D 1) ✓

Selbständiges Lernen und Erfahrungen aus erster Hand ermöglichen (aus A 2, C 5, C 6, D 3, E 4) ✓

Zur Kritik, zum verantwortlichen Handeln und zu kooperativem Verhalten anregen (aus A 2, C 5) ✓

An außerschulische Erfahrungen anknüpfen, die Jungen und Mädchen zugänglich sind (aus A 2, D 2, E 5) ✓

Einen Bezug zum menschlichen Körper herstellen (aus A 2, D 3) ✓ *(Körperphysik, Kst.)*  
Sicherstellen, daß den „Formeln“ ein qualitatives Verständnis der Begriffe und ihrer Zusammenhänge vorausgeht, und daß der Nutzen quantitativen Vorgehens deutlich wird (aus A 2, D 5) ✓

Das neu zu Lernende mit den vorunterrichtlichen Vorstellungen und dem bereits Gelernten vernetzen (aus A 2, D 1, E 1 bis E 7) ✓ *! darf auch auch Behalten sein!*

**Auf gute Leistungen eine anerkennende Rückmeldung geben (aus C 1)** ✓ *Reinhold*

**Geduldig auf eine Antwort warten (aus C 2)**

**Formen von mastery learning praktizieren (aus C 3)**

**Auf Hausaufgaben individuell zurückmelden (aus C 4)**

**Gesichtspunkte für die Gestaltung naturwissenschaftlichen Unterrichts, um ihn insgesamt, besonders aber für Mädchen... interessanter zu machen**

1. Wie wird Schülerinnen und Schülern Gelegenheit gegeben, zu staunen und neugierig zu werden, und wie wird erreicht, daß daraus ein Aha-Erlebnis wird? ✓
2. Wie wird an außerschulische Erfahrungen angeknüpft, die zur Vermeidung geschlechtsspezifischer Dominanzen Mädchen und Jungen in gleicher Weise zugänglich sind? ✓
3. Wie wird es Schülerinnen und Schülern ermöglicht, aktiv und eigenständig zu lernen und Erfahrungen aus erster Hand zu machen? ✓
4. Wie wird erreicht, daß Schülerinnen und Schüler einen Bezug zum Alltag und zu ihrer Lebenswelt herstellen können? ✓
5. Wie wird dazu angeregt, die Bedeutung der Naturwissenschaften für die Menschen und die Gesellschaft zu erkennen und danach zu handeln? ✓
6. Wie wird der lebenspraktische Nutzen der Naturwissenschaften erfahrbar gemacht? ✓
7. Wie wird ein Bezug zum eigenen Körper hergestellt? ✓
8. Wie wird die Notwendigkeit und der Nutzen der Einführung und des Umgehens mit quantitativen Größen verdeutlicht? ✓
9. Wie wird sichergestellt, daß den Formeln ein qualitatives Verständnis der Begriffe und ihrer Zusammenhänge vorausgeht? ✓
10. Wie kann vorzeitige Abstraktion vermieden werden zugunsten eines spielerischen Umgangs und unmittelbaren Erlebens? ✓

**B: Ergebnis aus der normativen Forschung**

**16 Gesichtspunkte für die Inhaltsauswahl (Bad Heisterler Empfehlungen 1976)**

Ist der Inhalt geeignet,

1. grundlegende Begriffe und Gesetze aus der Naturwissenschaft zu erarbeiten? ✓
2. für Naturwissenschaften und Technik wesentliche Denkweisen, Methoden, Darstellungsformen, Arbeitstechniken und Verfahren zu erklären? ✓
3. die Grenzen, Vorläufigkeit und Einseitigkeit naturwissenschaftlicher Aussagen aufzuweisen? ✓
4. die Erschließung anderer inhaltlicher Bereiche zu erleichtern? ✓
5. aufzuweisen, daß naturwissenschaftliche Erkenntnisse technisch verwertbar sind und daß technologischer Fortschritt die Naturwissenschaft vor neue Erkenntnisprobleme stellen kann? ✓
6. die wechselseitige Verflechtung von Naturwissenschaft, Technik, Wirtschaft und sozialer Lebenswelt aufzuweisen? ✓
7. die historische Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik und die jeweiligen Faktoren, die zu dieser Entwicklung geführt haben, aufzuweisen? ✓
8. durch Naturwissenschaft und Technik ermöglichte Fehlentwicklungen aufzuweisen, d.h. ist es ein kontroverses Thema unserer Zeit? ✓
9. zu demonstrieren, wie Naturwissenschaft und Technik unsere Umwelt verändert haben und wie man zur Verantwortungsbewußten Mitgestaltung beitragen kann? ✓
10. zu demonstrieren, wie heute naturwissenschaftliche Forschung und technische Entwicklung vollzogen oder beeinflußt werden können? ✓
11. dem Schüler Kenntnisse und Verhaltensgewohnheiten zur physischen und psychischen Gesunderhaltung zu vermitteln? ✓
12. dem Schüler Fähigkeiten, Kenntnisse und Fertigkeiten zur unmittelbaren Lebensbewältigung zu vermitteln? ✓
13. die natürliche und technische Umwelt begreifen zu helfen? ✓
14. Neigungen, Interessen und Probleme der Schüler gemäß ihrer Lernfähigkeiten zu berücksichtigen? ✓
15. selbstorganisiertes Lernen, kreatives Denken und selbständiges wie kooperatives Handeln anzuregen und zu ermöglichen? ✓