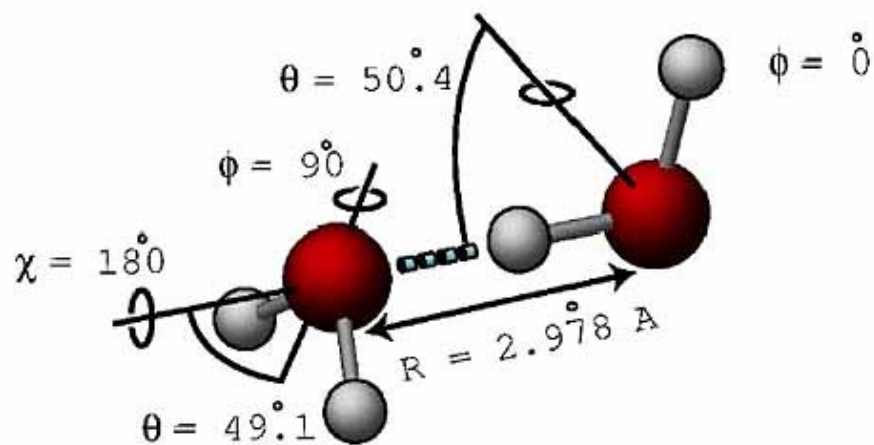


Projekttitlel:  
**CHEMIE BEGREIFEN und VERSTEHEN**

Ein Laborunterricht zum Thema Wasser



IMST<sup>2</sup>-Projekt Schwerpunktprogramm S4 Schuljahr 2003/04

eingereicht von  
Dr. Helmuth Wachtler  
am 31.7.2004

# 1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis .....	2
2	Ziel .....	2
3	Rahmenbedingungen .....	3
4	Ablauf .....	3
5	Mittel .....	6
6	Selbstkontrolle der Schüler .....	6
7	Kontrolle Lehrer – Schüler.....	6
8	Eingriff in den Ablauf des Projekts: .....	9
9	Probleme: .....	9
9.1	Zeit .....	9
9.2	Ineffizienz.....	10
9.3	Eintönigkeit .....	11
9.4	Benotung .....	11
9.5	Trittbrettfahrer .....	11
9.6	Aufwand .....	11
9.7	Unterrichtseinheiten mit Korsett.....	12
10	Dauer des Projekts .....	12
11	Hilfestellung .....	12
12	Evaluation.....	12
12.1	interne Evaluation .....	12
12.2	externe Evaluation .....	14

## 2 Ziel

### ursprüngliches Ziel:

- 1) Projekthafter Einsatz eines völlig neuen CHEMIE - Unterrichtskonzeptes in drei 7.Gymnasialklassen am BRG/BORG Landeck im Schuljahr 2003/04. Dabei soll der CHEMIE -Unterricht ganz neuartig gestaltet werden, wie es der Intension des verwendeten neuen Lehrbuches entspricht.
- 2) Erfolgreiche Einführung des neuen Chemie-Lehrbuches M.Wohlmuth „Chemie begreifen“
- 3) Es soll eine Brücke vom Lernen als Phänomen zur molekularen Basis des Lernens geschlagen werden, wobei als Ziel angestrebt wird, die Grundlagen der Chemie leichter und besser kennen und verstehen zu lernen. Somit sollen alle Schüler zur Chemie besser Zugang finden.
- 4) Interne und externe Evaluierung des Unterrichtsgeschehens mit Beratung.
- 5) Breitere und bessere Akzeptanz des Chemie-Unterrichtes
- 6) Mit zwei der 7. Klassen wird unabhängig vom Lehrbuch aber in Analogie folgende Themen besprochen: Wasser, Säuren und Basen; Stöchiometrie. Die Schüler sollen eigenverantwortlich mit Hilfe von praktischen Übungen und Experimenten sich die Lerninhalte erarbeiten und dabei klassenübergreifend kontrolliert werden.

Vom ursprünglichen Ziel (Erfolgreiche Einführung des neuen Chemie-Lehrbuches M.Wohlmuth „Chemie begreifen“) musste ich aus folgenden Gründen abweichen.

### Kritik am Buch „Chemie begreifen“

- Der Chemieunterricht mit Hilfe dieses Buches wird sehr klar und strukturiert vorgegeben, ermöglicht aber leider keine Freiheiten, ein Kapitel früher oder später zu besprechen.
- Die Experimente sind genau vorgegeben und da die Erarbeitung der Theorie streng auf die Erfahrungen des davor gemachten Experiments ausgelegt sind, kann es nicht durch ein anderes ersetzt werden.
- Schülerversuche entsprechen nicht den aktuellen Sicherheitsvorschriften. (z.B. verwenden SchülerInnen konzentrierte Schwefelsäure)
- Jedes Kapitel verlangt eine genaue Besprechung aller Fragen, die im Text gestellt werden, und das habe ich zu Beginn des Schuljahres als sehr zeitintensiv empfunden.
- Das gesamte Schuljahr hindurch wiederholt sich ein monotoner Ablauf des Unterrichts, der letztendlich extrem lehrerzentriert ist.
- Es bleibt die bunte Vielfalt der Chemie in alltäglichen Abläufen nicht berücksichtigt, der Teil bei dem Leben in das Unterrichtsfach Chemie kommt.

Aus diesen Gründen konzentrierte ich mich auf die Zielformulierungen 3-6.

## **3 Rahmenbedingungen**

Der Laborunterricht wurde mit zwei Klassen (11.Schulstufe; 11 und 16 SchülerInnen) parallel durchgeführt. Die SchülerInnen besuchen ein Realgymnasium mit Ergänzendem Unterricht in Biologie, Physik und Chemie.

Folgende Kapitel wurden mit den Schülern im Vorfeld zum Laborunterricht besprochen:

Stoffe und Trennungen (5 Stunden)

Das Periodensystem (10 Stunden)

chemische Bindungen (5 Stunden)

Stöchiometrie (4 Stunden)

Energetik (Thermodynamik und Kinetik) (9 Stunden)

Der Laborunterricht wurde in 2er Gruppen bzw. einer 3er Gruppe durchgeführt mit einer Gesamtdauer von 20 bzw. 23 Stunden. Die Gruppeneinteilung machte der Lehrer mit der Prämisse, dass nicht zwei naturwissenschaftlich begabte Schüler zusammenarbeiten sollen.

Es standen 2 Räume zur Verfügung. Der Chemiesaal mit 10 Arbeitsplätzen und einem Computer und das Chemielabor mit 4 Arbeitsplätzen.

## **4 Ablauf**

Folgende Schwerpunkte im Ablauf des Laborunterrichts waren für mich wichtig:

Das Team soll, nachdem es sich mit dem Theorieteil beschäftigt hat, diesen durch Experimente überprüfen. Dort sollen sie ihre Beobachtungen zu Protokoll führen. Die Lernzielfragen sind eine Verknüpfung zwischen Theorie und Praxis. Eine Reflektion zum gelernten Kapitel erfolgt in der Überlegung einer multiple choice Frage mit drei falschen und einer richtigen Antwort. Die interne Evaluation erfolgt zum Schluss eines Kapitels.

Im folgendem soll der Ablauf eines Kapitels erläutert werden:

1)	Bevor du mit einem Kapitel beginnst, notiere dir im Protokoll, wann du damit anfängst. (Überschrift, Datum und Uhrzeit)	Theorie
2)	Erarbeite dir den Theorieteil des Kapitels. (bei Unklarheiten Lehrer fragen)	
3)	Notiere dir kurz, worum es im Kapitel geht. (nicht mehr als 30 Worte)	
4)	Gehe mit dem Protokollheft zum Lehrer und hole dir zum Theorieteil die Anleitung des experimentellen Teil.	
5)	Die Experimente sind nummeriert. Hole dir zu dem Experiment die notwendigen Materialien und kläre ab, wo dieses Experiment durchzuführen ist.	Praxis
6)	Lies dir die Beschreibung des Experiments vollständig durch und kläre Unklarheiten mit dem Lehrer ab. (Manchmal gibt es in einem Kapitel zwei verschiedene Experimente. Beginne mit dem zweiten Experiment erst dann, nachdem das erste beendet wurde.)	
7)	Nachdem du dir den experimentellen Teil durchgelesen hast, beginne mit der Durchführung des Experiments. Notiere wiederum, wann du mit dem Experiment beginnst.	
8)	Beantworte die Fragen, die entweder in der Durchführung selber stehen oder die unter der Überschrift Beobachtung angeführt sind. Beantworte die Fragen im Heft. Diese Antworten bilden eine Grundlage zur Benotung des Praktikums.	
9)	Räume den Laborplatz wieder sorgfältig auf.	
10)	Unter der Überschrift Lernziel stehen bei jedem Kapitel einige Fragen. Beantworte diese Fragen schriftlich im Protokollheft (auf die Nummerierung achten). Diese Antworten bilden wiederum eine Grundlage zur Benotung des Praktikums.	Lernzielkontrolle
11)	Suche vier mögliche Antworten auf eine Frage, die beim Lernziel formuliert ist, wobei mindestens eine Antwort richtig sein soll. (kleiner Baustein des multiple choice Tests)	
12)	Beende das Kapitel damit, indem du mit den Noten 1-5 folgende 2 Fragen beantwortest: Hat dich dieses Kapitel interessiert? (1 ja bis 5 nein) Ist dieses Kapitel leicht (1) oder schwierig (5)?	Evaluation
13)	Notiere dir, wann du dieses Kapitel abgeschlossen hast und wie viele Minuten du dafür gebraucht hast.	
14)	Gib das Protokollheft beim Lehrer ab und hole dir die Unterlagen für das nächste Kapitel.	

Damit es für mich einfacher ist das Protokollheft zu korrigieren gab ich den Schülern eine klare Gliederung vor.

**Achte auf eine klare Gliederung bei der Führung des Protokollheftes!**

- 1) Kapitelnummer mit Thema
- 2) Beginn: Datum Uhrzeit
- 3) Theorie (30 Worte)

- 4) Beginn des experimentellen Teils: Datum Uhrzeit
- 5) Beobachtung (Beantwortung der Fragen)
- 6) Lernziel:
- 7) multiple choice Frage
- 8) Evaluation: Frage A: Frage B

Diese Gliederung mit Nummerierung ist im Protokollheft unbedingt beizubehalten.

**ein Beispiel:**

## **Was beim Lösen passiert**

### **1) Theorie**

**Lösungen von Salzen sind schwerer als reines Wasser.** Nach einiger Zeit nimmt die gesamte Flüssigkeit eine gleichmäßige Färbung an: Wegen der Eigenbewegung der Teilchen durchmischen sich die verschiedenen Stoffe. Das nennt man **Diffusion**.

Es entsteht eine homogene Mischung. Die gute Wasserlöslichkeit vieler Salze beruht auf der elektrischen Ladung der Ionen und der Struktur der Wassermoleküle.

Die Dipolmoleküle des Wassers umlagern zunächst die Gitter-Ionen an den Ecken und Kanten des untertauchenden Kristalls. Zwischen den Ionen und den Dipolmolekülen des Wassers wirken elektrostatische Anziehungskräfte. Schicht für Schicht werden einzelne Ionen aus dem Kristall herausgelöst. Die Wasser-Dipole umgeben die positiv geladenen Kationen mit ihren negativ **teilgeladenen** Sauerstoffatomen, und die negativ geladenen Anionen mit den positiv **teilgeladenen** Wasserstoffatomen. Durch die Wechselwirkungen zwischen Ionen und Dipolmolekülen bilden sich rund um jedes Ion eine kugelförmige Hydrathülle aus Wassermolekülen. Dieser Vorgang heißt **Hydratation**. Im Reaktionsschema werden hydratisierte Ionen mit dem Kurzsymbol „(aq)“ für Aqua (lateinisch für Wasser) gekennzeichnet. Durch die Hydrathüllen sind die Ionen voneinander abgeschirmt. Sie können erst dann wieder einen Feststoff bilden, wenn nicht mehr genügend Wassermoleküle zwischen ihnen sind. Dann entsteht ein unlöslicher Bodenkörper.

### **2) Versuch 17 - Lösen eines Salzes**

#### **2.1 Durchführung**

Befülle ein Becherglas mit kaltem Wasser und ein Becherglas mit warmem Wasser und stelle sie nebeneinander auf ein weißes Blatt Papier. Wirf einen  $\text{KMnO}_4$  Kristall mit der Pinzette in jedes Becherglas. Beobachte beide Kristalle ohne die Bechergläser zu berühren. **Welche Effekte beobachtest du beim Lösen des Kristalls? (2 Effekte)**. Leere die Lösung in das dafür vorgesehene Behältnis.

#### **2.2 Materialien**

- ✓ 2 Bechergläser (100 ml)
- ✓  $\text{KMnO}_4$ , Pinzette

### **3) Versuch 18 - Dichterversuch Cola**

#### **3.1 Durchführung**

Zu Beginn füllt man ein Reagenzglas zu einem Drittel mit normalem Leitungswasser. Als nächstes zieht man in einer Spritze Cola auf und spritzt diese vorsichtig unter die Wasserschicht. Es bildet sich eine braune Schicht unter dem Wasser.

Anschließend spritzt man auf dieselbe Weise eine Salz-Lösung (Leitungswasser mit Kochsalz gesättigt) unter die Cola-Schicht und erhält eine weitere Phasengrenze.

### 3.2 Materialien

- ✓ Cola, Reagenzglas mit Stativ
- ✓ Spritze mit Kanüle

### 4) Lernziel

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1) Was versteht man unter Diffusion, Dichte von Lösungen?</li><li>2) Was versteht man unter Wärme?</li><li>3) Was Versteht man unter Hydratation</li><li>4) Zeichne sich in Lösung befindende Ionen.</li></ol> |
|--|

### 5 Mittel

folgende Arbeitsmittel standen zur Verfügung:

- vorbereitete Experimente
- kurzer Theorieteil (max. eine Seite)
- Nachschlagwerke (Römpp, CRC)
- Internet

### 6 Selbstkontrolle der Schüler

Während dem Projekt war es den Teams immer wieder möglich, ihr Wissen selber zu kontrollieren:

- Bei jedem Experiment sind sowohl Lernzielfragen als auch Beobachtungen schriftlich zu beantworten.
- Die Schüler mussten aus dem Experiment und dem Theorieteil heraus multiple choice Fragen formulieren, was eine zusätzliche Reflexion zum erworbenen Wissen führt.
- Durchführung eines multiple choice online Tests unter <http://home.schule.at/lehrer/chemie/IMST2/imst2index.htm>
- Aufgrund der beschränkten Zeit, die mir als Lehrer für einzelne Teams zur Verfügung stand, band ich gute Schüler in die Beantwortung offener Fragen anderer Gruppen ein. Davon profitierten vor allem gute Schüler, die dann selber kontrollieren konnten, ob sie das erworbene Wissen auch wirklich verstanden haben.

### 7 Kontrolle Lehrer – Schüler

Auf diese Weise erfolgte die Mitteilung über die Beurteilung des Laborunterrichts, indem die Teams den folgenden Absatz schriftlich erhielten:

#### Beurteilung

Für dieses ca. 2 Monate dauernde Praktikum werden ca. **20 Punkte** verteilt!

Die Notengebung setzt sich aus folgenden Grundlagen zusammen:

- 1) Führung des Protokollheftes (Struktur, Form und Inhalt)
- 2) zielgerichtete Durchführung (es besteht die Möglichkeit freiwillig am Nachmittag weiterzuarbeiten; Theorieteil zu Hause bzw. praktischer Teil im Labor)
- 3) Kreativität beim multiple choice Teil.
- 4) Mündliche Wiederholungen mit dem Lehrer während des Praktikums.
- 5) Test zum Abschluss des Praktikums.
- 6) multiple choice Test

weiterführende Erklärungen mit Diskussionen:

### ad 1: Protokollheft

Am Ende der Stunde besteht immer die Möglichkeit das Protokollheft abzugeben, welches dann von mir beurteilt wurde. Ev. Fehler wurden mit „Rücksprache“ gekennzeichnet.

Jeder Schüler musste sein eigenes Protokoll führen. Der Vorteil liegt sicherlich darin, dass nicht ein Teammitglied auf Kosten des Anderen pausiert, aber auch, dass durch das Schreiben Lerninhalte besser reflektiert werden. In der Praxis waren die Protokollhefte innerhalb eines Teams identisch, wobei sich die Frage stellt, ob dies überhaupt Sinn macht. Manchmal wurde auch zwischen den Gruppen abgeschrieben. Es ist schwierig eine gerechte Beurteilung mit Hilfe von Protokollheften vorzunehmen.

### ad 2: zielgerichtete Durchführung

Es bestand die Möglichkeit freiwillig am Nachmittag im Labor weiterzuarbeiten oder den Theorieteil zu Hause zu machen. Nur zwei oder drei mal wurde die Möglichkeit genutzt, am Nachmittag in die Schule zu kommen, allerdings aus Zeitgründen (z.B. Absenzen).

Was die Praxis betrifft, waren einige Schüler manchmal stark verunsichert einen Versuch durchzuführen, andere wieder vergaßen wesentliche Schritte durchzuführen.

Es ist schwer zu beurteilen, inwieweit man experimentelle Ungeschicklichkeit in die Benotung mit einfließen lassen kann. Am Ende des Laborunterrichtes habe ich dann diesen Teil nicht berücksichtigt.

### ad 3: multiple choice Frage

Die selbst erfundenen multiple choice Fragen wurden vom Lehrer beurteilt.

Am Ende vom Praktikum verwendete ich diese Fragen, um damit den multiple choice Test mit hot potatoes zusammenzustellen.

Einige Schüler waren sehr kreativ, vor allem am Beginn des Praktikums, gegen Ende des Praktikums schrieben ein paar Gruppen die multiple choice Fragen von einander ab.

### ad 4: Zwischenprüfungen

Eigentlich hatte ich mir vorgenommen während dem Laborunterricht Zwischenprüfungen durchzuführen indem ich ein Lehrer Schüler Gespräch suchte, während eine Gruppe ein Experiment durchführte. Die Bedingung zur Durchführung eines Experimentes war die Beherrschung des Theorieteils. Anfänglich gelang dies auch, aber nach ca. 5 Stunden habe ich diese Gespräche aufgrund von Zeitmangel nicht mehr durchgeführt.

### ad 5: Test am Ende des Praktikums

Die Ergebnisse des Tests sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Aufgabenr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Summe	Test	Protokoll	Gesamt	
max. Punkte	4	2	2	3	4	2	4	2	2	3	2	6	36				
1. Adem	4	2	0	1	3	2	2	1	2	1	2	3	23	36	3	2	2-3
Theresa	3	2	2	1	1	0	0	2	1	0	0	5	17	36	4	2	3
2. Lukas	3	2	2	0	0	2	0	1	2	0	0	1	13	36	5	3-4	4-5
Sefer	4	2	0	1	3	1	1	1	2	0	2	0	17	36	4	4-5	4-5
3. Lilian	3	2	2	3	0	2	2	2	2	1	2	5	26	36	3	2	2
Joachim	2	2	1	2	2	2	0	1	1	0	2	0	15	36	5	2	3-4
Eva	2	2	0	0	1	2	0	1	2	1	2	0	13	36	5	<sup>1)</sup>	4
4. Simon	3	2	2	0	0	0	0	2	2	1	2	0	14	36	5	2-3	3-4

7a Klasse ↑

<sup>1</sup> Die Schülerin verfügte über ein ärztliches Attest, dass sie nicht schreiben kann ab der Hälfte des Praktikums.

	Simon	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	2	8	36	5	2	3-4
5.	Johannes	0	2	1	3	2	2	0	1	1	0	2	1	15	36	5	2	3-4
	Wolfgang	3	2	1	3	3	2	2	2	2	1	2	4	27	36	2	2	2
1.	Thomas	4	2	0	3	4	2	4	2	2	1	2	6	32	36	1	1-2	1
	Thomas	2	2	1	3	3	2	0	2	2	0	0	0	17	36	4	1-2	3
2.	Daniel	3	2	2	3	4	2	4	2	2	2	2	3	31	36	1	1-2	1
	Dominik	4	2	2	3	0	2	2	2	2	1	0	4	24	36	3	1-2	2-3
3.	Daniel	2	2	1	2	0	2	4	2	2	1	2	6	26	36	3	1	2
	Bettina	2	2	2	3	3	1	3	2	2	1	1	6	28	36	2	1	1-2
4.	Sabina	2	2	1	3	4	1	4	2	2	2	2	5	30	36	2	2-3	2
	Julia	2	2	1	3	2	1	1	2	2	0	1	1	18	36	4	2-3	3-4
5.	Daniel	4	2	1	3	4	2	3	2	2	1	2	0	26	36	3	2	2-3
	Daniel	3	2	0	1	0	1	1	2	1	0	2	1	14	36	5	4	4-5
6.	Christian	3	2	1	2	0	0	1	2	1	3	1	5	21	36	4	2	3
	Stefan	0	2	2	3	1	1	0	2	2	0	0	6	19	36	4	2	3
7.	Sandra	0	2	0	2	4	0	0	2	2	0	2	0	14	36	5	3-4	4-5
	Andreas	0	2	0	3	3	0	3	2	1	0	2	2	18	36	4	3-4	4
8.	Susanne	4	2	2	3	4	1	3	2	2	0	2	5	30	36	2	1-2	2
	Florian	0	2	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	8	36	5	1-2	3-4
	Summe	62	53	28	55	53	34	41	45	46	17	39	71	544	972	4		
	Summe 7a	27	21	12	15	16	15	7	14	18	5	17	21	188	396	<b>4</b>		
	%	61	95	55	45	36	68	16	64	82	15	77	32	47				
	Summe 7b	35	32	16	40	37	19	34	31	28	12	22	50	356	576	<b>3</b>		
	%	55	100	50	83	58	59	53	97	88	25	69	52	62				

← 7b Klasse

Die Maximalpunkteanzahl betrug 36. Innerhalb einer Gruppe erkennt man in den Ergebnissen meist große Unterschiede. Mein Ziel war es ja inhomogene Teams zu schaffen, sodass beide von dieser Situation profitieren können. Inwieweit dies gelungen ist, lässt sich aus dem Testergebnis nicht ableiten. Innerhalb der Teams erkennt man einen großen Unterschied in den Ergebnissen, der in den anderen Beurteilungspunkten nicht zum Tragen kommen, da sie ja dort eher als gesamtes Team beurteilt wurden.

Was außerdem auffällt, ist der große Unterschied zwischen den beiden Klassen. Die 7a Klasse, bestehend aus fünf Teams, die sicherlich besser als die 7b mit 8 Teams betreut werden konnten, schnitt beim Test um 15% schlechter ab. Der Psychologe Dr. Markus Ploner arbeitete diesen Unterschied meiner Meinung nach gut heraus. Ich bin Klassenvorstand der 7a.

### ad 6: multiple choice Test

multiple choice mit hot potatoes auf

<http://home.schule.at/lehrer/chemie/IMST2/imst2index.htm>

Am Ende des Praktikums mussten die Schüler zu Hause oder in der Schule einen multiple choice Test durchführen. Zehn Fragen aus einer Menge von ca. 80 Fragen mussten innerhalb von 4 Minuten beantwortet werden.

Die Zeitbeschränkung soll steuern dass keine Unterlagen verwendet werden.

Die Ergebnisse bekam ich als E-Mail zugeschickt.



## Beispiel einer E-Mail Benachrichtigung:

Below is the result of your feedback form. It was submitted by Thomas Flatschacher () on Friday, April 30, 2004 at 13:37:59

-----  
Exercise: Wasser

Score: 100%

Start\_Time: Freitag, 30. April 2004 13:36:10

End\_Time: Freitag, 30. April 2004 13:37:59  
-----

Für eine gerechte Benotung kann ein multiple choice Test von hot potatoes, der von zu Hause aus durchgeführt wird, nicht herangezogen werden

### Gründe:

- Ein Schüler kann den Test mehrmals unter einen falschen Namen durchführen.
- Im Quelltext findet man die richtigen Antworten.

So ist es nicht verwunderlich, dass fast alle Schülerinnen diesen Test mit 100% absolvieren konnten.

Zum Schluss blieben für die Beurteilung des Labors nur die Punkte 1., 3. und 5 übrig. Die Endergebnisse sind in Tabelle (s.o.) zusammengefasst. Ich versuchte mit den Teams über ihre Benotung zu reden und es machte mir den Anschein, dass sie sich gerecht beurteilt fühlten.

## **8 Eingriff in den Ablauf des Projekts:**

Es wurde mehrmals in den Ablauf des Projekts eingegriffen:

4 Kapitel wurden aus Zeitgründen gestrichen.

Zwischenprüfungen wurden aus Zeitgründen nicht mehr durchgeführt.

Verfassen des Abstracts zum Theorieteil erfolgte auf freiwilliger Basis, wobei nur eine Gruppe dies auch weiterhin praktizierte.

## **9 Probleme:**

### **9.1 Zeit**

Eines der größten Probleme während dieses Praktikums ist die Zeit.

An unserer Schule wird eigenverantwortlicher bzw. projektbezogener Unterricht nur in wenigen Klassen öfters praktiziert. Einen Laborunterricht gibt es an unserer Schule nicht und in anderen naturwissenschaftlichen Fächern wird kaum mit Schülerexperimenten gearbeitet. Bis sich also die SchülerInnen mit der neuen Situation, den für sie neuen Arbeitsgeräten usw. zurechtgefunden haben, vergeht viel Zeit. Sie mussten sich im Theorieteil selbständig ein Stoffgebiet erarbeiten, welches für sie nach 33 Stunden Chemieunterricht (bis Weihnachten) noch sehr unbekannt war.

Besser wäre es gewesen, diesen Laborunterricht am Ende des Schuljahres durchzuführen, und sie bis dorthin in gemeinsamen Schülerexperimenten auf dieses Praktikum vorzubereiten. Die SchülerInnen hätten dadurch schon einige grundlegende Arbeitsweisen, die sie für den Laborunterricht benötigen kennen gelernt, die notwendigen theoretischen Grundlagen hätten sich bis dorthin etwas mehr gefestigt. Das Praktikum wäre dann insgesamt effizienter und schneller abgelaufen.

Eine weitere Möglichkeit zur Zeiteinsparung stellt eine Teilsplittung des Unterrichts für eine begrenzte Anzahl von Stunden dar.

Nach Rücksprache mit unserem Direktor und Administrator würde sich für nächstes Jahr folgende Möglichkeit ergeben:

Eine Hälfte der Klasse verlegt den Chemieunterricht für einen begrenzten Zeitraum auf den Nachmittag. Das würde bedeuten, dass für vielleicht 2 Wochen die Teams besser betreut werden können. Bei einer Teilsplittung von 2 Wochen müssten bei einer Klassengröße wie in der 7b jeweils nur 4 Teams gleichzeitig betreut werden.

Dem Lehrer würde der Zusatzaufwand mit 6 Supplierstunden abgegolten werden, bzw. da die erste Supplierung pro Woche kostenlos ist, mit mindestens 4 Supplierstunden.

Eine weitere Möglichkeit stellt die Verlagerung des Unterrichts in andere Fächer dar:

Inhaltlich ergeben sich zahlreiche Berührungspunkte mit anderen naturwissenschaftlichen Fächern:

Wasser und Temperatur	Physik
Oberflächenspannung des Wassers	Biologie
Dichteanomalie von Wasser und Dichte von Lösungen	Physik
Wasser durch die Nanobrille beobachtet	
Coriolis-Kraft	Physik
Elektrische Eigenschaft	Physik
Warum löst sich ein Salz im Wasser?	
Stöchiometrie	Mathematik
Das Löslichkeitsprodukt	Mathematik
Löslichkeitsprodukt und Fremdionen	Mathematik
Was beim Lösen passiert	
Energie bei Lösevorgänge	Physik
Salzlösungen sind einfach anders	Biologie
Allgegenwärtig: Gelöste Gase	Biologie
Le Chatelier	
Der Tod kam auf leisen Sohlen, Limnische Eruptionen in Afrika	Biologie
Eine Lösung für das Abwasser	Biologie
Osmose - Umkehrosmose	Biologie
Kristallwasser	
Wissenswertes zur Wasserhärte	
Auswirkung des harten Wassers	
Säuren –acids – acides – acidi – acidos	
Mineralwasser – Säuren	

Manche Kapitel können auch in Physik, Mathematik, Geographie (kein Geographie mehr in der 7. Klasse) und Biologie durchgeführt werden.

Bei einem Stundenaufwand von ca. 25 Stunden könnte man in einer 7. Klasse in Physik (3), Biologie (2), Mathematik (3) und Chemie (3) das Projekt in 2 Wochen abschließen.

Voraussetzung: gute Kommunikation unter allen 4 Lehrern

## 9.2 Ineffizienz

Oft erkannte ich während des Laborunterrichts, dass ein bestimmter Teil eines Wissensgebietes in dem einen oder anderen Kapitel für viele Schüler eine Überforderung darstellt. Da nun alle Teams zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt zu dieser Hürde kamen, stand ich vor der Situation, den gleichen Sachverhalt mehrmals erklären zu müssen. Mit der Zeit gelang es mir allerdings, Arbeitsgruppen die mit diesem Sachverhalt schon vertraut waren, als Experten einzusetzen, die wiederum anderen Gruppen eine Hilfestellung geben konnten. Allerdings etwas zu verstehen und anderen zu erklären sind unterschiedliche Dinge und so musste ich

dann immer wieder das Gleiche erklären. Mit der Zeit denkt man sich, ob zumindest für diesen schwer verständlichen Teil, eine Erklärung vor der gesamten Klasse nicht effizienter gewesen wäre.

### **9.3 Eintönigkeit**

Durch die strikte Abfolge innerhalb eines Kapitels wurde das Projekt eher eintönig. Der formale Ablauf eines Kapitels wiederholt sich immer wieder. Diese formale Eintönigkeit wirkte demotivierend auf die Teams.

### **9.4 Benotung**

(über die Schwierigkeit einer korrekten Benotung siehe Kapitel7 Kontrolle Lehrer – Schüler Seite 6)

Im Übrigen empfehle ich ein gewisses Maß an Gelassenheit bei der Benotung. Schwierigkeiten würden sich erst bei einem Einspruch dann ergeben, wenn man sich als Lehrer auf die negativen Leistungen im Praktikum beruft.

### **9.5 Trittbrettfahrer**

Möglichkeiten zum Trittbrettfahren während des Laborunterrichts gibt es etliche  
Im Folgenden einige die ich beobachtet habe:

- Das Protokollheft wird von einem Schüler zu Hause geschrieben und der zweite im Team schreibt es im Unterricht ab, während der andere ein Experiment vorbereitet.
- Ein Schüler beschäftigt sich mit seiner nicht gemachten Hausübung, während der zweite im Team die Theorie durchliest.
- Manche Schüler hatten Absenzen von ca. 20%. Das heißt für das Praktikum 4-5 Fehlstunden. Wie kann ein Schüler das Versäumte dann am besten nachholen?
- Experimentelle Ergebnisse bzw. Beobachtungen werden von einem andern Team übernommen.

Es gibt allerdings sicherlich noch eine bunte Facette des Trittbrettfahrens in einem Bereich der nicht offensichtlich ist.

Eventuell ein Lösungsansatz wäre der, dass Schüler sich innerhalb eines Teams selber beurteilen indem sie die Arbeitsleistung prozentuell aufteilen. Daraus wieder eine Note zu basteln ist wiederum schwierig.

Motivierte Schüler bleiben auch in einem abwechslungsreichen Frontalunterricht motiviert und nicht motivierte Schüler kann man auch nicht durch einen Projektunterricht motivieren?

### **9.6 Aufwand**

Trotz kleiner Klassengrößen (11 und 16) ist eine sinnvolle Durchführung schwer zu verwirklichen und nur mit einem großen Arbeitsaufwand möglich.

Ein Projekt dieser Größenordnung ist nur mit einer Portion Idealismus verwirklichtbar.

Die Vorbereitungen zum praktischen Teil, das Zusammenstellen des theoretischen Teils sind enorm zeitaufwendig. Natürlich konnte ich inhaltlich viel über das Internet abdecken bzw. zahlreiche Ideen zum praktischen Teil aus dem Internet übernehmen, allerdings erfordert es trotzdem eine Adaptierung der Inhalte und Experimente an meine SchülerInnen und an die örtlichen Gegebenheiten.

Im Vorfeld mussten zahlreiche Einkäufe getätigt werden, Experimente auf ihre Durchführbarkeit geprüft werden (etwa 1/3 der angegebenen Experimente im Internet funktionierten nicht gut oder nicht, wenn sie 1:1 übernommen werden)

Am Ende eines Schultages mussten immer wieder die Arbeitsplätze kontrolliert, nachgereinigt und nachgefüllt werden.

Mit zwei Klassen (insgesamt 6 Schulstunden) sprengt man bereits die machbare Arbeitszeit, da die Qualität des Unterrichts in anderen Klassen mit der Zeit abnimmt. Ich beobachtete, dass ich während dieser zwei Monate generell weniger Experimente in anderen Klassen machte und nur sehr wenige Schülerexperimente.

Der hohe Arbeitsaufwand steht meiner Meinung nicht dafür, das zu wissen ist demotivierend.

## **9.7 Unterrichtseinheiten mit Korsett**

Beim Läuten sollten der Chemiesaal und das Labor sauber für die nächste Klasse sein. Ein punktgenauer Abschluss der Arbeiten ist schwer möglich. Manchmal braucht man etwas länger, manchmal geht es schneller als erwartet. Angenommen eine Arbeitsgruppe schließt ihre Arbeiten 5-10 Minuten früher dann ist das kein Problem, da das Team die restliche Zeit mit dem Protokollheft verbringen könnte (ist in den seltensten Fällen geschehen und es wurden lieber 20% des Unterrichts totgeschlagen), dauert das Experiment allerdings 5 Minuten länger ergeben sich insofern Probleme, als dass die nächste Klasse schon in den Chemiesaal reinkommt, die SchülerInnen eigentlich zurück in ihrer Klasse sein sollten usw..

Aus logistischen Gründen kann es zu einem Engpass kommen. Sei es, dass mehrere Schüler den Lehrer brauchen, nur eine Waage vorhanden ist usw....

Ich empfand diese 50 Minuten Einheiten wie ein Korsett das auf die Notwendigkeiten der Inhalte und Experimente keine Rücksicht nehmen kann. Dieses Wissen kann beim Lehrer Stress auslösen.

Der Stundenplan ist allerdings wenig flexibel, um darauf Rücksicht zu nehmen.

## **10 Dauer des Projekts**

Die Dauer des Projekts betrug ca. 25 Schulstunden, die Gesamtdauer des Unterrichts in Chemie ca. 80 Stunden (bei 3 Stunden Chemie pro Woche) d.h. ca. 1/3 der Unterrichtsstunden wurden für das Projekt verwendet, daraus folgt dass andere Themen in den Hintergrund treten mussten.

## **11 Hilfestellung**

Skriptum mit 50 Seiten

(abrufbar unter <http://home.schule.at/lehrer/chemie/IMST2/imst2index.htm>)

Hilfestellungen vom Lehrer zum Theorie und Praxisteil

Kontakt über die homepage über Formular

PC Nachschlagwerke (CD Römpp, Encarta, Internet im Chemiesaal)

Kommunikation im und unter den Teams

## **12 Evaluation**

### **12.1 interne Evaluation**

Kurzevaluation am Ende jeder Aufgabe (Dauer, Schwierigkeit, Motivation; siehe Kapitel 7 Ablauf)

Durch eine Kurzevaluation am Ende jeder Praktikumsaufgabe konnte ich immer wieder erkennen, wo ein einzelnes Team im Vergleich zu anderen Teams, was die Zeit betrifft, steht. Falls ein Team vom zeitlichen Mittelwert stark abwich, gelang es mir recht gut einzugreifen. Zum Beispiel hatten drei Teams die Möglichkeit am Nachmittag Versäumtes nachzuholen bzw. konnte ich ein Team welches die Aufgaben schnell und dadurch schlampig machte einbremsen.

Die Kurzevaluation am Ende jeder Praktikumsaufgabe gab mir einen kleinen Einblick inwie- weit die Gruppe motiviert ist, allerdings hatte ich öfters das Gefühl, dass Schüler taktisch die- se Evaluation durchführten, bzw. dass kein Wert darauf gelegt wurde, da meistens die Evalua- tion innerhalb einer Gruppe identisch war.

Die folgende Tabelle soll zeigen, dass keine Abhängigkeit zwischen der Gesamtnote, der Mo- tivation und der Schwierigkeit zu erkennen ist.

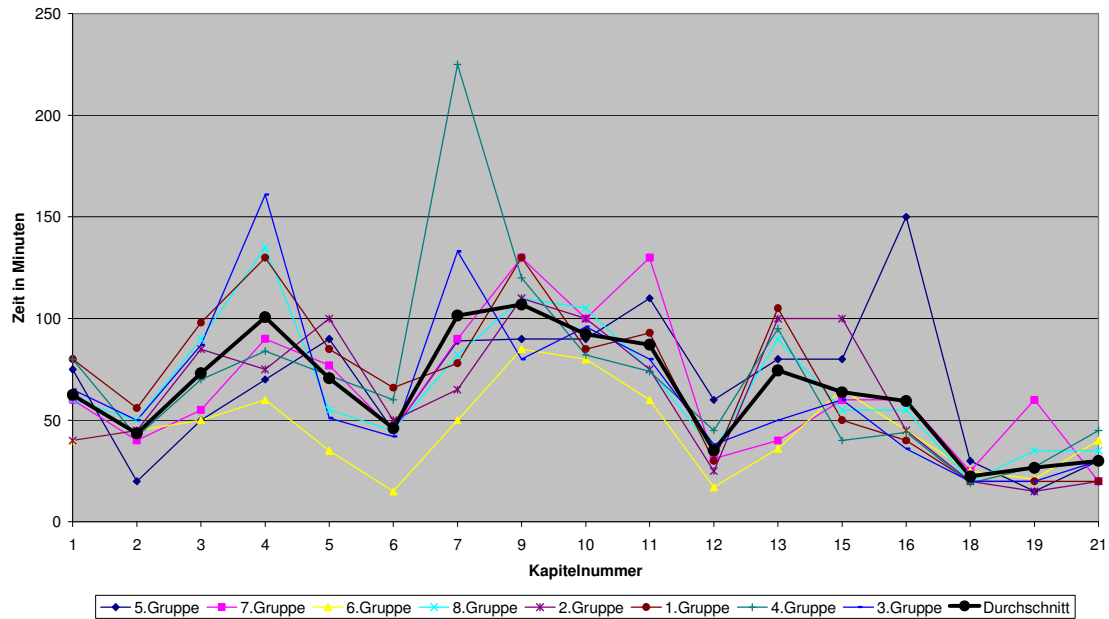
Ebenso zeigt die Tabelle, dass sehr oft innerhalb einer Gruppe, trotz unterschiedlichster Beno- tung die Beurteilung der Motivation und des Schwierigkeitsgrades ähnlich ausgefallen ist.

		Motivation	Schwierigkeit	Gesamtnote	
1.	Adem	2,9	2,6	2-3	Klasse 7a ↑
	Theresa	2,8	2,6	3	
2.	Lukas	1,6	1,6	4-5	
	Sefer	2,8	2,6	4-5	
3.	Lilian	1,6	1,7	2	
	Joachim	2,1	2,1	3-4	
	Eva	1)	1)	4	
4.	Simon	2,2	2,2	3-4	
	Simon	2,2	2,4	3-4	
5.	Johannes	2,2	2,2	3-4	
	Wolfgang	1,9	1,6	2	
1.	Thomas	2,0	2,0	1	← 7b Klasse
	Thomas	1,9	2,1	3	
2.	Daniel	2,2	2,5	1	
	Dominik	2,1	2,6	2-3	
3.	Daniel	2,2	1,7	2	
	Bettina	2,1	1,9	1-2	
4.	Sabina	2,6	2,6	2	
	Julia	2,5	2,6	3-4	
5.	Daniel	2,6	2,6	2-3	
	Daniel	2,4	2,3	4-5	
6.	Christian	2,3	2,2	3	
	Stefan	2,5	1,8	3	
7.	Sandra	2,6	2,8	4-5	
	Andreas	2,7	2,8	4	
8.	Susanne	3,1	2,6	2	
	Florian	2,5	2,5	3-4	
	<b>Durchschnitt 7a</b>	<b>2,2</b>	<b>2,1</b>		
	<b>Durchschnitt 7b</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>		

Die folgende Grafik zeigt wie unterschiedlich schnell manche Gruppen waren. Es fällt auf, dass die gelbe Linie (Gruppe 6) unter dem Durchschnitt liegt, allerdings diese Gruppe im Ge- samtergebnis schlechter abschnitt.

Vergleicht man die Ergebnisse genauer, kann man erkennen, dass Gruppen die mehr Zeit zur Verfügung haben logischerweise auch ein besseres Gesamtergebnis erzielten. (zur Zeit Prob- lematik siehe Kapitel 9.1)

Arbeitsdauer Klasse 7b



Viel sinnvoller als eine interne Evaluation ist eine externe Evaluation durch eine unabhängige Person.

### 12.2 externe Evaluation

Ein Psychologe kam am Ende des Praktikums um Schüler zu interviewen. Die Befragung erfolgte ohne meinem Beisein und ohne dass sich wusste welche Schüler befragt wurden. Die Auswertung bekam ich von Dr. Ploner in schriftlicher Form.

Evaluation siehe mitgeschickten file evaluation.pdf oder unter <http://home.schule.at/lehrer/chemie/IMST2/imst2index.htm>