



**Dokumentation im Rahmen des
IMST²-Schwerpunktprogrammes S2:
„Schulentwicklung“**

**FÄCHERÜBERGREIFENDES
PRAKTIKUM AUS
BIOLOGIE / CHEMIE / PHYSIK
UND INFORMATIK**

**Mag. Franz Weigl
BRG Hamerlingstraße 18, 4020 Linz**

Linz, Juni 2002

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	23
1. EINLEITUNG.....	23
2. ERGEBNISSE DER REFLEXION ZU „NATURWISSENSCHAFT- LICHE EXPERIMENTE“ IM SCHULJAHR 2000/01.....	24
3. DAS NATURWISSENSCHAFTLICHE PRAKTIKUM IM SCHULJAHR 2001/02.....	25
3.1 Einleitung	25
3.2 Das Konzept „Naturwissenschaftliches Praktikum“ (NAWI PRAKT).....	25
3.3.1 Chronologie.....	27
3.3.2 Beispiel 1: NAWI PRAKT Chemie / Physik.....	28
3.3.3 Beispiel 2: NAWI PRAKT Chemie / Mathematik / Informatik	30
4. REFLEXION DES SCHULJAHRES 2001/02	35
4.1 Befragung der Schüler/innen NAWI EXP	35
4.1.1 Schlüsselerkenntnisse.....	35
4.1.3 Reaktionen auf die Befragungsergebnisse und erste Vorhaben	40
4.2 Befragung der Schüler/innen NAWI PRAKT	41
4.2.1 Schlüsselerkenntnisse.....	41
4.2.2 Darstellung der Befragungsergebnisse	41
4.2.3 Reaktionen auf die Befragungsergebnisse und erste Vorhaben	43
5. AUSBLICK	44
6. ANHANG	45

ABSTRACT

Seit Beginn des Schuljahres 2000/01 werden die Schüler/innen des BRG Hamerlingstraße 18 in Linz in der Oberstufe nach einem neu gestalteten Modell unterrichtet. Dabei bilden die traditionellen naturwissenschaftlichen Gegenstände Biologie, Chemie und Physik einen wesentlichen Schwerpunkt; ergänzend wurden die praktischen Gegenstände „Naturwissenschaftliche Experimente“ und „Naturwissenschaftliches Praktikum“ eingeführt. Die Arbeit der Schulentwicklung am naturwissenschaftlichen Schwerpunkt umfasst derzeit neben der Evaluierung dieser neuen Gegenstände auch die Vernetzung der Gegenstände Biologie, Chemie, Physik, Informatik und Mathematik durch fächerübergreifende Experimente in der Oberstufe und die Umstrukturierung der Unterstufe als gezielte Vorbereitung für die Schüler/innen für die naturwissenschaftliche Oberstufe. Die Dokumentation dieser Aktivitäten als prozessbegleitende Maßnahme bildet eine wichtige Grundlage für künftige Entwicklungsvorhaben der Schule.

1. EINLEITUNG

Der vorliegende Bericht beschreibt das Konzept, die Organisation, die Aktivitäten und die Reflexion des neuen Unterrichtsgegenstandes „Fächerübergreifendes Naturwissenschaftliches Praktikum aus Biologie, Chemie, Physik und Informatik“ (NAWI PRAKT). Anhand zweier Beispiele wird das Bemühen um die Betonung des fächerübergreifenden Aspektes gezeigt. Ausgewählte Arbeitsblätter für Schüler/innen dokumentieren beispielhaft Anforderungen und Inhalte dieses Praktikums.

Im Reflexionsteil der Dokumentation werden nicht nur Rückmeldungen zum oben erwähnten Praktikum aufgezeigt und analysiert, sondern auch zum Gegenstand „Naturwissenschaftliche Experimente“ (NAWI EXP). NAWI EXP wurde auch schon im Schuljahr 2000/01 evaluiert. Im Schuljahr 2001/02 wurden aufgrund der Befragungsergebnisse inhaltliche Änderungen vorgenommen; die Reaktionen der Schüler/innen darauf waren deutlich positiver als im Vorjahr.

2. ERGEBNISSE DER REFLEXION ZU „NATURWISSENSCHAFTLICHE EXPERIMENTE“ IM SCHULJAHR 2000/01

Der Direktor des BRG Hamerlingstraße 18 in Linz, hat im Dezember 2000 die Teilnahme der Schule am Projekt IMST²/S2¹ angeregt und in einer Konferenz mit dem Lehrerkollegium diskutiert. Im Jänner 2001 wurde die Teilnahme an diesem Projekt beschlossen. Das Thema der Initiative an der Schule hieß „OBERSTUFE NEU – Naturwissenschaftlicher Schwerpunkt“. Die Änderung der Stundentafel und die Erstellung bzw. Adaption der Lehrpläne für die betroffenen naturwissenschaftlichen Gegenstände Biologie (BU), Chemie (Ch) und Physik (Ph) waren nach zweijähriger Arbeit abgeschlossen². Seit Beginn des Schuljahres 2000/01 werden die Schüler/innen der 5. Klassen nach dem neuen Modell für die naturwissenschaftliche Oberstufe unterrichtet. Der neue Gegenstand „Naturwissenschaftliche Experimente aus BU/Ch/Ph“ (kurz: NAWI EXP) wurde von fünf Kolleg/innen unterrichtet.

Ziele der Mitarbeit bei IMST²/S2 waren die Dokumentation der Planungs- und Umsetzungsphasen sowie die Evaluierung des Gegenstandes NAWI EXP. Dazu haben alle Schüler/innen, die diesen Gegenstand besucht hatten, einen Fragebogen³ ausgefüllt. Die Ergebnisse aus dieser Befragung waren eine wichtige Grundlage für die Planung von NAWI EXP für das Schuljahr 2001/02, aber auch für die Planung des ebenfalls neuen Gegenstandes „Naturwissenschaftliches Praktikum aus BU/Ch/Ph/Inf“ (kurz: NAWI PRAKT) in der 6. Klasse.

Beispielsweise waren für viele Schüler/innen langatmige, zeitintensive oder schwierige Experimente demotivierend. Als erste Reaktion darauf haben wir die Aufgabenstellungen zu Experimenten gekürzt, Experimente von NAWI EXP in NAWI PRAKT ausgelagert und ein Experiment durch ein thematisch anderes Experiment ersetzt. Eine neuerliche Evaluierung von NAWI EXP soll die Auswirkungen dieser Reaktionen zeigen⁴.

Die genauere Analyse der Antworten und Gespräche mit den Schüler/innen bezüglich Schwierigkeitsgrad von Experimenten haben gezeigt, dass oft Wissen aus der Unterstufe nicht vorausgesetzt werden darf. Eine weitere Reaktion auf die Ergebnisse des Vorjahres ist deshalb eine Abstimmung zwischen den Inhalten der Unter- und Oberstufe. In der Unterstufe müssen die Schüler/innen gezielter auf die naturwissenschaftlichen Gegenstände der Oberstufe vorbereitet werden.

¹ Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching/Schwerpunkt S2 (Schulentwicklung)

² Weigl, F. Mag: „Oberstufe Neu“. In: „Berichte der Kooperations- und Schwerpunktschulen im Pilotjahr von IMST² 2001“, Klagenfurt 2002, S.104ff oder im Internet: http://imst.uni-klu.ac.at/publikationen_schriften/_content/s2_publikation_endberichte_2001_220402.pdf

³ siehe Anhang, Beilage 1, S. 27, 28

⁴ siehe 4.1 Befragung der Schüler/innen NAWI EXP, S. 17

3. DAS NATURWISSENSCHAFTLICHE PRAKTIKUM IM SCHULJAHR 2001/02

3.1 Einleitung

Im Mittelpunkt unserer Schulentwicklungstätigkeit im Schuljahr 2001/02 steht der Gegenstand „Naturwissenschaftliches Praktikum aus BU, Ch, Ph, Inf“ (kurz: NAWI PRAKT). Die Betonung des fächerübergreifenden Unterrichts und das Erlernen von Teamarbeit, Organisation, Dokumentation und Präsentation stehen dabei im Vordergrund.

NAWI PRAKT wurde im Schuljahr 2001/02 von vier Lehrer/innen unterrichtet. Die Lehrer/innen der Gegenstände BU, Ch und Ph haben bereits im Schuljahr 2000/01 den damals neuen Gegenstand NAWI EXP unterrichtet und Erfahrungen im Laborunterricht gesammelt. Die Namen der Teammitglieder in alphabetischer Reihenfolge (mit dem jeweiligen Gegenstand):

Mag. Eva Leckel	(Informatik, Inf)
Mag. Monika Schönbeck	(Biologie und Umweltkunde, BU)
Mag. Engelbert Stütz	(Physik, Ph)
Mag. Franz Weigl	(Chemie, Ch)

Im Text steht an den entsprechenden Stellen „wir“ bzw. die betreffenden Pronomen.

3.2 Das Konzept „Naturwissenschaftliches Praktikum“ (NAWI PRAKT)

Das NAWI PRAKT findet im Ausmaß von zwei Wochenstunden ganzjährig statt und wird wöchentlich als Doppelstunde gehalten. Die Schüler/innen einer naturwissenschaftlichen Klasse werden am Beginn des Jahres in vier Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe wird zwei Wochen lang in einem Gegenstand des NAWI PRAKT unterrichtet; dann wechseln die Gruppen die Gegenstände. Somit dauert ein Zyklus acht Wochen.

Der Unterricht im NAWI PRAKT findet in Kleingruppen statt (ca. 7 Schüler/innen) und betont verstärkt den fächerübergreifenden Aspekt. Die Schüler/innen bearbeiten z.B. physikalische und chemische Experimente zum selben Themenkreis⁵; damit erfahren sie Tatsachen und Phänomene aus unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Sichtweisen und erkennen, dass die Naturwissenschaften in Bezug auf Grundlagen eigentlich nicht zu separieren sind (Anmerkung: Noch vor 200 Jahren, im frühen Stadium der Wissenschaften an den Universitäten, waren „Physik und Chemie [...] noch keine getrennten Arbeitsgebiete“⁶).

⁵ siehe 3.3.2 Beispiel 1, S. 9

⁶ Schwenk, Ernst F.: Sternstunden der Chemie – Von Johann Rudolph Glauber bis Justus von Liebig, Verlag C. H. Beck, 2. Auflage, München 2000, S. 175

Die Schüler/innen führen zunächst die vorgesehenen Experimente durch und bearbeiten Arbeitsaufträge und Fragen, wobei die Arbeitsanleitungen und die Beschreibungen am Beginn der praktischen Ausbildung sehr genau und detailliert besprochen werden; im Laufe des Schuljahres erhalten die Schüler/innen nur noch die Aufgabenstellung, der Abstraktionsgrad bezüglich der Arbeitsstrategie steigt zunehmend an.

Die Konzepte zur Durchführung werden von den Schüler/innen selbst entwickelt; diese Planung umfasst die Organisation von Geräten, Materialien/Chemikalien, das Anfertigen von Apparaturskizzen und die Erstellung eines Zeit- und Aktionsplans. Während der Laborstunden im Chemie-/Physiksaal sichern die Schüler/innen u.a. ihre Messdaten auf Diskette und dokumentieren ihre Tätigkeiten.

Die Messdatenerfassung erfolgt zum Teil mit Hilfe eines sog. symbolischen Taschenrechners (Texas Instruments TI 89 / 92), den jede/r Schüler/in an unserer Schule besitzt⁷. Die Messdaten müssen auf einen PC übertragen und auf Diskette gespeichert werden, damit sie zur weiteren Verarbeitung für Dokumentation und Protokolle zur Verfügung stehen. Da wir nur einen PC im Chemie-/Physiksaal zur Verfügung haben, müssen sich die Schüler/innen untereinander absprechen, damit für jede/n Schüler/in ausreichend Zeit zur Messdatenübertragung und -sicherung bleibt. Weiters lernen die Schüler/innen, alle später benötigten Daten und Informationen rechtzeitig zu sammeln und zu notieren, damit eine genaue, nachvollziehbare und anschauliche Dokumentation möglich ist.

Die Auswertung und Erstellung der Protokolle zu den jeweils durchgeführten Experimenten erfolgen im Rahmen des Informatikunterrichts, der ebenfalls in das Konzept der praktischen Ausbildung integriert ist. Der Informatikunterricht vermittelt zusätzlich Kenntnisse für die Anwendung spezieller Zeichenprogramme (z.B. „Chem-Design“ für die graphische Darstellung chemischer Apparaturen und Reaktionsgleichungen, „Chem-Sketch 3D“ für die Visualisierung von Molekülen). Die Arbeit mit Tabellenkalkulationsprogrammen (z.B. mit Excel) zur Berechnung und Bearbeitung physikalischer Messdaten und Tipps und Hinweise für Layout-Arbeit erleichtern den Schüler/innen das Anfertigen der Protokolle und somit die Präsentation ihrer Arbeit.

Mit diesem Konzept einer naturwissenschaftlichen praktischen Ausbildung versuchen wir nicht nur die Naturwissenschaft(en) aufzuwerten, sondern für Schüler/innen den Erwerb sozialer Kompetenzen und Fähigkeiten wie Teamarbeit, Organisation, Planung, Dokumentation und Präsentation sicher zu stellen.

⁷ Anmerkung: Mathematikunterricht mit computerunterstütztem Algebrasystem ist an unserer Schule ein allgemeines Unterrichtsprinzip

3.3 Durchführung des NAWI PRAKT

3.3.1 Chronologie

Die chronologische Aufzählung stellt die wichtigsten Termine und Aktivitäten von Lehrer/innen und Schüler/innen im Schuljahr 2001/02 dar. Diese Liste ist unvollständig, da nicht jedes Gespräch (z.B. Pausengespräch unter Kolleg/innen) protokolliert wurde. Sie enthält aber sämtliche Termine und Aktivitäten von Kolleg/innen, die im NAWI PRAKT unterrichten.

14. September 2001

1. Besprechung: Teams NAWI EXP und NAWI PRAKT

Einteilung der Gruppen und Erstellen der Zeitpläne⁸

Information der Schüler/innen bzgl. Organisation und Beurteilung

18. Jänner 2002

2. Besprechung: Team NAWI PRAKT und Schüler/innen

Die Schüler/innen der 6. Klassen wurden über die weiteren Wahlmöglichkeiten in der Naturwissenschaftlichen Oberstufe (7. und 8. Klasse) und über die möglichen Formen der schriftlichen und mündlichen Reifeprüfung informiert⁹. Die Schüler/innen mussten am Beginn des zweiten Semesters eine verbindliche Entscheidung über die Wahl ihres jeweiligen Schwerpunktfaches¹⁰ (kurz: NAWI SCHW) für die 7. und 8. Klasse bekannt geben.

07. Februar 2002

3. Besprechung: Teams NAWI EXP und NAWI PRAKT

Die Noten in NAWI EXP bzw. NAWI PRAKT setzen sich aus den Leistungsbeurteilungen in BU, Ch, Ph bzw. Inf zusammen. Deshalb wurden die Semesternoten gemeinsam von allen in NAWI EXP bzw. NAWI PRAKT unterrichtenden Lehrer/innen festgesetzt. Dabei konnten wir feststellen, dass die Beurteilung eines/r Schülers/in in den einzelnen Gegenständen meistens übereinstimmend oder um einen Notengrad abweichend war.

08. März 2002

Filmdokumentation durch 3sat

Nach Kontaktaufnahme der TV-Senders 3sat mit der Schulleitung wurde eine Unterrichtseinheit des NAWI PRAKT gefilmt. Diese Aufnahme wurde im 3sat-Wissenschaftsmagazin „nano“ im Rahmen einer Reportage mit dem Titel „Schule von morgen“ am 10.06.2002 um 19.30 Uhr ausgestrahlt.

⁸ siehe Anhang, Beilagen 3, S. 30 und Beilage 4, S. 31

⁹ siehe Anhang, Beilage 5, S. 32

¹⁰ Weigl, F. Mag: „Oberstufe Neu“. In: „Berichte der Kooperations- und Schwerpunktschulen im Pilotjahr von IMST² 2001“, Klagenfurt 2002, S. 110f oder im Internet http://imst.uni-klu.ac.at/publikationen_schriften/_content/s2_publikation_endberichte_2001_220402.pdf

21. März 2002

Selbstevaluation durch das Projekt IMST²/S2 am IFF¹¹

Gerd Woschnak interviewte 4 verschiedene Gruppen zu Themen wie z.B. Schulentwicklung, Projekt Oberstufe Neu, Professionalisierung etc. Die Befragungsergebnisse liegen dzt. noch nicht vor. Sie werden aber im Herbst 2002 an die Schule übermittelt und dienen dann als weitere Grundlage für evtl. Änderungen des Konzeptes.

29. April 2002

Pädagogischer Tag

Eine Arbeitsgruppe befasste sich mit dem Thema „Naturwissenschaftliche Oberstufe“¹².

03. Mai 2002

Befragung¹³ von Schüler/innen der 5. und 6. Klassen (Fragebogen)

Die durch die Befragungen erhaltenen Daten und daraus erhaltenen Ergebnisse bzw. gewonnenen Erkenntnisse dienen als Grundlage zur Änderung von Inhalten oder organisatorischen Angelegenheiten.

20. Juni 2002

Schulinterne Lehrerfortbildung (kurz: SCHILF)

Engelbert Stütz und Franz Weigl, die in NAWI EXP und NAWI PRAKT unterrichten, bieten eine schulinterne Lehrerfortbildung an. Diese Veranstaltung steht unter dem Titel „Vernetzung der Naturwissenschaftlichen Gegenstände BU/Ch/Ph/Inf/M“ und zeigt den Kolleg/innen einerseits Möglichkeiten zur Vernetzung und bietet andererseits die Möglichkeit zu einer Diskussion über die Inhalte von NAWI EXP und NAWI PRAKT und deren Modifizierung.

Die folgenden zwei Beispiele zeigen, wie wir versuchen, mit fächerübergreifenden Experimenten und Unterrichtssequenzen die Vernetzung der einzelnen naturwissenschaftlichen Gegenstände zu erreichen.

3.2.2 Beispiel 1: NAWI PRAKT Chemie / Physik

Die Schüler/innen bearbeiten die Experimente in einem Zeitraum von vier Wochen.

Die auf Seite 29 angeführten Arbeitsblätter zu „Elektrochemie“ und „Elektrizität“ beinhalten Aufgabenstellungen und kurze Anleitungen zu Stationen, die von den Schüler/innen bearbeitet werden. Die Schüler/innen überlegen selbst die Vorgangsweise zur Lösung der Aufgaben und die dafür notwendigen Geräte und Chemikalien. Die Organisation der Experimente und die Erstellung eines Zeitplans sind ebenfalls selbstständig von den Schüler/innen zu erarbeiten. Die Anforderungen an die Arbeitsprotokolle sind am Ende des jeweiligen Arbeitsblattes angeführt.

¹¹ Interuniversitäres Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung, Sterneckerstraße 15, A-9020 Klagenfurt

¹² siehe Anhang, Beilage 6, S. 33

¹³ siehe 4.1 Befragung NAWI EXP und 4.2 Befragung NAWI PRAKT, S. 17ff

3.2.2.1 Arbeitsblatt zum Thema „Elektrochemie“ (Chemie)

Arbeitsblatt zu „ELEKTROCHEMIE“

Station 1

Aufgabenstellung

(i) Füllen Sie ein Becherglas (250 ml) mit 100 ml eines Zitronensäurekonzentrats und messen Sie die entstehende Spannung und Stromstärke, wenn ein Kohle- bzw. Zinkmetallstab in die Lösung tauchen.
(ii) Versuchen Sie mit dieser „Batterie“, den bereitgestellten Reisewecker in Betrieb zu setzen.

Station 2

Aufgabenstellung

Stellen Sie fest, welche Abhängigkeit zwischen der Spannung und der Konzentration einer Zitronensäurelösung besteht.

Verdünnen Sie dazu 60 ml Zitronensäurekonzentrat schrittweise mit 20 ml H₂O bis 120 ml; messen Sie in Abständen von 2 min nach Zugabe von H₂O mit TI 89/92 die Spannung.

Abzugeben ist ein Protokoll, das folgende Teile beinhaltet:

- Dokumentation der Arbeitsschritte
- Apparaturskizzen (mittels Zeichenprogramm)
- Diagramm/Kurve der Messreihe zu Station 2

3.3.2.2 Arbeitsblatt zum Thema „Elektrizität“ (Physik)

Wie gut wird eingesetzte Energie bei verschiedenen Geräten ausgenutzt? - Der Wirkungsgrad

Aufgabenstellungen

Entwickle Versuchsreihen, mit denen du den Wirkungsgrad einiger der folgenden Geräte möglichst genau bestimmen kannst:

- Mikrowellenherd
- Tauchsieder (Schülerübungen)
- Elektrokocher
- Laborgasbrenner
- Elektromotor (Physikstunde 3, S. 91;)
- Glühlampe (Impulse Physik S. 222)

Gib zu Beginn der jeweiligen Versuchsreihe im Protokoll die Idee deines Messverfahrens an! Protokolliere genau, welche Größen du misst und wie du daraus auf den Wirkungsgrad schließt! Tipps zu den einzelnen Experimenten findest du bei den jeweiligen Stationen.

3.3.2.3 Erläuterungen

Die Schüler/innen beschäftigten sich insgesamt vier Wochen bzw. vier Doppelstunden lang mit dem Thema „Strom“.

Abbildung 1: Zeitplan mit Themenverteilung

Nr. Woche	Chemie	Physik	Thema
1	Galvanische Elemente		
2	Elektrochemie/Spannung		„Schnittbereich“
3		Elektrizität	
4		Elektrogeräte	

Die Arbeit der Schüler/innen begann mit der Bearbeitung zweier Experimente zum Thema „Galvanische Elemente“. Sie erkannten dabei die notwendigen Voraussetzungen dafür, dass Strom überhaupt fließt und von welchen Faktoren der Stromfluss abhängt, wie z.B. von der Verwendung zweier verschiedener Metalle, der Beschaffenheit der Elektrodenoberfläche und der Elektrolytlösung. Weiters stellten sie fest, dass die Wahl der Metalle für den erhaltenen Wert der Spannung entscheidend ist.

Im zweiten Teil dieser Versuchsblocks beschäftigten sich die Schüler/innen nur mit der Spannung eines Galvanischen Elementes. Die zentrale Aufgabe war die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Elektrolytlösung und gemessener Spannung eines bestimmten Galvanischen Elementes. Die dafür erforderlichen Messungen wurden mittels des symbolischen Taschenrechners TI-89/92 durchgeführt. Spezielle Messsonden und das für diesen Rechner vorhandene Zusatzgerät Computer Based Laboratory (kurz: CBL) ermöglichten die Verwendung des TI-89/92 als Voltmeter. Im Anschluss wurden die Spannung und die Stromstärke des gebastelten Galvanischen Elementes mit denen einer herkömmlichen Batterie verglichen. Dabei stellten die Schüler fast identische Werte für die Spannung, aber deutliche Abweichungen der Werte für die Stromstärke fest. Die Interpretation und Beschäftigung mit dieser Tatsache waren dann aber Thema für die dritte Doppelstunde bzw. den ersten Praktikumstag in Physik.

Weitere Schwerpunkte in den physikalischen Experimenten waren Elektrogeräte und deren Wirkungsgrad oder die Frage „Wieviel Watt kann man (mit der Hand) kurbeln?“. Damit wurden den Schüler/innen Definitionen (z.B. Watt als Einheit für die Leistung) bewusst. Die Schüler erfuhren unterschiedliche Möglichkeiten zur Gewinnung elektrischer Energie, z.B. durch Bewegung (Hand, Wind, Wasser) oder durch chemische Reaktionen (Zitronensäure).

3.3.3 Beispiel 2: NAWI PRAKT Chemie / Mathematik / Informatik

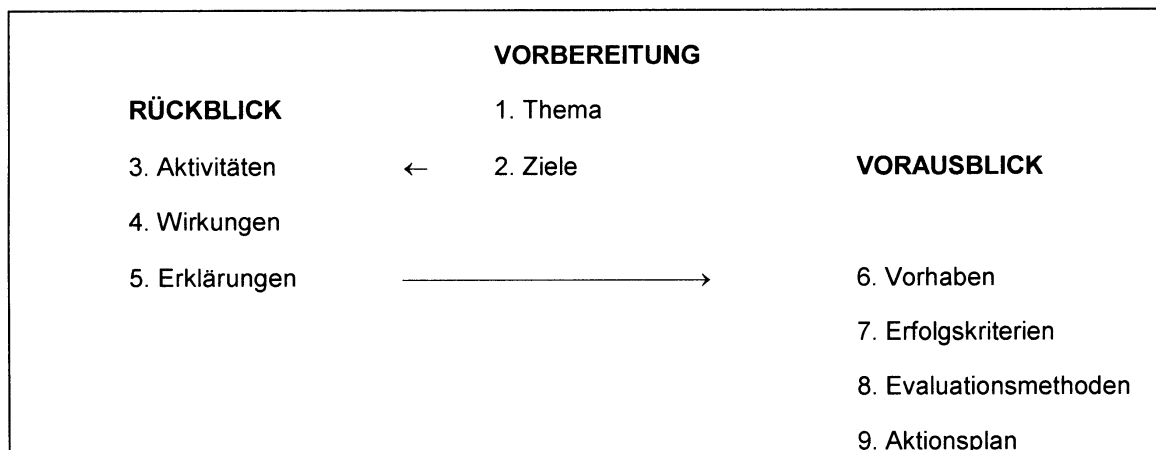
Durch Experimente können entweder Antworten auf Fragen gefunden werden oder Fragen entstehen. Neue, in einer Situation auftretende Fragen sind aber möglicherweise nicht nur mit chemischem Wissen zu beantworten sondern fordern auch mathematische oder andere Kenntnisse.

Es sollte zur leichteren Orientierung angegeben werden, mit welchen Inhalten gearbeitet wird.

3.3.3.1 Didaktische Überlegungen

Für die Planung des fächerübergreifenden Einsatzes des Taschenrechners TI-89/92 in Chemie und Mathematik war das folgende Schema¹⁴ eine wichtige Hilfe. Die genaue Analyse unseres Vorhabens erleichterte schließlich die Auswahl der Experimente und die Erstellung der Arbeitsunterlagen für die Schüler/innen.

Abbildung 2: Schema zur Planung einer fächerübergreifenden Unterrichtssequenz



ad 1. Thema: Begriff „Funktionen“ in Mathematik fächerübergreifend mit Chemie

ad 2. ZIELE: i) Lesen / Interpretation von Funktionsgraphen (k¹⁵)
ii) Lesen / Interpretation von Messdaten und deren Darstellungen (k)
iii) Anwendung mathematischer Modelle und technischer Hilfsmittel (l¹⁶)
iv) Zusammenhang naturwissenschaftlicher Gegenstände (k, l)

ad 3. rückblickende AKTIVITÄTEN [bzgl. ad 2./Ziele/iii]

- i) Schüler/innen können TI-89/92 bedienen, kennen und verstehen die englischen Befehle und können Programme anwenden.
- ii) Graphische Darstellung gegebener Funktionsterme (z.B. $y = 3 \cdot x^2 + 4$) am TI-89/92 wurde erklärt, geübt und besprochen.
- iii) Das Erkennen wichtiger Eigenschaften aus dem Funktionsverlauf /-graph und Interpretationen wurden ebenfalls trainiert.

ad 4. Wirkungen der Aktivitäten

- i) Arbeit mit technischem Instrument führt zu „technischer Abhängigkeit“ (z.B. ERRORmeldungen, Batterie) und erhöhtem Zeitbedarf im Unterricht.
- ii) Bei der Bearbeitung von Schularbeiten und Arbeitsblättern zeigten die Schüler/innen, dass sie Funktionsgraphen skizzieren und erklären können.

¹⁴ Posch, P. Univ.Prof.Dr., in: Seminarunterlage zu „IMST²/S2 – Vernetzungstreffen“, Spital am Pyhrn, Jänner 2002

¹⁵ kurzfristiges Ziel

¹⁶ lang-/längerfristiges Ziel

- iii) Eigenschaften (z.B. Schnittpunkt, Nullstelle) von Funktionen wurden sichtbar und begreifbarer.
- iv) TI-89/92 erleichtert zwar die Ausführung und Anwendung von Rechenmethoden, ersetzt aber nicht das Erarbeiten von Lösungsstrategien.

ad 5. ERKLÄRUNGEN (zu 4)

Es wurden Defizite im lösungsorientierten Denken festgestellt. Für viele Schüler/innen stellten die Erarbeitung einer ökonomischen, d.h. zeit-sparenden Strategie und die Anwendung früher gelernter mathematischer Inhalte Probleme dar.

Technische Störungen wie z.B. leere Batterien, ERRORmeldungen (in englischer Sprache, Anm.), deren Ursachen nicht behoben werden konnten oder deren deutsche Bedeutungen nicht verstanden wurden, erschwerten ebenfalls die Umsetzung der Lösungsstrategien.

Künftig müssen daher sowohl die Denkweise als auch die Anwendung von Rechenmethoden ohne technische Hilfsmittel trainiert werden.

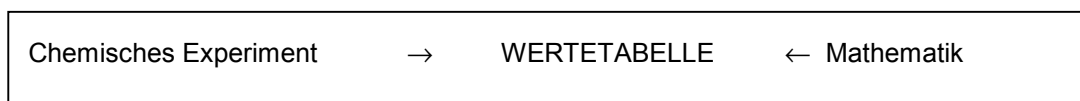
ad 6. (konkrete) VORHABEN (hier: Unterrichtsvorbereitung durch den Lehrer)

- i) Ausprobieren und Vorbereiten eines chemischen Experiments
- ii) Erstellen eines Arbeitsblattes für Schüler/innen – Interpretationsfragen
- iii) Durchführung des Experimentes nach Absprache mit Kollegeln

Die Vernetzung der beiden Gegenstände Mathematik und Chemie liegt im vorliegenden Beispiel zunächst darin, dass die Schüler/innen Messdaten bzw. eine Wertetabelle visualisieren und die daraus entstandene graphische Darstellung aus Sicht der Mathematik und Sicht der Chemie erklären und interpretieren.

Nachstehende Abbildung soll die Nahtstelle zwischen den beiden Gegenständen noch einmal verdeutlichen:

Abbildung 3: Wertetabelle als Vernetzung von Chemie und Mathematik



Die weitere Vernetzung der beiden Gegenstände ist nicht sofort erkennbar; erst die mathematische Modellierung durch die Erklärung eines entsprechenden einfachen Versuches erfordert vernetztes Denken in beiden Gegenständen (siehe Kap.3.3.3.4).

Das folgende Schema zeigt den Prozess bzw. die vernetzte Anwendung von Mathematik und Chemie:

Abbildung 4: Anwendung der Mathematik zur Problemlösung

1. Problemstellung aus dem Alltag bzw. einem chemischen Experiment
2. mathematische Modellierung
3. Berechnung bzw. Arbeit mit dem Modell
4. Interpretation der Ergebnisse und Reaktion auf die Problemstellung und Anwendung

Die vorliegende Problemstellung ist die Simulation einer chemischen Reaktion bzw. die graphische Darstellung¹⁷ der Konzentrationsverhältnisse der Reaktionsteilnehmer.

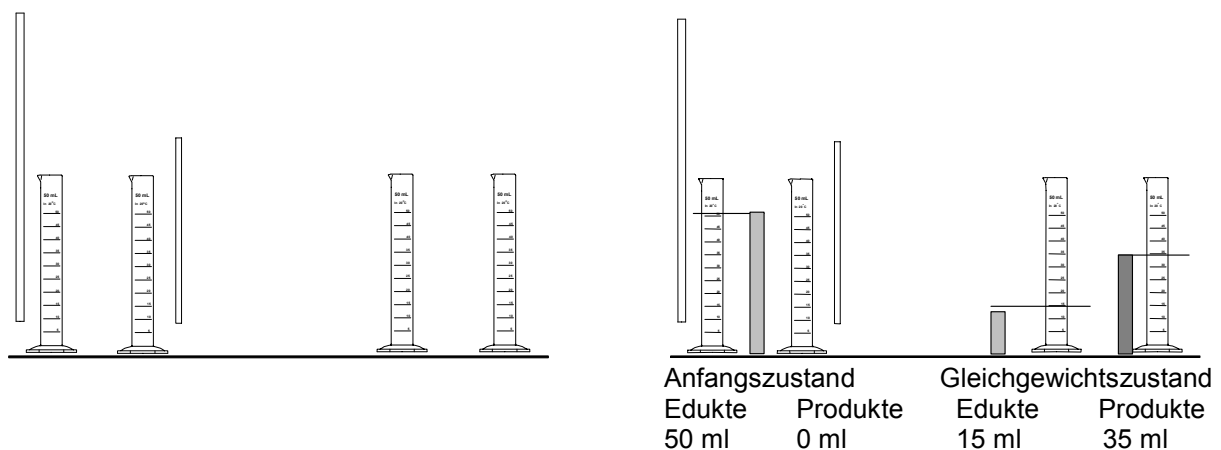
Für die Bearbeitung des Themas „Chemisches Gleichgewicht“ wurden für jede Gruppe des NAWI PRAKT insgesamt 8 Unterrichtseinheiten verwendet: zwei Doppelstunden des Laborunterrichts und jeweils vier Unterrichtseinheiten Chemie. Die Bearbeitung hat sich somit über einen Zeitraum von zwei Wochen erstreckt.

3.3.3.2 Das Chemische Gleichgewicht

Im Verlauf einer chemischen Reaktion ändert sich das Konzentrations- bzw. Mengenverhältnis zwischen den Ausgangsstoffen (= Edukten) und den Endstoffen (= Produkten).

Eine chemische Reaktion befindet sich dann im sogenannten *Gleichgewicht*, wenn das *Mengenverhältnis zwischen Edukten und Produkten konstant* ist. Das bedeutet, dass in einer Zeiteinheit eine bestimmte Menge Edukte in Produkte umgewandelt wird und genauso viele Produkte in ursprüngliche Edukte zerfallen (→ reversible Reaktion).

3.3.3.3 Modellversuch zur Demonstration



¹⁷ siehe Anhang, Beilage 7, S. 34

Erklärung zum Modellversuch:

Die Stoffmengen der Edukte bzw. Produkte werden in Messzylindern durch Volumina (ml) H₂O simuliert. Die Bildung der Produkte aus den Edukten (= Hinreaktion) und die Zersetzung der Produkte in Edukte (= Rückreaktion) werden durch den Transport unterschiedlicher Volumina mit Hilfe zylindrischer Glasröhrchen mit unterschiedlichen Durchmessern simuliert.

3.3.3.4 Mathematische Modellierung

Das Ergebnis des Modellversuchs ist eine Wertetabelle, die in einer Zeile jeweils die aktuellen Volumina der beiden Messzylinder enthält. Die graphische Darstellung der Wertetabelle als Punkte alleine könnte schon Ausgangspunkt für mathematische Aufgaben und Fragestellungen sein, z.B. die Modellierung von Kurven.

In unserem Fall besteht die Modellierung aus dem Berechnen verschiedener Zylindervolumina und der Berechnung der jeweils aktuellen Volumina in den beiden Messzylindern. Zunächst werden für die ersten beiden Reaktionsschritte die Volumina berechnet; anschließend erfolgt die Verallgemeinerung und werden die entsprechenden Terme ermittelt. Schließlich erhält man eine Berechnungsformel für die Simulation.

$$V_E = \frac{r^2 \pi \cdot h_E}{3} \rightarrow h_E = \frac{3 \cdot V_E}{r^2 \pi} \qquad V_P = \frac{r^2 \pi \cdot h_P}{3} \rightarrow h_P = \frac{3 \cdot V_P}{r^2 \pi}$$
$$V_h = \frac{r_h^2 \pi \cdot h_E}{3} \qquad V_r = \frac{r_r^2 \pi \cdot h_P}{3}$$

Änderung V_E: V_E – V_h + V_r

Änderung V_P: V_P + V_h – V_r

Legende: V_E ... Volumen der Edukte
h_E ... Höhe der Edukte
r_h ... Radius der Hinreaktion
V_h ... Volumen der Hinreaktion
r ... Radius des Messzylinders

V_P ... Volumen der Produkte
h_P ... Höhe der Produkte
r_r ... Radius der Rückreaktion
V_r ... Volumen der Rückreaktion

3.3.3.5 Simulation am TI-89/92

Die Simulation der Konzentrationsänderungen wurde am TI-89/92 programmiert. Die Programmiersprache ist sehr ähnlich mit BASIC. Die spezielle Syntax der wenigen benötigten Befehle ist dem Handbuch¹⁸ zum TI-89/92 zu entnehmen.

3.3.3.6 Programm-Listing¹⁹

Die mittels dieses Programms errechneten Daten werden zunächst in Form von Wertepaaren aufgelistet, dann direkt in eine Wertetabelle übertragen und anschließend graphisch dargestellt. Somit sind Interpretationen und Datenbearbeitungen möglich.

¹⁸ Texas Instruments.TI-89 Handbuch. Shen Chuan Design & Printing Corporation, Taiwan, 1998, S.264ff. oder im Internet: www.ti.com/calc

¹⁹ siehe Anhang, Beilage 8, S. 35

4. REFLEXION DES SCHULJAHRES 2001/02

Im Schuljahr 2001/02 wurden die Gegenstände NAWI EXP und NAWI PRAKT evaluiert. Dazu wurden die Schüler/innen jeweils mittels Fragebogen befragt. Der Fragebogen für NAWI EXP bestand größtenteils aus Fragen und bereits vorgegebenen Antwortmöglichkeiten, während alle Fragen zum NAWI PRAKT frei zu beantworten waren (Warum wurde diese unterschiedliche Form gewählt?). Zusätzlich fanden eine Diskussion des Lehrer/innenteams NAWI PRAKT mit den beteiligten Schüler/innen und Interviews statt.

Die Befragungsergebnisse aus der Befragung des NAWI PRAKT und die Interviews dienen als Grundlage für Änderungen des NAWI PRAKT für das Schuljahr 2002/03. Aus der diesjährigen Befragung der NAWI EXP erhoffen wir uns Erkenntnisse über die Auswirkungen unserer Reaktionen auf die Ergebnisse aus der Befragung zu NAWI EXP im Schuljahr 2000/01.

4.1 Befragung der Schüler/innen NAWI EXP

Obwohl im Schuljahr 2001/02 die Evaluierung des Gegenstandes NAWI PRAKT ein Schwerpunkt der Schulentwicklungstätigkeit war, wurde auch der Gegenstand NAWI EXP wieder evaluiert; NAWI EXP sollen inhaltlich und organisatorisch den Bedürfnissen der Schüler/innen angepasst werden.

41 Schüler/innen der 5.A und 5.B Klasse wurden dazu mittels Fragebogen²⁰ zum Gegenstand NAWI EXP befragt.

4.1.1 Schlüsselerkenntnisse

Der Vergleich mit dem Befragungsergebnis aus dem Vorjahr²¹ zeigt eine interessante Tendenz: Im Vorjahr negativ bemerkte oder kritisierte Umstände und Tatsachen wurden heuer deutlich positiver beurteilt. Ein Grund für diese Entwicklung könnte die Reaktion auf die erste Befragung sein. Denn auf Grundlage dieser Befragung haben wir versucht, durch entsprechende Änderungen bzgl. Inhalt (z.B. Auswahl der Experimente) und Arbeitsform (z.B. Partnerarbeit) eine höhere Akzeptanz und Wertschätzung der NAWI EXP zu erreichen. Didaktische Überlegungen wurden größtenteils umgesetzt und Ziele aus dem Lehrplan für NAWI EXP erreicht. Trotz der allgemein positiven Rückmeldungen mussten wir weiters feststellen, dass der naturwissenschaftliche Schwerpunkt an unserer Schule sowohl außerhalb, wie auch innerhalb unserer Schule zu wenig wahrgenommen wird.

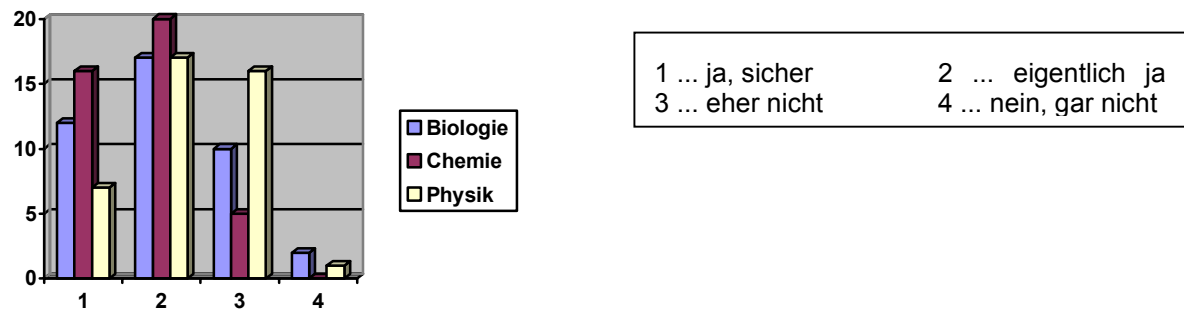
²⁰ siehe Anhang, Beilage 1, S. 27,28

²¹ Weigl, F. Mag: „Oberstufe Neu“. In: „Berichte der Kooperations- und Schwerpunktschulen im Pilotjahr von IMST² 2001“, Klagenfurt 2002, S. 111 oder im Internet: http://imst.uni-klu.ac.at/publikationen_schriften/_content/s2_publikation_endberichte_2001_220402.pdf

4.1.2 Darstellung der Befragungsergebnisse und Interpretation

Die wichtigsten Ergebnisse werden graphisch in Stabdiagrammen dargestellt. Fragen, die besonders interessante Ergebnisse aufzeigen, werden beschrieben und interpretiert. In einigen Fällen enthält die Beschreibung zusätzlich noch Hinweise auf Reaktionen des Teams, da die unmittelbare Anmerkung dieser Hinweise die Wichtigkeit der Reaktionen unterstreicht.

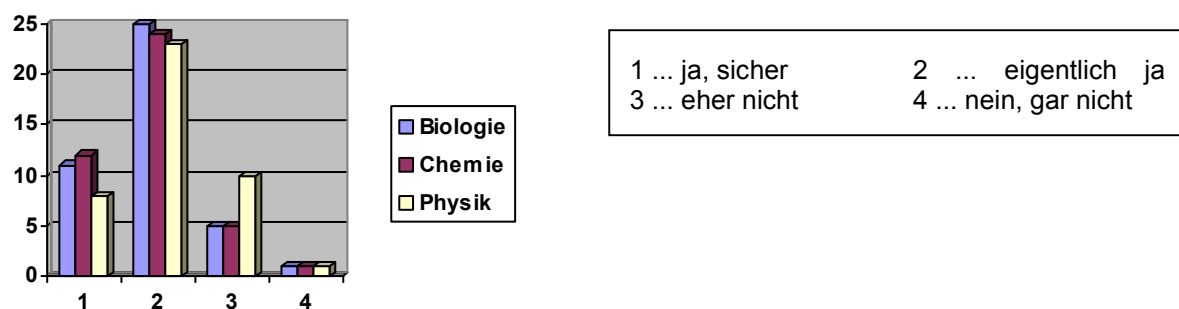
1. Aussage: Die Auswahl der Experimente war für mich interessant.



Die Auswahl der Experimente wird in BU (71%) und in Ch (88%) durchaus positiv bewertet, in Ph (41%) jedoch eher negativ.

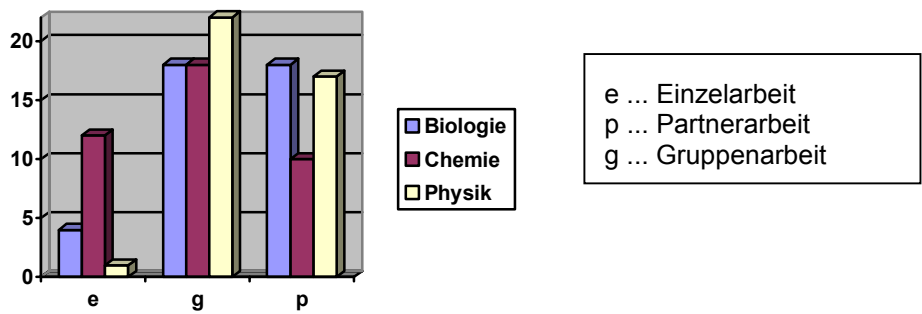
In Gesprächen mit den Schüler/innen wird zu klären versucht, welche Experimente für Schüler/innen interessant und ansprechend sind und wie Schüler/innen ihre Entscheidung begründen.

2. Aussage: Ich weiß jetzt über die Arbeitsweise in Biologie/Chemie/Physik besser Bescheid.

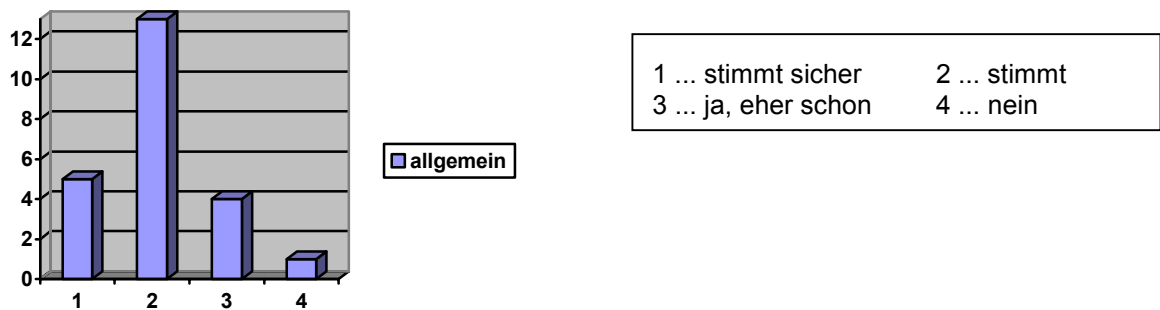


In allen drei Gegenständen überwiegen positive Einschätzungen. Das lässt den Schluss zu, dass die Umsetzung der didaktischen Überlegungen für NAWI EXP von den unterrichtenden Lehrer/innen gelungen ist.

6. Frage: Welche Arbeitsweise wäre dir am liebsten gewesen?

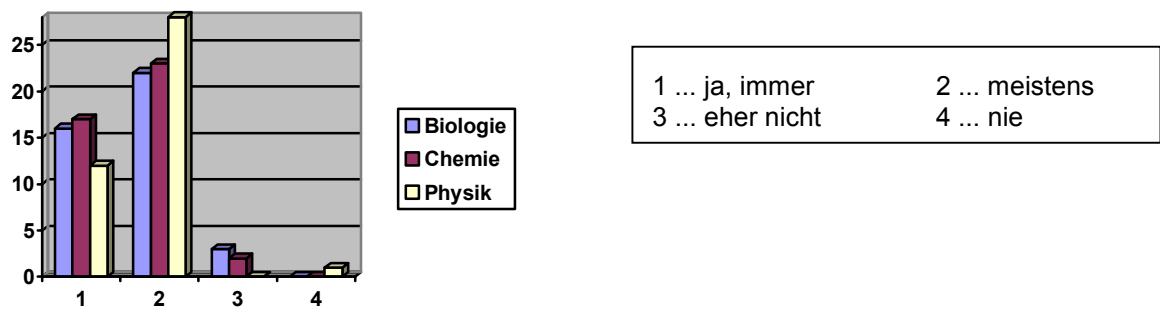


7. Aussage: Die Arbeitsweise bei den Experimenten (Einzel-/Gruppen-/Partnerarbeit) hat für mich bzgl. Motivation und Verständnis große Bedeutung.



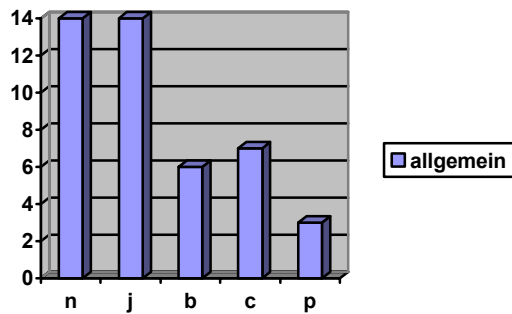
Die Ergebnisse der Aussagen 6. und 7. zeigen deutlich den Wunsch der Schüler/innen, in Gruppen oder paarweise zu arbeiten. Als Reaktion werden im NAWI PRAKT mehr Partner-/Gruppenarbeiten stattfinden.

8. Aussage: Die Versuchsanleitungen waren verständlich und klar.



Gut überlegte Versuchsanleitungen als Teil der gründlichen Vorbereitung der einzelnen Experimente werden von den Schüler/innen sehr positiv wahrgenommen.

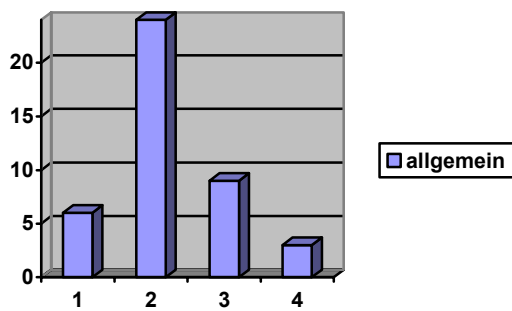
9. Aussage: Ich möchte mehr Informationen über den naturwissenschaftlichen Schwerpunkt der Hamerlingschule.



n ... nein
 j ... ja, allgemein
 b ... speziell über Biologie
 c ... speziell über Chemie
 p ... speziell über Physik

Das Interesse der Schüler/innen an NAWI SCHW überwiegt deutlich. Auffallend ist, dass die Schüler/innen dem Gegenstand Physik das geringste Interesse entgegenbringen. Diese Tatsache war auch im Vorjahr festzustellen. Ein möglicher Grund dafür könnte die Auswahl der Experimente sein (siehe 1. Aussage).

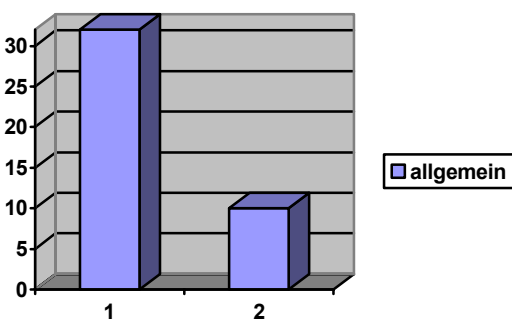
10. Aussage: Ich habe mit meinen Eltern, Freunden, Geschwistern ... über „Experimente“ gesprochen.



1 ... ja, oft 2... ja, manchmal
 3 ... selten 4 ... nie

Die außerschulische Wahrnehmung der naturwissenschaftlichen Gegenstände (16%) ist unserer Meinung nach zu gering. Ein ähnliches Ergebnis lieferte eine Befragung der Eltern und Schüler/innen unserer Schule durch die Direktion. Als Reaktion darauf werden wir im kommenden Schuljahr einen weiteren Schwerpunkt in der Öffentlichkeitsarbeit setzen.

11. Frage: Würdest du deinem Freund / deiner Freundin empfehlen, den Zweig mit den Naturwissenschaftlichen Experimenten zu wählen?



1 ... ja 2 ... nein

13. Frage: Welche Faktoren waren besonders demotivierend?

Nr.	Begriff	5.A	5.B	Gesamt
1	Uninteressantes Thema	10	14	24
2	Unklare Anweisungen	3	1	4
3	Zu lange Mittagspause	1	3	4
4	Schwere mündliche Wiederholungen	2	1	3
5	Protokolle	2	0	2
6	Leichte Aufgaben	1	1	2
7	Komplizierte Experimente	1	1	2
8	Trockener Stoff	1	1	2
9	Notwendigkeit der Beweisführung	1	0	1
10	Gruppeneinteilung	1	0	1
11	Theoriestunden	1	0	1
12	KEINE ANGABEN	5	4	9

Neun Personen (= 22% der Befragten) nennen keine demotivierenden Faktoren, d.h. sie bewerten demnach die Organisation, die Durchführung, die Rahmenbedingungen etc. von NAWI EXP aus ihrer Sicht positiv.

Neben der Themenwahl und der Gestaltung der Arbeitsanleitungen steht die Mittagspause an dritter Stelle der nach Häufigkeit der Nennungen gereihten Liste demotivierender Faktoren. Tatsächlich hatten die Schüler/innen der 5.A eine Mittagspause (= Wartezeit) von einer Stunde und die Schüler/innen der 5.B eine Wartezeit von drei Stunden, weil NAWI EXP laut Stundenplan an einem Nachmittag hintereinander stattgefunden haben. Diesbezüglich wird vor der Stundenplanerstellung für das Schuljahr 2002/03 eine Absprache mit dem Administrator erfolgen, um längere Wartezeiten zu vermeiden.

4.1.3 Reaktionen auf die Befragungsergebnisse und erste Vorhaben

Jedes Mitglied des Teams NAWI EXP hat das Ergebnis der Befragung erhalten. In einer anschließenden Besprechung des Teams wird die Befragung noch in diesem Schuljahr gemeinsam besprochen und analysiert. Tagesordnungspunkte für diese Besprechung sind:

1. Schlüsselerkenntnisse aus der Befragung
2. Auswahl und Modifizierung der Experimente
3. Gestaltung der Information für unsere Schüler/innen
4. Öffentlichkeitsarbeit

Für die Information der Schüler/innen der Unterstufe und interessierter Eltern ist geplant einen Nachmittag oder Abend zu veranstalten, an dem sie an NAWI EXP teilnehmen, sich informieren, das Unterrichtsgeschehen erleben und sich ein Bild machen können.

Die Schüler/innen aus NAWI EXP werden im Rahmen des Unterrichts durch die Klassenvorstände, die Bildungsberater oder durch Mitglieder des Teams von NAWI EXP und NAWI PRAKT über weitere Möglichkeiten in der Naturwissenschaftlichen Oberstufe (NAWI PRAKT, Wahl des NAWI SCHW, Reifeprüfung etc.) informiert.

Die Positionierung der NAWI EXP im Stundenplan muss vor der Erstellung des Stundenplanes mit dem Administrator besprochen werden.

4.2 Befragung der Schüler/innen NAWI PRAKT

24 Schüler/innen aus zwei Klassen (6.A und 6.B) des NAWI PRAKT wurden getrennt zu den jeweiligen Gegenständen befragt. Die Fragen konnten sie frei beantworten.²²

4.2.1 Schlüsselerkenntnisse

Wie in NAWI EXP konnten nach Meinung des Autors auch im NAWI PRAKT die didaktischen Überlegungen zufriedenstellend umgesetzt und die Ziele des Lehrplanes erreicht werden. Dies ist den unterschiedlichen positiven Anmerkungen der Schüler/innen deutlich zu entnehmen. Die Schüler/innen fühlen sich (ausgenommen in Informatik) sehr gut betreut und bemerken die schülerzentrierte Unterrichtsform, die Atmosphäre und den persönlichen Nutzen besonders positiv. Diesen sehen die Schüler/innen vor allem in der Ergänzung des NAWI PRAKT für die jeweiligen Basisfächer und in fächerübergreifenden Unterrichtssequenzen, wie z.B. der Verwendung des TI-89/92.

Ein konkretes Ziel war das Zustandekommen von NAWI SCHW in den Gegenständen BU, Ch und Ph im kommenden Schuljahr. Tatsächlich finden im Schuljahr 2002/03 zwei Gruppen NAWI SCHW BU und eine Gruppe NAWI SCHW Ch statt. Wenigstens teilweise wurde dieses Ziel erreicht.

Auffallend ist auch die Unzufriedenheit der Schüler/innen mit der Einbindung des Gegenstandes Informatik in NAWI PRAKT. Die negative Kritik bezieht sich hauptsächlich auf die Inhalte, aber auch auf die Betreuung durch die unterrichtende Kollegin.

4.2.2 Darstellung der Befragungsergebnisse

Die Schüler/innen wurden schriftlich befragt, d.h. gebeten, zu jedem Gegenstand drei positive und drei negative Anmerkungen zu machen. Tatsächlich wurden in vielen Fällen weniger Anmerkungen getätigt, weil den Schüler/innen nach eigener Aussage zu wenig Zeit zur Bearbeitung des Befragungsblattes gelassen wurde. Die Bearbeitung erfolgte in beiden Klassen in einer Stunde im Mathematikunterricht.

²² siehe Anhang, Beilage 2 Schülerbefragung NAWI PRAKT, S. 29

4.2.2.1 NAWI PRAKT / BIOLOGIE

Nr.	Positive Anmerkung		Negative Anmerkung	
	Begriff	Anzahl der Nennungen	Begriff	Anzahl der Nennungen
1	Wahl der Experimente	13	Wahl der Experimente	10
2	Vorbereitung / Engagement	10	Erklärung für Protokolle und die Benotung der Protokolle	7
3	Unterrichtsform	6	Leberversuch, Steine, Mikroskop	5
4	Atmosphäre	5	Themen nicht gemeinsam festgelegt	1
5	Persönlicher Nutzen	4		

4.2.2.2 NAWI PRAKT / CHEMIE

Nr.	Positive Anmerkung		Negative Anmerkung	
	Begriff	Anzahl der Nennungen	Begriff	Anzahl der Nennungen
1	Wahl der Experimente	10	Chaos mit TI-89/92	4
2	Vorbereitung / Engagement	10	Fristen / Rückgabe der Protokolle	3
3	Atmosphäre	10	Anspruchsvolles Niveau	3
4	Lehrer	9		
5	Persönlicher Nutzen	7		
6	Verwendung TI-89/92	5		

Auffällig ist sowohl die positive als auch negative Kritik an der Verwendung des TI-89/92 in Chemie; die negative Kritik ist in den Befragungsbögen der 6.A zu lesen, die positive Kritik in den Befragungsbögen der 6.B. Diese Tatsache lässt sich – aus meiner Sicht - so erklären:

Erstens waren die Schüler/innen der 6.A die ersten Gruppen, die den TI-89/92 im Chemieunterricht verwendeten. Damit waren auftretende Probleme und deren Bewältigung für alle Beteiligten, vor allem aber auch für mich, neu. Bei den nächsten Gruppen konnte ich bereits im Vorfeld der Experimente diese Probleme vermeiden.

Zweitens verwendeten die Schüler/innen der 6.A den TI-89 und den TI-92. Damit war die Versorgung der Schüler/innen mit Software aufwendiger. Der Downloadvorgang der Programme hat technisch nicht immer sofort geklappt. Die Schüler/innen der 6.B jedoch verwendeten einheitlich den TI-89. Dazu hatten wir das vom Hersteller dafür speziell konzipierte CBL und somit keine technischen Pannen.

4.2.2.3 NAWI PRAKT / PHYSIK

Nr.	Positive Anmerkung		Negative Anmerkung	
	Begriff	Anzahl der Nennungen	Begriff	Anzahl der Nennungen
1	Wahl der Experimente	11	Wahl der Themen	9
2	Lehrer	5	Aufgaben kompliziert	9
3	Persönlicher Nutzen	5	Keine Vorkenntnisse	6
4	Vorbereitung / Engagement	4	Rechnungen / Formeln	3
5			Protokoll	2

4.2.2.4 NAWI PRAKT / INFORMATIK

Nr.	Positive Anmerkung		Negative Anmerkung	
	Begriff	Anzahl der Nennungen	Begriff	Anzahl der Nennungen
1	Stressfreie Stunden	5	Zuwenig Zeit für Protokolle	13
2	Freies Arbeiten	4	Keine neuen Inhalte, Programme etc.	8
3	Zeit für Protokolle	4	Beratung und Hilfestellungen	7
4	Lehrerin	2	Art der Arbeitsaufträge	2

4.2.3 Reaktionen auf die Befragungsergebnisse und erste Vorhaben

Auch die Mitglieder des Teams von NAWI PRAKT haben zunächst die Befragungsergebnisse erhalten und werden diese in einer Jahresabschlussbesprechung diskutieren. Weitere Tagesordnungspunkte für diese Besprechung sind:

1. Festlegung der fächerübergreifenden Themen bzw. Experimente für 2002/03
2. Einbindung der Informatik
3. Einbindung der Mathematik

Im Schuljahr 2002/03 wird als Konsequenz der Befragung ein anderer Kollege Informatik unterrichten (Wie wurde mit der Kritik an der Kollegin umgegangen? Wie hat die Kollegin darauf reagiert?) In einem Gespräch mit diesem Kollegen wurden bereits mögliche Inhalte besprochen. Ein konkretes Projekt wird die Präsentation des Gegenstandes NAWI PRAKT auf der homepage²³ unserer Schule und im Schulhaus (z.B. am Tag der offenen Tür, Fotogalerie) sein.

Die Zeiträume, in denen im Mathematikunterricht Themen behandelt werden, die für die Auswertung der Experimente notwendig sind, müssen mit der zeitlichen Planung der Experimente abgestimmt werden. Damit ist fächerübergreifender Unterricht möglich und sinnvoll.

²³ <http://www.brghamerling.eduhi.at>

5. AUSBLICK

Die unmittelbar nächsten Schritte unserer Arbeit an der Naturwissenschaftlichen Oberstufe sind:

1. Abschlussbesprechungen der Teams NAWI EXP und NAWI PRAKT
2. Besprechung zur Planung des Durchführungsmodus der schriftlichen und mündlichen Reifeprüfung im NAWI SCHW

Die Mitarbeit bei IMST²/S2 wird auch im kommenden Schuljahr 2002/03 fortgesetzt. Im Juni 2003 wird wieder ein Bericht erscheinen, der unsere Arbeit und den Prozess der schulautonomen Entwicklung eines neuen Modells für eine Oberstufe mit Naturwissenschaftlichem Schwerpunkt dokumentiert.

6. ANHANG

Beilage 1 FRAGEBOGEN Schüler/innenbefragung NAWI EXP

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Wir, die Professorinnen und Professoren des Faches „Naturwissenschaftliche Experimente“, ersuchen dich um deine Mitarbeit! Wir möchten die „Naturwissenschaftlichen Experimente“ hinsichtlich Effizienz, Organisation und fachlicher Inhalte hinterfragen. Der Fragebogen ist anonym. Wir ersuchen dich lediglich, deine Klasse anzugeben. Die Daten werden nicht weitergegeben.

Angaben zur Person: Ich besuche die _____ Klasse. Ich bin weiblich männlich

Kreuze jeweils an, wie weit du der jeweiligen Aussage / Frage zustimmst.

1. Die Auswahl der Experimente war für mich interessant.

Zutreffen in BU:	<input type="checkbox"/> ja, sicher	<input type="checkbox"/> eigentlich ja	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> nein, gar nicht
Zutreffen in CH:	<input type="checkbox"/> ja, sicher	<input type="checkbox"/> eigentlich ja	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> nein, gar nicht
Zutreffen in PH:	<input type="checkbox"/> ja, sicher	<input type="checkbox"/> eigentlich ja	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> nein, gar nicht

2. Ich weiß jetzt über die Arbeitsweise in der Biologie / Chemie / Physik besser Bescheid.

Zutreffen in BU:	<input type="checkbox"/> ja, sicher	<input type="checkbox"/> eigentlich ja	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> nein, gar nicht
Zutreffen in CH:	<input type="checkbox"/> ja, sicher	<input type="checkbox"/> eigentlich ja	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> nein, gar nicht
Zutreffen in PH:	<input type="checkbox"/> ja, sicher	<input type="checkbox"/> eigentlich ja	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> nein, gar nicht

3. Könntest du jetzt noch mittels Titration die Wasserhärte bestimmen?

ja, leicht ja, wahrscheinlich nur mit Hilfe nein

4. Könntest du jetzt noch mit dem Messgerät (Multimeter) die Spannung oder die Stromstärke messen?

ja, leicht ja, wahrscheinlich nur mit Hilfe nein

5. Könntest du jetzt noch ein Schnittpräparat anfertigen und es mikroskopieren?

ja, leicht ja, wahrscheinlich nur mit Hilfe nein

6. Welche Arbeitsweise (Einzelarbeit / Partnerarbeit / Gruppenarbeit) wäre dir am liebsten gewesen?

Antwort für BU: _____, für CH: _____, für PH: _____

7. Die Arbeitsweise bei den Experimenten (Einzelarbeit / Partnerarbeit / Gruppenarbeit) hat für mich große Bedeutung.

stimmt sicher stimmt ja, eher schon nein

8. Die Versuchsanleitungen waren verständlich und klar.

Zutreffen in BU:	<input type="checkbox"/> ja, immer	<input type="checkbox"/> meistens	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> nie
Zutreffen in CH:	<input type="checkbox"/> ja, immer	<input type="checkbox"/> meistens	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> nie
Zutreffen in PH:	<input type="checkbox"/> ja, immer	<input type="checkbox"/> meistens	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> nie

9. Ich möchte mehr Informationen über den neuen Naturwissenschaftlichen Schwerpunkt der Hamerlingschule. (Mehrfach ankreuzen ist hier möglich!)

nein ja (allgemein) ja, in BU ja, in CH ja, in PH

Wenn ja, welche?.

10. Ich habe mit meinen Eltern, Freunden, Geschwistern, über „Experimente“ gesprochen.

ja, oft ja, manchmal selten nie

11. Würdest du deinem Freund / deiner Freundin empfehlen, den Zweig mit den Naturwissenschaftlichen Experimenten zu wählen?

ja nein

Das würde ich als Grund angeben:

12. Was veranlasste dich bei den Naturwissenschaftlichen Experimenten, dass du dich angestrengt hast?

13. Was veranlasste dich bei den Naturwissenschaftlichen Experimenten, dass du dich nicht oder wenig angestrengt hast?

14. Nenne bitte drei Merkmale für die Arbeit in den Naturwissenschaftlichen Experimenten, dass sie motivierend sind? (Reihenfolge der Nennung unerheblich)

A:

B:

C:

15. Inwieweit trafen diese Merkmale in den einzelnen Kursen zu?

Merkmal A:	Zutreffen in BU:	<input type="radio"/> ja, immer	<input type="radio"/> meistens	<input type="radio"/> eher nicht	<input type="radio"/> nie
	Zutreffen in CH:	<input type="radio"/> ja, immer	<input type="radio"/> meistens	<input type="radio"/> eher nicht	<input type="radio"/> nie
	Zutreffen in PH:	<input type="radio"/> ja, immer	<input type="radio"/> meistens	<input type="radio"/> eher nicht	<input type="radio"/> nie
Merkmal B:	Zutreffen in BU:	<input type="radio"/> ja, immer	<input type="radio"/> meistens	<input type="radio"/> eher nicht	<input type="radio"/> nie
	Zutreffen in CH:	<input type="radio"/> ja, immer	<input type="radio"/> meistens	<input type="radio"/> eher nicht	<input type="radio"/> nie
	Zutreffen in PH:	<input type="radio"/> ja, immer	<input type="radio"/> meistens	<input type="radio"/> eher nicht	<input type="radio"/> nie
Merkmal C:	Zutreffen in BU:	<input type="radio"/> ja, immer	<input type="radio"/> meistens	<input type="radio"/> eher nicht	<input type="radio"/> nie
	Zutreffen in CH:	<input type="radio"/> ja, immer	<input type="radio"/> meistens	<input type="radio"/> eher nicht	<input type="radio"/> nie
	Zutreffen in PH:	<input type="radio"/> ja, immer	<input type="radio"/> meistens	<input type="radio"/> eher nicht	<input type="radio"/> nie

16. Bitte vervollständige den Satz, wenn er zutrifft!

Ich finde das Unterrichtsfach BU schwierig, weil

Ich finde das Unterrichtsfach CH schwierig, weil

Ich finde das Unterrichtsfach PH schwierig, weil

17. Übrigens möchte ich noch sagen

Ev. Rückseite verwenden!

DANKE für deine Mitarbeit!

Beilage 2 Schülerbefragung NAWI PRAKT

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Wir, die Professorinnen und Professoren des Faches „Naturwissenschaftliches Praktikum“, ersuchen dich auch heuer wieder um deine Mitarbeit! Wir möchten das Praktikum hinsichtlich **Inhalt, Organisation und fachlicher Kompetenz** hinterfragen. Diese Befragung ist anonym. Wir ersuchen dich nur, deine Klasse anzugeben. Die Daten werden nicht weitergegeben.

Angaben zur Person: Ich besuche die _____ Klasse und bin o weiblich o männlich.

Formuliere bitte in Sätzen oder mit Stichwörtern zu den angeführten Gegenstände jeweils drei positive und drei negative Anmerkungen:

Gegenstand	positive Anmerkung	negative Anmerkung
BIOLOGIE	1.	1.
	2.	2.
	3.	3.
CHEMIE	1.	1.
	2.	2.
	3.	3.
PHYSIK	1.	1.
	2.	2.
	3.	3.
INFORMATIK	1.	1.
	2.	2.
	3.	3.

DANKE für deine MITARBEIT!

Das Team von NAWI PRAKT

Beilage 3 ZEITPLAN NAWI EXP

NATURWISSENSCHAFTLICHE EXPERIMENTE CHEMIE 5.A (2001/02)

GRUPPENEINTEILUNG

Gruppe I

Bauer Karin
 Bihorac Azra
 Dizdarevic Admiria
 Dizdarevic Sinan
 Grabmair Christian
 Grafenberger Wilfried
 Ha Tuan Trieu

Gruppe II

Hackl Stefan
 Hartl Kerstin
 Heitzinger Thomas
 Horsa Gergö
 Kiesenhofer Clemens
 Lazelsberger Simone
 Leinhart Christoph
 Mabrouk Diana

Gruppe III

Rechberger Patrick
 Reichelt Wieland
 Reiter Christian
 Schabetsberger Thomas
 Sinn Angelika
 Stoiber Barbara
 Wilk Stefan
 Winter Georg

ZEITPLAN für das Schuljahr 2001/02

Woche	von - bis	BU	Ph	Ch	Bemerkung
1	10.09.01 – 14.09.01	kein Unterricht			Schulbeginn
2	17.09.01 – 21.09.01	Unterricht Plenum			Besprechung, Gruppeneinteilung
3	24.09.01 – 28.09.01	I	II	III	
4	01.10.01 – 05.10.01	III	I	II	
5	08.10.01 – 12.10.01	II	III	I	
6	15.10.01 – 19.10.01	I	II	III	
7	22.10.01 – 26.10.01	III	I	II	
8	29.10.01 – 02.11.01	kein Unterricht			schulautonom unterrichtsfrei
9	05.11.01 – 09.11.01	II	III	I	
10	12.11.01 – 16.11.01	I	II	III	
11	19.11.01 – 23.11.01	III	I	II	
12	26.11.01 – 30.11.01	II	III	I	
13	03.12.01 – 07.12.01	I	II	III	
14	10.12.01 – 14.12.01	III	I	II	
15	17.12.01 – 21.12.01	II	III	I	
16	24.12.01 – 28.12.01	kein Unterricht			Weihnachtsferien
17	31.12.01 – 04.01.02	kein Unterricht			Weihnachtsferien
18	07.01.02 – 11.01.02	I	II	III	
19	14.01.02 – 18.01.02	III	I	II	
20	21.01.02 – 25.01.02	II	III	I	
21	28.01.02 – 01.02.02	I	II	III	
22	04.02.02 – 08.02.02	III	I	II	
23	11.02.02 – 15.02.02	II	III	I	

Beilage 4 ZEITPLAN NAWI PRAKT (Auszug)

NATURWISSENSCHAFTLICHES PRAKTIKUM CHEMIE 6.A/B (2001/02)

ZEITPLAN für das Schuljahr 2001/02

Woche	von - bis	GEGENSTAND				Bemerkung
		Ch	BU	Ph	INF	
1	10.09.01 – 14.09.01	Unterricht Plenum				Besprechung, Gruppeneinteilung
2	17.09.01 – 21.09.01	I	II	III	IV	
3	24.09.01 – 28.09.01	I	II	III	IV	Gr.I Prof. Leutgöb (Ch)
4	01.10.01 – 05.10.01	IV	I	II	III	
5	08.10.01 – 12.10.01	IV	I	II	III	
6	15.10.01 – 19.10.01	III	IV	I	II	
7	22.10.01 – 26.10.01	kein Unterricht				schulautonom unterrichtsfrei
8	29.10.01 – 02.11.01	kein Unterricht				schulautonom unterrichtsfrei
9	05.11.01 – 09.11.01	III	IV	I	II	
10	12.11.01 – 16.11.01	II	III	IV	I	
11	19.11.01 – 23.11.01	II	III	IV	I	
12	26.11.01 – 30.11.01	I	II	III	IV	
13	03.12.01 – 07.12.01	I	II	III	IV	
14	10.12.01 – 14.12.01	IV	I	II	III	
15	17.12.01 – 21.12.01	IV	I	II	III	
16	24.12.01 – 28.12.01	kein Unterricht				Weihnachtsferien
17	31.12.01 – 04.01.02	kein Unterricht				Weihnachtsferien
18	07.01.02 – 11.01.02	III	IV	I	II	Tag der offenen Tür
19	14.01.02 – 18.01.02	III	IV	I	II	
20	21.01.02 – 25.01.02	II	III	IV	I	
21	28.01.02 – 01.02.02	II	III	IV	I	
22	04.02.02 – 08.02.02	I	II	III	IV	
23	11.02.02 – 15.02.02	I	II	III	IV	
24	18.02.02 – 22.02.02	kein Unterricht				Semesterferien
25	25.02.02 – 01.03.02	IV	I	II	III	
26	04.03.02 – 08.03.02	IV	I	II	III	

Beilage 5 INFORMATION NAWI PRAKT über NAWI OBERSTUFE

Besprechung NAWI SCHWERPUNKTFACH (NAWI SCHW)

Datum: Freitag, 18.01.2002

Zeit: 09.50 – 10.40 Plenum
10.55 – 11.45 Plenum oder evtl. Aufteilung in Sonderräume (Fachschaften)

Anwesende:

Klassen	6.AN, 6.BN (insgesamt 25 Schüler/innen)
Biologie	Mag. Monika Schönbeck
Chemie	Mag. Franz Weigl
Informatik	Mag. Eva Leckel (erkrankt)
Physik	Mag. Engelbert Stütz

Besprechungsinhalt

Allgemeine Informationen zum SCHWERPUNKTFACH

Gesamte Klasse hat jeweils 2 *Wochenstunden* BU, Ch und Ph ... *Vorlesung*
Schüler/innen wählen individuell 2 *WochStd SCHWERPUNKT* ... *Praktikum*

Wahl für 7. und 8. Klasse verbindlich!

BU Mag. Schönbeck (?)
Ch Mag. Weigl
Ph Mag.

Änderungen vorbehalten!

Im SCHWPKT sind *Schularbeiten* zu absolvieren

7. Klasse	2 Stunden pro Semester (2 x 1std oder 1 x 2std)
8. Klasse	1. Semester: 2 std. 2. Semester: 3 std.

Im SCHWPKT kann *schriftlich maturiert* werden.

ORGANISATORISCHES

Wahlmöglichkeiten der Wahlpflichtstunden eingeschränkt → 6 *STUNDEN*

Hinweise: - Wahl einer Sprache → RP: SCHWPKT / fü / FBA
- jede andere Wahl → RP: v WPF / fü / FBA

Gruppengröße *min.7 Schüler/innen, max.11 Schüler/innen*

INHALT

Eigenständige Arbeiten, die nicht unbedingt auf dem Inhalt der Vorlesung aufbauen, unabhängig ob Schüler/innen aus 7.AN oder 7.BN
evtl. Erarbeiten theoretischer Inhalte im SCHWPKT

„Schularbeiten ... in Chemie **können** ... *praktische Aufgabenstellungen* beinhalten.“

Grundlage für Schularbeiten: *Aufgabenstellung* muss **überwiegend** aus *SCHWPKT* sein, kann jedoch Vorlesung miteinbeziehen

Grundlage für Matura: Kernstoff aus der *Vorlesung* der *gesamten Oberstufe* und Erweiterungsstoff aus *SCHWPKT*

Beilage 6 PROTOKOLL zum PÄDAGOGISCHEN TAG

NAWI – UNTER / OBERSTUFE-Ergebnisse aus der Besprechung am Schulentwicklungstag

Gruppenleiter: Franz Weigl

Gruppenteilnehmer:	Antretter Daniela Brandl Karin Kiener Andreas Leckel Eva	Leutgöb Franz Matty Josef Maurer Michael Nöbauer Doris	Schönbeck Monika Stütz Engelbert Sulzbacher Josef Weigl Franz
--------------------	---	---	--

Besprechungsinhalt: 1. Unterstufe
2. Oberstufe

ad 1) UNTERSTUFE

Die Vorbereitung unserer Schüler auf NAWI OBERSTUFE muss in der Unterstufe erfolgen.
Möglichkeiten dafür wären:

i) Motivation über Freifächer

ii) Definition von „Produkten“ (z.B. Projekten) in naturwissenschaftlichen und/oder fächerübergreifenden Gegenständen (z.B. Werken) zwecks besserer Präsenz bei Eltern, Schülern und in der Öffentlichkeit

iii) Schulautonomer Schwerpunkt mit eigenem Lehrplan und Trägerfächern
Bedenklich erschien Möglichkeit iii), wegen zu vieler verschiedener Zweige in der Unterstufe; naturwissenschaftliche Initiativen sollen alle Klassen (außer MKK) betreffen.

iv) Vorträge durch externe Referenten aus der Wirtschaft, aus Fachhochschulen und ehemalige Absolventen, um über die Notwendigkeit der (naturwissenschaftlichen) Allgemeinbildung zu informieren, und zwar aus „dem wirklichen Leben“. (Hr. Matty)

ad 2) OBERSTUFE

Strukturelle Änderung des Modells NAWI OBERSTUFE dzt. nicht vorgesehen, sondern Diskussion der INHALTE (→ SCHILF lt. Ankündigung)!

Installation von Gegenständen wie „Kommunikationstraining“ oder „Präsentationstechnik“ sinnvoll bzw. notwendig

Durchführungsmodus der Reifeprüfung:

Grundsätzlich keine Änderung der gültigen Durchführungsbestimmungen!

Mündliche Reifeprüfung: wie bisher Reifeprüfung im WPF

Schriftliche Reifeprüfung: Kustoden BU und PH werden in Fachschaften darüber diskutieren; CH als „Neueinsteiger“ erfordert noch Zusatzinformationen seitens Behörde

Evaluierung NAWI EXP und NAWI PRAKT wie im Vorjahr

Linz, am 07.05.2002

Franz Weigl

Beilage 7 SCREEN-SHOTS zu TI-89/92

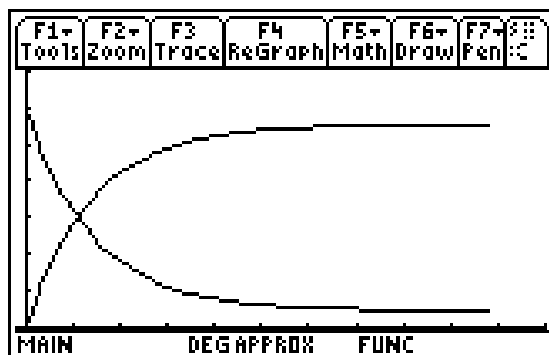
Wertetabelle: c1 ... „Anzahl der erledigten Reaktionsschritte“
c2 ... „Anzahl der Eduktteilchen“
c3 ... „Anzahl der Produktteilchen“

Zur Kontrolle der Berechnung muss gelten: Die Summe der Werte aus c2 und c3 zu einem bestimmten Zeitpunkt c1 muss z.B. hier 40 sein. Denn bekanntlich gilt für eine chemische Reaktion das Massenerhaltungsgesetz bzw. ist die Anzahl der beteiligten Atome vor und nach der Reaktion gleich.

F1 Tools	F2 Plot Setup	F3 Cell	F4 Header	F5 Calc	F6 Util	F7 Stat
DATA						
	c1	c2	c3			
1	0.	40.	0.			
2	1.	35.1	4.9			
3	2.	30.849	9.1508			
4	3.	27.162	12.838			
c3=prod						
MAIN DEG APPROX FUNC						

Graphische Darstellung:

Kurvenverlauf zeigt sowohl die Abnahme der Eduktteilchen als auch die Zunahme der Produktteilchen, wobei nach einer gewissen Zeit die Teilchenzahl der Edukte und Produkte annähernd gleich bleibt. Dann befindet sich die Reaktion im Gleichgewicht.



Beilage 8 Programmlisting der Simulation

```
: glgw( )
: Prgm
: ClrIO
: ClrTable           Löschen der Tabelle "glgwplot"
: DelVar eduk       Löschen der Liste Eduktwerte
: DelVar prod       Löschen der Liste Produktwerte
: request „volumen edukte =“,ve   Definition Ausgangsvolumen der Edukte
: expr(ve) → ve
: request „volumen produkte =“,vp   Definition Ausgangsvolumen der Produkte
: expr(vp) → vp
: request „radius mess =“,r         Eingabe Radius des Messzylinders
: expr(r) → r
: request „radius hinreaktion =“,rh   Eingabe Radius Glasröhrchen Hinreaktion
: expr(rh) → rh
: request „radius rueck =“,rr        Eingabe Radius Glasröhrchen Rückreaktion
: expr(rr) → rr
: request „anzahl schritte =“,n      Anzahl der simulierten Reaktionsschritte
: expr(n) → n
: For i,1,n,1                    Beginn der Simulation der Reaktionsschritte
: {ve,vp} → zwvert              aktuelle Volumina in Liste ZWischenVERteilung
: Disp zwvert                    Liste aktuelle Volumina wird im Display gezeigt
: zwvert[1] → eduk[i]           erste Eintragung der Liste zwvert wird an i-te Stelle einer definierten Liste für Eduktvolumina eingetragen
: zwvert[2] → prod[i]           zweite Eintragung der Liste zwvert wird an i-te Stelle einer definierten Liste für Produktvolumina eingetragen
: 3*ve/(r^2*π) → he             Eingabe Formel für Berechnung von he
: 3*vp/(r^2*π) → hp             Eingabe Formel für Berechnung von hp
: rh^2*π*he/3 → vh              Eingabe Formel für Berechnung von vh
: rr^2*π*hp/3 → vr              Eingabe Formel für Berechnung von vr
: ve – vh + vr → ve             Berechnung Eduktvolumen neu→Wertübernahme
: vp – vr + vh → vp             Berechnung Produktvolumen neu→Wertübernahme
: EndFor
: EndPrgm
```