



IMST – Innovationen machen Schulen Top

Kompetenzen im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht

VOM KOCHREZEPT ZUR KOMPETENZ

ID 374

Mag. Christof Trimmel

**Mag. Gerhard Kern, Mag. Grete Patzelt, Mag. Dietmar Kirisits, Mag. Verena Reichenpfader, Mag.
Eva Zvonarits, Mag. Claudia Wagner**

BG/BRG/BORG Eisenstadt

Eisenstadt, Mai 2011

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
1 AUSGANGSSITUATION.....	4
1.1 Rückblick.....	4
1.2 Was ist NAWI?	5
1.3 Wie kam es zu diesem Projekt?	6
2 ZIELE, THEMENSTELLUNG, KONZEPT	7
2.1 Kompetenzen und Kompetenzmodelle	7
2.2 Wunsch und Wirklichkeit.....	7
2.3 Ziele	7
3 PROJEKTVERLAUF.....	9
3.1 Allgemeine Beschreibung	9
3.2 Projektverlauf – Biologie-Teil	9
3.2.1 Erstellung der Aufgaben.....	9
3.2.2 Die Unterrichtseinheit.....	9
3.2.3 Auswertung	10
3.3 Projektverlauf – Chemie-Teil	11
3.3.1 Erstellung der Aufgaben.....	11
3.3.2 Die Unterrichtseinheit.....	14
4 ERGEBNISSE (DATENMATERIAL)	16
4.1 Biologie	16
4.1.1 1. Aufgabe	16
4.1.2 2. Aufgabe	16
4.1.3 3. Aufgabe	17
4.1.4 4. Aufgabe	18
4.1.5 Diskussion der Leistungen der SchülerInnen	19
4.1.6 Fragebogen	20
4.1.7 Diskussion der Ergebnisse des Fragebogens	23
4.2 Chemie.....	24
4.2.1 Handlungskompetenzen im Unterricht.....	24
4.2.2 Handlungskompetenzen am Ende des Schuljahres.....	31
5 REFLEXION	33
6 RESÜMEE UND AUSBLICK	35
7 LITERATUR	36

ABSTRACT

Im achten Jahr nach der Einführung des schulautonomen Faches „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ (NAWI) wurde versucht, den Unterricht auf ein derzeit in Entwicklung befindliches Kompetenzmodell für Naturwissenschaften achte Schulstufe hin auszurichten. Konkret wurden die Anleitungen zum Thema Luft zunächst daraufhin untersucht, welche Kompetenzen des Modells mit den Aufgaben bereits angesprochen werden. Danach wurden Teile der Anleitung erweitert, um zusätzliche Kompetenzen, die bis dato nur eine geringe Rolle spielten, zu fördern. Wie die SchülerInnen mit den neuen Aufgaben zurechtkommen und welche Kompetenzen sie zeigen, wurde durch Analyse ihrer Protokolle sowie Ton- und Videoaufnahmen untersucht. Die Ergebnisse liefern Hinweise für eine weitere Verbesserung der Anleitungen und für die Passung von Kompetenzmodell und Unterrichtswirklichkeit sowohl bei Erarbeitungs- als auch bei Überprüfungsaufgaben. Des Weiteren werden durch die vorliegend dokumentierte Arbeit weitere Fragen zur Verbesserung und Beforschung von NAWI und des Kompetenzmodells aufgeworfen.

Schulstufe: 8
Fächer: NAWI, BU, CH
Kontaktperson: Mag. Christof Trimmel
Kontaktadresse: BG/BRG/BORG Eisenstadt, Kurzwiese, 7000 Eisenstadt

1 AUSGANGSSITUATION

1.1 Rückblick

Die größte und zweitälteste Schule des Burgenlandes sah sich im Schuljahr 2000/2001 mit sinkenden SchülerInnenzahlen in der Oberstufe konfrontiert. Das hatte neben niedrigen Geburtenraten vor allem mit einer Vielzahl an weiterbildenden Schulen in Eisenstadt zu tun, in die ein Großteil der SchülerInnen, die das RG in der Unterstufe besucht hatten, wechselte. Um den generellen Schülerschwund zu stoppen, wurde - beginnend mit dem Schuljahr 2001/2002 als Schulversuch - ein Realgymnasium mit Informatik eingeführt, das zwar mehr SchülerInnen an der Schule hielt, jedoch von den potentiellen Realgymnasiasten noch einige abzog.

Daher begann schon im Herbst 2001, aus dieser Notsituation heraus, eine Kooperation des BG/BRG/BORG Eisenstadt mit IMST²/S2.

Das Ziel des ersten Arbeitsjahres mit IMST - Unterstützung sollte es sein, die Attraktivität des RG zu steigern, um wieder mehr SchülerInnen für diesen Zweig begeistern zu können (siehe: Bauer et al., 2002).

Die in diesem ersten Jahr erarbeiteten Projekte sind im darauf folgenden Kooperationsjahr mit IMST²/S2 umgesetzt und dokumentiert worden (siehe: Kaiser et al., 2003). Sie alle, aber vor allem die Unverbindliche Übung „NAWI“, in der wir die naturwissenschaftlichen Fächer kombinierten, zeigten, dass besonders die praktische Tätigkeit und das Experimentieren bei den SchülerInnen gut ankamen. Vor allem die Rückmeldungen für Chemie und Biologie fielen sehr positiv aus.

Daher beschlossen wir, in den vierten Klassen des Realgymnasiums „NAWI“ als schulautonomes, die Fächer Biologie und Chemie integrierendes und praxisorientiertes Pflichtfach mit neuem Lehrplan einzuführen.

Der Unterricht im darauf folgenden Schuljahr 2003/2004 startete also in eine neue Ära am BRG Eisenstadt. Wiederum begleitet vom IMST²-Team arbeiteten wir nun ausschließlich und sehr konzentriert an dieser neuen Herausforderung (siehe: Kaiser et al., 2004). Insgesamt wurde die Einführung damals von allen Beteiligten (SchülerInnen, Eltern, Schule und LehrerInnen) als Erfolg bewertet, woran sich bis heute nichts geändert hat.

Parallel dazu wurde NAWI ab der 5. Klasse im Realgymnasium vorbereitet und die bis dahin schon zwei Mal durchgeführte naturwissenschaftliche Projektwoche in der 6. Klasse des RG in den Lehrplan aufgenommen.

Das vorrangige Ziel, das RG in der Oberstufe attraktiver zu gestalten, konnte nun in Angriff genommen werden. Es wurden neue Fächerkombinationen, neue Studentafeln, neue Lehrpläne und ein neues Maturafach konzipiert. 2010 fand auch die erste Matura in NAWI statt. Tabelle 1 gibt einen Gesamtüberblick über NAWI von der vierten bis zur achten Klasse, Tabelle 2 einen chronologischen Ablauf der Schulentwicklung am BG/BRG/BORG Eisenstadt.

4.Klasse RG	5.Klasse RG	6. Klasse RG	7.Klasse RG	8.Klasse RG
Biuk / Ch	Biuk / Ph	Projektwoche	Biuk - Ch	Ph - M

Tab. 1: Fächerkombinationen und Aktivitäten NAWI

Schuljahr	Ereignisse	dokumentiert in
2001/2002	Theoriearbeit Einführung des RGI	Bauer et al., 2002 Festschrift 80 Jahre BG/BRG/BORG Ei-

		senstadt, Seite 38
2002/2003	Einzelprojekte, NAWI als unverbindliche Übung	Kaiser et al., 2003
2003/2004	Einführung von NAWI als Pflichtfach in der 4. Klasse des Realgymnasiums	Kaiser et al., 2004
2004/2005	Einführung von NAWI in der 5. Klasse	Patzelt, Fraller, 2005
2005/2006	Einführung des Oberstufenrealgymnasiums mit Schwerpunkt Sport und des Oberstufenrealgymnasiums mit musisch-kreativem Schwerpunkt	
2006/2007	Einführung von NAWI 7. Klasse	
2007/2008	Einführung von NAWI 8. Klasse	
2010	Erstmals NAWI-Maturanten	

Tab. 2: Chronologischer Ablauf wichtiger Elemente der Schulentwicklung am BG/BRG/BORG Eisenstadt

Es soll an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, dass mit der Einführung zusätzlicher Oberstufenzweige zeitlich parallel zur Entwicklung von NAWI eine gewisse interne Konkurrenz um SchülerInnen begonnen hat. Obwohl insgesamt mehr SchülerInnen in die Oberstufe weitergehen als vor Einführung zusätzlicher Angebote, sind die Anmeldezahlen für das RG - mit einigen wohltuenden Ausreißern nach oben - weiterhin niedrig. Es werden also auch in Hinkunft weitere Anstrengungen unternommen werden müssen, um das RG am Standort Eisenstadt zu erhalten.

1.2 Was ist NAWI?

„NAWI“ steht für „naturwissenschaftliches Arbeiten“ und ist nach folgenden Richtlinien konzipiert:

Der Unterricht findet in den Fachsälen für Biologie, Chemie und Physik statt. Um das praktische Arbeiten zu ermöglichen, werden große Klassen geteilt. Während die eine Klassenhälfte NAWI-Unterricht beispielsweise im Chemiesaal erhält, wird die zweite Hälfte im Biologiesaal unterrichtet. Im Idealfall wird dabei dasselbe Thema aus biologischer bzw. chemischer Sicht beleuchtet. In der darauffolgenden Woche wird gewechselt. Die beiden LehrerInnen unterrichten in der Klasse auch Chemie bzw. Biologie.

Die SchülerInnen beschäftigen sich im überwiegenden Teil der Zeit mit praktischen Übungen und Experimenten. In einer kurzen Einführungsphase zu Beginn der Doppelstunde wird die Arbeit vorgestellt, die SchülerInnen arbeiten in 2-er oder 3-er Teams an eigenen Arbeitsplätzen oder im Stationenbetrieb. Über die jeweilige Einheit muss innerhalb einer Woche ein Protokoll verfasst und abgegeben werden; dieses ist die Grundlage für eine in der darauffolgenden Woche stattfindende Lernzielkontrolle.

Für NAWI wurden je eine Biologie- und eine Chemiestunde der vierten Klasse schulautonom umgewidmet. Aufgrund dessen mussten auch die Lehrpläne geändert und einer für NAWI neu geschrieben werden. NAWI ist nicht Werteinheiten-neutral, jede NAWI-Klasse kostet zusätzlich zwei Werteinheiten.

Die Noten werden von den beiden beteiligten LehrerInnen gemeinsam gegeben, sie werden nach einem 3-Säulen-Modell ermittelt mit Beurteilung des praktischen Arbeitens, der Protokolle und der Lernzielkontrollen. (Weitere Informationen zu NAWI sind auf <http://www.gymnasium-eisenstadt.at/> unter > Präsentation - Fächer > NAWI zu finden.)

1.3 Wie kam es zu diesem Projekt?

Ein Beweggrund war unsere Unzufriedenheit mit der Tatsache, dass unsere bisherigen Aufgabenstellungen in NAWI hauptsächlich rezeptartige Anleitungen enthielten, die kleinschrittig beschrieben, wie man zu einer Lösung kommt. Dass derartige Lernumgebungen nur bedingt effizient sind, wird seit Jahrzehnten beschrieben und beklagt (siehe etwa Lunetta et al., 2007). Als Orientierungshilfe für eine Öffnung der Aufgaben bot sich das Kompetenzmodell für Bildungsstandards in den Naturwissenschaften am Ende der achten Schulstufe an, an dessen Erarbeitung einer aus unserer Gruppe maßgeblich beteiligt ist. Die neuen Aufgabenstellungen sollten die SchülerInnen vermehrt ermutigen, selber Lösungen zu finden.

2 ZIELE, THEMENSTELLUNG, KONZEPT

2.1 Kompetenzen und Kompetenzmodelle

Wenn in diesem Text von Kompetenz die Rede ist, so ist der im BGBl. II Nr. 1 vom 2. 1. 2009 unter § 2 definierte Begriff gemeint. Demnach versteht man unter

„Kompetenzen“ längerfristig verfügbare kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die von Lernenden entwickelt werden und die sie befähigen, Aufgaben in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsbewusst zu lösen und die damit verbundene motivationale und soziale Bereitschaft zu zeigen;

Das Kompetenzmodell, das dieser Arbeit zu Grunde gelegt wurde, ist das noch in Entwicklung befindliche der Bildungsstandards Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe (Stand Juli 2010).

Dieses Modell sieht eine Handlungsdimension, eine Anforderungsdimension und eine inhaltliche Dimension vor. Handlungs- und Anforderungsdimension sind für die drei naturwissenschaftlichen Fächer gleich, die Inhaltsdimension ist naturgemäß fachspezifisch. Die Handlungsdimension wird in der verwendeten Version in die drei Bereiche

- H1 Beobachten, Erfassen, Beschreiben
- H2 Untersuchen, Bearbeiten, Interpretieren
- H3 Bewerten, Entscheiden, Handeln

unterteilt. In jedem Kompetenzbereich beschreiben vier so genannte Deskriptoren, was SchülerInnen können. So lautet beispielsweise im Bereich H2 der Deskriptor H 2.4: *Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen), interpretieren, erklären und kommunizieren.*

Als Beispiel für einen inhaltlichen Deskriptor sei genannt:

C 3.3 Ich kann chemische Vorgänge in Form einer Reaktionsgleichung darstellen.

Auf die Anforderungsdimension sei hier nicht eingegangen, weil diese in der Standards-Entwicklergruppe noch diskutiert wird.

2.2 Wunsch und Wirklichkeit

Laut NAWI-Lehrplan sollen SchülerInnen selbstständig arbeiten, Untersuchungen planen und durchführen und die Ergebnisse präsentieren. In der Praxis sind viele Anleitungen in NAWI sehr eng geführt und verlangen den SchülerInnen lediglich rezeptartiges Abarbeiten von Versuchsanleitungen ab. Um diesbezüglich die Situation zu verbessern, wurde versucht, Teile des Programms kompetenzorientiert umzugestalten. Das sollte sich auch im Projekttitle *Vom Kochrezept zur Kompetenz* widerspiegeln.

2.3 Ziele

Ziel des vorliegenden Projekts war es, einerseits das bestehende Programm daraufhin zu untersuchen, in welchem Ausmaß es bereits kompetenzorientiert ist, und andererseits Entwicklungshorizonte auszuloten, d.h. zu versuchen, Teilaufgaben so zu verändern, dass zusätzliche Kompetenzen, die bis jetzt keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielten, vermehrt ins Blickfeld kommen. Um das Projekt in überschaubarem Rahmen zu halten, wurde exemplarisch die Einheit *Luft* auf die eben beschriebene Weise bearbeitet. Im Biologieteil wurden drei Teilaufgaben verändert, im Chemieteil die ganze Einheit, die dadurch von ursprünglich einer Doppelstunde auf drei Doppelstunden aufgebläht wurde.

Als Ziele wurden verfolgt:

- Festzustellen, welche Kompetenzen (laut Modell) in den bisher verwendeten Anleitungen bereits angesprochen wurden
- Auffinden von Entwicklungshorizonten, d. h. der Frage nachzugehen, welche Teile der Anleitung wie abgeändert werden können, um zusätzliche Kompetenzen abzudecken
- Änderung der Arbeitsanleitungen zu einem Unterrichtsthema
- Durchführen und Dokumentieren des Unterrichts
- Analyse der Daten hinsichtlich der angestrebten Kompetenzen
- Überprüfen der Lernergebnisse

3 PROJEKTVERLAUF

3.1 Allgemeine Beschreibung

Im Schuljahr 2010/2011 gab es am BG/BRG/BORG Eisenstadt drei Realgymnasium-Klassen in der achten Schulstufe.

Summe	4 E	4 G	4 H
68 SchülerInnen	19 SchülerInnen	25 SchülerInnen	24 SchülerInnen
42 m, 26 f ¹	13 m, 6 f	13 m, 12 f	16 m, 8 f
	Gruppe A: 6 m, 3 f	Gruppe A: 7 m, 5 f	Gruppe A: 8 m, 4 f
	Gruppe B: 7 m, 3 f	Gruppe B: 6 m, 7 f	Gruppe B: 8 m, 4 f

Tab. 3: RG-Klassen und Verteilung der SchülerInnen auf die NAWI-Gruppen

3.2 Projektverlauf – Biologie-Teil

3.2.1 Erstellung der Aufgaben

Im Biologieteil des Faches NAWI haben wir das Thema „Luft im Stationenbetrieb“ gewählt. Von den aus dem Vorjahr vorhandenen Aufgaben wurden zwei ausgewählt und auf vorhandene Kompetenzen überprüft. In einem weiteren Schritt wurden sie um zusätzliche Aufgaben erweitert, mit denen noch mehr Kompetenzen angesprochen werden sollten. Die Aufgaben, ihre Überarbeitung und die zugehörigen Kompetenzen finden sich im Anhang.

3.2.2 Die Unterrichtseinheit

Die neuen Aufgabenstellungen wurden in fünf NAWI-Biologie Gruppen erprobt. Zunächst wird der Ablauf der Gruppe 4E/B dargestellt, anschließend wird die Dokumentation um die Beschreibung einiger Unterschiede im Ablauf der Unterrichtseinheit bei den NAWI-Gruppen der 4G ergänzt. Schließlich werden auch Ablauf und Ergebnisse in den Gruppen 4H/ und 4H/B beschrieben.

3.2.2.1 Gruppe 4E/B

Am 24. November 2010 wurde in der Klasse 4E NAWI Gruppe Biologie die Aufgabenstellungen präsentiert.

10 SchülerInnen (sieben männlich, drei weiblich) arbeiteten in Zweiergruppen an den Aufgaben. Von den 5 Gruppen wurden 4 mit Headsets ausgestattet, um ihre Gespräche während der Arbeit aufzuzeichnen. Ein Techniker war während der gesamten Einheit im Raum. Die Eltern wurden im Vorfeld informiert und hatten für dieses Projekt eine Einverständniserklärung abgegeben (siehe Anhang). Zusätzlich wurde die Arbeit mit zwei Kameras gefilmt. Damit wurde dem Wunsch von Studenten entsprochen, die an unserem Projekt interessiert waren. Eine Kamera war auf die Versuchsanordnung „Bestimmung der Atemkapazität“ gerichtet, die andere lieferte eine Totale.

Von den sechs gestellten Aufgaben wurde nur eine für die Überprüfung von Kompetenzen überarbeitet: „Bestimmung der Atemkapazität“.

¹ Die Nennung der Geschlechter lehnt sich an die englischen Bezeichnungen male/female an, weil die deutschen m/w leicht zu Verwechslungen führen könnten.

Die Schülergruppen bearbeiteten einem Stationenbetrieb entsprechend die Aufgaben nacheinander. 20 Minuten vor Unterrichtsende, bekamen die SchülerInnen den Auftrag, alle bestimmten Lungenkapazitäten von ihren MitschülerInnen zu ermitteln und in eine Tabelle einzutragen.

Anschließend sollten sie Überlegungen anstellen und zu Papier bringen, wovon das Atemvolumen abhängen könnte. Die schriftlichen Darstellungen wurden vom Lehrer eingesammelt und in der gesamten Gruppe diskutiert.

Danach sollten die SchülerInnen einen Versuch planen, um den Zusammenhang zwischen der Atemkapazität und einer gemeinsam gefundenen möglichen Einflussgröße zu überprüfen. Es sollte ein Versuch sein, der im Biologiesaal in kurzer Zeit durchführbar ist. Die Schüler einigten sich unter Anleitung des Lehrers darauf, die Abhängigkeit des maximalen Atemvolumens von der Körpergröße zu überprüfen. Die Bestimmung des Gewichts wurde mehrheitlich abgelehnt. Die Körpergröße jedes Teilnehmers wurde also unter Anleitung des Lehrers bestimmt und im Protokoll vermerkt.

Zuletzt sollten die SchülerInnen die Abhängigkeit ohne Hilfestellung des Lehrers im Unterricht in einem Diagramm darstellen und dieses am Ende der Unterrichtseinheit abgeben.

Zum Abschluss wurden die SchülerInnen mittels Fragebogen um ihre Einschätzung zu diesen Themen befragt. Die abgegebenen Aufzeichnungen wurden vom Lehrer für die Auswertung aufbewahrt.

3.2.2.2 Ergänzungen - Gruppen 4G/A & 4G/B

Die Versuche wurden mit beiden Gruppen der 4G-Klasse durchgeführt. Die Unterrichtseinheiten verliefen im Wesentlichen so wie eben beschrieben.

Die **Gruppe A** besteht aus 12 SchülerInnen (7m, 5f). Die Protokolle stehen zur Auswertung zur Verfügung, die SchülerInnen hatten jedoch zu Hause die Möglichkeit die Protokolle zu bearbeiten. Es wird deshalb nicht genau ersichtlich, ob sie wirklich in der Lage sind, das Diagramm selbstständig zu erarbeiten.

Gruppe B besteht aus 13 SchülerInnen (6m, 7f). Bei der Auswertung der Gruppe B stehen sowohl die Tonspuren, als auch die Protokolle zur Verfügung. Leider wurden von den SchülerInnen der Gruppe B die Auflistung ihrer Abhängigkeiten nicht gesammelt, sie werden aber in den Tonspuren ersichtlich.

Am Ende der Einheit wurde ein kurzer Fragebogen ausgeteilt. Dabei wurden die Schüler nach ihren Einschätzungen hinsichtlich Schwierigkeitsgrad, Attraktivität und Lernertrag der Aufgaben gefragt.

3.2.2.3 Ergänzungen - Gruppen 4H/A & 4H/B

Die Gruppe 4H/A besteht aus 10 SchülerInnen (6m, 4f), die Gruppe 4H/B aus 11 (5m, 6f). Die Versuche wurden in beiden Gruppen durchgeführt. Im Unterschied zu den beiden anderen Klassen wurde für die Darstellung der Abhängigkeit des maximalen Atemvolumens ein Koordinatensystem mit skaliertem zweiter Achse vorgegeben. Von dieser Klasse existieren keine Ton- oder Videoaufnahmen. Auch hier wurde am Ende der Einheit die Umfrage per Fragebogen durchgeführt.

3.2.3 Auswertung

Im Anschluss an die Unterrichtseinheiten wurden die Tonaufnahmen, Protokolle und anderen abgegebenen Unterlagen untersucht um zu sehen, ob es Hinweise darauf gibt, dass die angepeilten Kompetenzen bei den SchülerInnen vorhanden sind.

3.3 Projektverlauf – Chemie-Teil

3.3.1 Erstellung der Aufgaben

Der folgende Abschnitt zeigt exemplarisch anhand der ersten Aufgabe des Chemieteils, wie die ursprüngliche Aufgabe in Richtung vermehrter Kompetenzorientierung entwickelt wurde.

Name:	Datum:		
Partner:	Klasse/Gruppe:		
<p>Luft, Oxidation und Reduktion</p> <p>Bei allen Versuchen ist die Schutzbrille zu tragen!!!</p>			
<p>Versuch 1: Der Gasbrenner</p> <p>Drehen des schwarzen Knopfes gegen den Uhrzeigersinn öffnet das Ventil, durch Drehen im Uhrzeigersinn wird es geschlossen (siehe Aufschrift +/-). Ausströmendes Gas sofort entzünden, nicht unverbrannt in den Raum entweichen lassen! Mit der Messinghülse knapp über dem Ventil kann man die Luftzufuhr regeln. Man erhält eine blaue Flamme bei maximalem Luftzutritt (nichtleuchtende Flamme) und eine gelbe, wenn die Luftzufuhr gedrosselt ist (leuchtende Flamme). Noch ein Sicherheitstipp: Den Brenner immer senkrecht halten! Nicht kippen oder umlegen!</p>			H 2.3
<p>Um herauszufinden, was die Flamme zum Leuchten bringt, haltet die Außenfläche (nicht den Boden) eines Porzellantiegels in eine kleine leuchtende Flamme (Tiegelzange verwenden!)</p> <p>Was beobachtet ihr?</p> <p style="text-align: center;">.....</p>			H 1.1
<p>Haltet denselben Tiegel nun in die nichtleuchtende Flamme.</p> <p>Was beobachtet ihr jetzt?</p> <p style="text-align: center;">.....</p>			
<p>Was bringt die Flamme zum Leuchten?</p> <p style="text-align: center;">.....</p>			H 2.2
<p>Lies den Text über die Zusammensetzung der Luft und übertrage ihn in Dein Laborjournal!</p>			H 2.1

Abb. 1: Auszug aus der Anleitung zum Thema „Luft“, wie sie seit 2007 verwendet wurde.

Welche Kompetenzen werden durch diese Aufgabe angesprochen?²

- H 2.3 Ich kann zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren.
- H 1.1 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in der Natur, Umwelt und Technik beobachten, beschreiben und benennen und den Teilbereichen der Naturwissenschaften zuordnen.
- H 2.2 Ich kann zu Vorgängen und Erscheinungen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.
- H 2.1 Ich kann mit unterschiedlichen Medien aus unterschiedlichen Quellen fachspezifische Informationen beschaffen.

Erweiterungshorizont:

- H 2.4 Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen), interpretieren, erklären und kommunizieren.
- H 1.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, ...) darstellen und erläutern.
- C 1.4 Ich kann die Elementsymbole wichtiger Elemente und die Formeln wichtiger Substanzen angeben (Summen- und/oder Strukturformeln).

Neben den angeführten Erweiterungen wurde darauf geachtet, keine Informationen anzugeben, die die SchülerInnen auch selbst finden können. Die veränderte erste Aufgabe sieht nun so aus:

Name:	Datum:
Partner:	Klasse/Gruppe:
Luft, Verbrennung, Oxidation Bei allen Versuchen ist die Schutzbrille zu tragen!!!	
1) Der Gasbrenner Bedienungsanleitung: Drehen des schwarzen Knopfes gegen den Uhrzeigersinn öffnet das Ventil, durch Drehen im Uhrzeigersinn wird es geschlossen (siehe Aufschrift +/-). Ausströmendes Gas muss sofort entzündet werden, es darf nicht unverbrannt in den Raum entweichen! Der Brenner muss immer aufrecht stehen, er darf nicht gekippt oder umgelegt werden! Mit der Messinghülse knapp über dem Ventil kann man die Luftzufuhr regeln.	H 2.3
a) Beschreibt das Aussehen der Flamme, wenn - wenig Luft zugeführt wird	

² Die grauen Teile des Deskriptors werden nicht angesprochen.

<p>.....</p> <p>- viel Luft zugeführt wird</p> <p>.....</p> <p>Zeigt eure Beschreibung der Lehrperson, sie sagt euch dann die Fachbegriffe für die beiden Flammenarten.</p>	H 1.1
<p>b) Woraus besteht das Gas? Findet Namen und Formeln der Verbindungen heraus!</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Beschreibt genau, wo ihr die gesuchten Informationen gefunden habt!</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>c) Baut Modelle der Moleküle mit dem Molekülbaukasten!</p> <p>Fertigt Bilder der Modelle für das Protokoll an!</p>	<p>H 2.1</p> <p>H 2.1</p> <p>C 1.4</p> <p>H 2.4</p> <p>H 1.3</p>
<p>Als Teilaufgabe 2 wurde hier noch ein Versuch zum Verbrennen von Holzkohle und zum Nachweis von Kohlendioxid eingefügt (siehe Anhang). Diese Teilaufgabe war in der Version von 2007 noch nicht enthalten.</p>	
<p>3) Zusammensetzung der Luft</p> <p>Was enthält Luft außer Sauerstoff noch? Lest den Text über die Zusammensetzung der Luft und übertragt ihn in euer Laborjournal!</p> <p>Stellt diese Zusammensetzung im Protokoll graphisch dar!</p>	<p>H 2.1</p> <p>H 1.3</p>
<p>Als Teilaufgabe 4 folgt eine Untersuchung der Verbrennungsprodukte von Kerzenwachs. Diese Teilaufgabe war in der Version von 2007 noch nicht enthalten. Was die Flamme zum Leuchten bringt, wird in Teilaufgabe 5 eigens thematisiert.</p>	

<p>5) Was bringt die leuchtende Flamme zum Leuchten?</p> <p>Um herauszufinden, was die Brennerflamme zum Leuchten bringt, haltet die Außenfläche (nicht den Boden) eines Porzellantiegels in eine kleine leuchtende Flamme (Tiegelzange verwenden!)</p> <p>Was beobachtet ihr?</p> <p>.....</p>	<p>H 1.1</p>
<p>Haltet denselben Tiegel nun in die nichtleuchtende Flamme.</p> <p>Was beobachtet ihr jetzt?</p> <p>.....</p>	<p>H 1.1</p>
<p>Stellt eine Vermutung auf, welcher Stoff die Flamme zum Leuchten bringen könnte!</p> <p>.....</p>	<p>H 2.2</p>

Abb. 2: Die Überarbeitung der ersten Aufgabe (November 2010)

3.3.2 Die Unterrichtseinheit

Design der Untersuchung:

Nach Überarbeitung der Aufgaben wurden diese in allen sechs Gruppen am 17. 11. und am 24. 11. 2010 im Unterricht erprobt. Neben den nötigen Geräten standen eine Auswahl von Unterstufenlehrbüchern für Chemie und RÖMPPs Chemielexikon zur Verfügung (Aufgabe 1b). Die Zusammensetzung trockener Luft hing foliert an der Wand.

Die Protokolle wurden fotokopiert oder eingescannt, um sie auch nach der Bewertung und Rückgabe an die VerfasserInnen zu Analyse Zwecken verfügbar zu haben. Am 24. November wurde der Unterricht in der Gruppe 4H/B audio- und videographiert³. Dabei arbeiteten die SchülerInnen paarweise, um die Gespräche derjenigen, die ein Mikrofon umgehängt bekommen hatten (vier Paare, drei m/m, eines f/f), besser auswerten zu können. Zusätzlich wurden die SchülerInnen um eine Einschätzung der Unterrichtseinheit gebeten. Nach Rückgabe und Besprechung der Protokolle wurde ein Memory durchgeführt. Am Ende des Schuljahres wurden vier der sechs Gruppen (zwei waren aufgrund üblicher Schulschlussaktivitäten nicht mehr verfügbar) einem unangekündigten abschließenden Memory unterzogen.

Als Daten stehen zur Verfügung:

- 48 Schülerprotokolle
- Tonaufnahmen von 4 Schülerpaaren
- 43 Rückmeldebögen

³ Eine schriftliche Einverständniserklärung der Eltern wurde eingeholt (Beispiel siehe Anhang)

- 39 Memories
- 44 Abschlussmemories

4 ERGEBNISSE (DATENMATERIAL)

4.1 Biologie

Im Folgenden werden Aufgabenstellung, zugeordneter Deskriptor und erhobene Daten jeweils gemeinsam präsentiert. Es sei darauf hingewiesen, dass hier ganz „normaler“, alltäglicher Unterricht begleitend beforscht wurde. Dies bringt mit sich, dass mitunter bei manchen Gruppen aus der Situation heraus einige Dinge anders durchgeführt wurden als es vielleicht vorgesehen war. Dadurch liegen die Daten nicht für alle Gruppen einheitlich vor. Es folgt eine Darstellung der Ergebnisse bei den einzelnen Aufgaben. Zur besseren Nachvollziehbarkeit werden die Aufgaben (kursiv) und der jeweils zugeordnete Kompetenz-Deskriptor nochmals angeführt

4.1.1 1. Aufgabe

Fertige eine Tabelle an, die die Atemvolumina aller anderen SchülerInnen enthält!

Wovon könnten die unterschiedlichen Werte abhängen? Diskutiert in der Gruppe und listet fünf mögliche Abhängigkeiten auf!

Deskriptor H 2.2 Ich kann zu Vorgängen und Erscheinungsformen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen

Anzahl der genannten „möglichen Abhängigkeiten“:	5	4	3	2	1	0	Umfang der Stichprobe
Bei wie vielen Teams?	20	2	1	1			24 Teams

Gezählt wurden die genannten „möglichen Abhängigkeiten“, die überprüfbar und der Aufgabenstellung und dem Rahmen angemessen (z.B. wurde „unter Wasser“ nicht gewertet, da keines der Gruppenmitglieder sich zu dem Zeitpunkt unter Wasser befand) sind, unabhängig davon, ob sie sachlich korrekt sind oder nicht. Es geht schließlich um die Fähigkeit, Hypothesen zu bilden.

4.1.2 2. Aufgabe

Plant eine Untersuchung, mit der man feststellen kann, ob ein Zusammenhang zwischen einer ausgewählten Möglichkeit und dem maximalen Atemvolumen besteht!

Deskriptor H 2.3 Ich kann zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren

Sichtbar	Teilweise sichtbar	Nicht sichtbar	Umfang der Stichprobe
8 Zweierteams	3 Zweierteams	3 Zweierteams	14 Zweierteams

In den Protokollen der Schüler fand sich wenig bis gar nichts, was als Beschreibung einer Untersuchung gelten könnte. In den Tonaufnahmen sind jedoch Überlegungen und Wortmeldungen dokumentiert, die in die richtige Richtung gehen. Die Diskussion im Plenum konnte also an die bereits vorhandenen Ideen anknüpfen. Die Teams aus den beiden Gruppen den 4H wurden hier nicht be-

rücksichtigt, da von dieser Klasse keine Tonbandaufnahmen angefertigt wurden.

Beispiele aus den Tonspuren: „Also wir können die Größe hinschreiben und...“; „Wir könnten auch ein Mädchen nehmen und einen Buben einfach ... und halt schauen ... ähm...“ (L ergreift das Wort → Diskussion im Plenum) (Aufnahme 4G, Rack 1&2)

„Wir gehen durch und fragen, ob sie Sport betreiben“ (Aufnahme 4G, Rack 3&4)

4.1.3 3. Aufgabe

Führt diese Untersuchung durch und haltet das Ergebnis in einem Diagramm fest!

Deskriptor H 2.3 Ich kann zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren

In der Gruppe 4G/A wurden die Schüler angehalten, ihre Überlegungen, wie die Untersuchung zu planen sei, auf einem Zettel festzuhalten. Dieser Zettel wurde anschließend abgesammelt. Bei den anderen Gruppen erfolgte dies nicht. Daher liegen für diese Aufgabe nur von der Gruppe 4G/A Daten vor. Bei den anderen Gruppen wurden entweder die Zettel nicht abgesammelt oder die Untersuchung wurde mit der ganzen Gruppe im Plenum gemeinsam geplant.

Aus den Tonbandaufzeichnungen wurde erkennbar, dass einige Teams durchaus Überlegungen in die richtige Richtung anstellen, jedoch wurden diese meist nicht schriftlich festgehalten.

Sichtbar	Teilweise sichtbar	Nicht sichtbar	Umfang der Stichprobe
1 Zweierteam	3 Zweierteams	2 Zweierteams	6 Zweierteams

Deskriptor N 1 Ich kann zu Fragestellungen nach einer schrittweisen Anleitung eine Untersuchung oder ein Experiment durchführen.

Die Untersuchung wurde aus Zeitgründen mit der ganzen Gruppe gemeinsam ausgeführt. Es handelte sich um Abmessen der Körpergröße mit einem Maßband bzw. Abwiegen. Die so erhobenen Daten wurden an der Tafel festgehalten, die SchülerInnen übertrugen sie in das Protokoll. Über Einzelleistungen der Schüler lässt sich somit nichts sagen.

Deskriptor H 1.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen darstellen und erläutern

Deskriptor N 1 Ich kann nach Anleitung oder nach einer Vorlage aus vorhandenen Daten Grafiken, Tabellen und Diagramme anfertigen.

Sichtbar	Teilweise sichtbar	Nicht sichtbar	Kein Protokoll abgegeben	Umfang der Stichprobe
2 SchülerInnen	17 SchülerInnen	4 SchülerInnen	5 SchülerInnen	28 SchülerInnen

In der Gruppe 4E/B wurden die Diagramme einzeln und ohne Hilfestellung gezeichnet. Bei den Gruppen 4G/A, 4G/B und 4H waren sie Bestandteil des Protokolls. Das bedeutet, dass die Schüler die Dia-

gramme zum Teil zuhause gemacht haben und nicht bekannt ist, ob sie dabei Unterstützung hatten.

Die Schüler und Schülerinnen der 4H hatten bereits ein halbfertiges Koordinatensystem auf ihrem Arbeitsblatt vorgegeben (siehe Anhang). Damit ist die Aufgabenstellung nicht die gleiche und diese Gruppe gesondert auszuwerten:

Sichtbar	Teilweise sichtbar	Nicht sichtbar	Kein Protokoll abgegeben	Umfang der Stichprobe
7 SchülerInnen	6 SchülerInnen	2 SchülerInnen	6 SchülerInnen	21 SchülerInnen

Die SchülerInnen wiesen folgende Probleme bei der Erstellung der Diagramme auf:

Achsen miteinander vertauscht (d.h. Masse über Lungenvolumen aufgetragen) – womöglich ist hier der Unterschied zwischen freier und abhängiger Variable unklar.

Wahl des Achsenschnittpunktes; bei einigen Schüler beginnen die großen Werte am Achsenschnittpunkt!

Geeigneten Maßstab wählen → Punkte sehr nah zusammen, kein Trend erkennbar

Punkte miteinander verbunden (zum Teil rückwärts, siehe Diagramm im Anhang!)

Körpergrößen auf der x-Achse aufgetragen, aber nicht geordnet → konnten das Ergebnis daher nicht interpretieren

4.1.4 4. Aufgabe

Hat sich die Vermutung bestätigt?

Deskriptor H 1.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen darstellen und erläutern

Deskriptor N 1 Ich kann Grafiken, Tabellen, Bilder und Diagramme alltagsweltlich beschreiben.

Sichtbar	Teilweise sichtbar	Nicht sichtbar	Kein Protokoll abgegeben / Kein Diagramm	Umfang der Stichprobe
6 SchülerInnen	8 SchülerInnen	18 SchülerInnen	16 SchülerInnen	48 SchülerInnen

4.1.5 Diskussion der Leistungen der SchülerInnen

Aufgrund des Untersuchungsdesigns und des geringen Umfangs der Stichprobe ist es kaum möglich, belastbare Schlüsse zu ziehen. Trotzdem gibt es einige Tendenzen, die so deutlich auftreten, dass sie zumindest für den NAWI-Unterricht oder zukünftige Untersuchungen als Ansätze für Verbesserungsmaßnahmen dienen können. Es folgt eine Auflistung der einzelnen Aufgaben und Kommentare zu den jeweiligen Ergebnissen.

1. Aufgabe - Fertige eine Tabelle an, die die Atemvolumina aller anderen SchülerInnen enthält! Wovon könnten die unterschiedlichen Werte abhängen? Diskutiert in der Gruppe und listet fünf mögliche Abhängigkeiten auf!

Deskriptor H 2.2 Ich kann zu Vorgängen und Erscheinungsformen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen

Die überwiegende Anzahl der SchülerInnen nannte fünf oder mehr Möglichkeiten, jedoch nicht alle. Es stellt sich die Frage, wie man den anderen helfen könnte, ebenfalls von sich aus auf fünf Möglichkeiten zu kommen.

Auffällig ist auch die Diskrepanz zwischen den mündlichen und schriftlichen Äußerungen der SchülerInnen. Dies macht sich besonders bei der Aufgabe, fünf mögliche Einflussfaktoren des Lungenvolumens aufzulisten, bemerkbar. Wie aus den Tonbandaufnahmen entnommen werden kann, haben die SchülerInnen weitaus mehr (zum Teil durchaus verfolgenswerte) Ideen, als sich dann in den Aufzeichnungen wiederfinden.

2. und 3. Aufgabe - Plant eine Untersuchung, mit der man feststellen kann, ob ein Zusammenhang zwischen einer ausgewählten Möglichkeiten und dem maximalen Atemvolumen besteht! Führt diese Untersuchung durch und haltet das Ergebnis in einem Diagramm fest!

Deskriptor H 2.3 Ich kann zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren

N 1 Ich kann zu Fragestellungen nach einer schrittweisen Anleitung eine Untersuchung oder ein Experiment durchführen.

Wie schon im Punkt 4.1.3 ausgeführt, können wir hier keine Aussagen über Einzelleistungen der SchülerInnen machen. Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass bei den SchülerInnen zumindest teilweise ansatzweise Kompetenzen in diese Richtung vorhanden sind. Solche Hinweise wären etwa die durchaus konstruktiven Beiträge, welche die SchülerInnen bei der Diskussion im Plenum einbrachten, einige Wortmeldungen, die in den Tonbandaufnahmen hörbar waren, oder vereinzelt schriftliche Äußerungen in der Gruppe 4G/A.

Deskriptor H 1.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen darstellen und erläutern

N 1 Ich kann nach Anleitung oder nach einer Vorlage aus vorhandenen Daten Grafiken, Tabellen und Diagramme anfertigen.

Die Erstellung der Diagramme bereitete den SchülerInnen große Schwierigkeiten. Lediglich zwei SchülerInnen gaben sinnvoll skalierte und gezeichnete Diagramme ab, wobei nicht klar ist, ob sie Unterstützung bei der Erstellung hatten, da sie die Diagramme als Teil des Protokolls zu Hause anfertigten. Bei der überwiegenden Anzahl der abgegebenen Protokolle konnten zwar Ansätze und Versuche festgestellt werden, die vorhandenen Daten in einem Diagramm darzustellen. Allerdings stimmten diese mit den üblichen Anforderungen an ein Diagramm nicht überein (Skalierung, abhängige Variable über der freien aufgetragen, Wahl des Koordinatenursprungs, Ausgleichsgerade).

4. Aufgabe - Hat sich die Vermutung bestätigt?

Deskriptor H 1.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen darstellen und erläutern

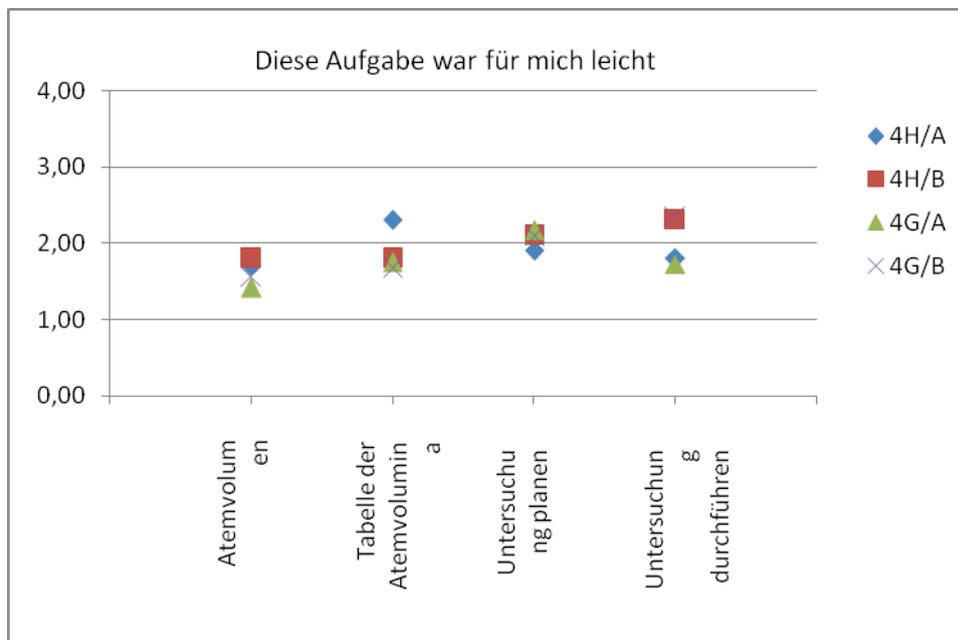
N 1 Ich kann Grafiken, Tabellen, Bilder und Diagramme alltagsweltlich beschreiben.

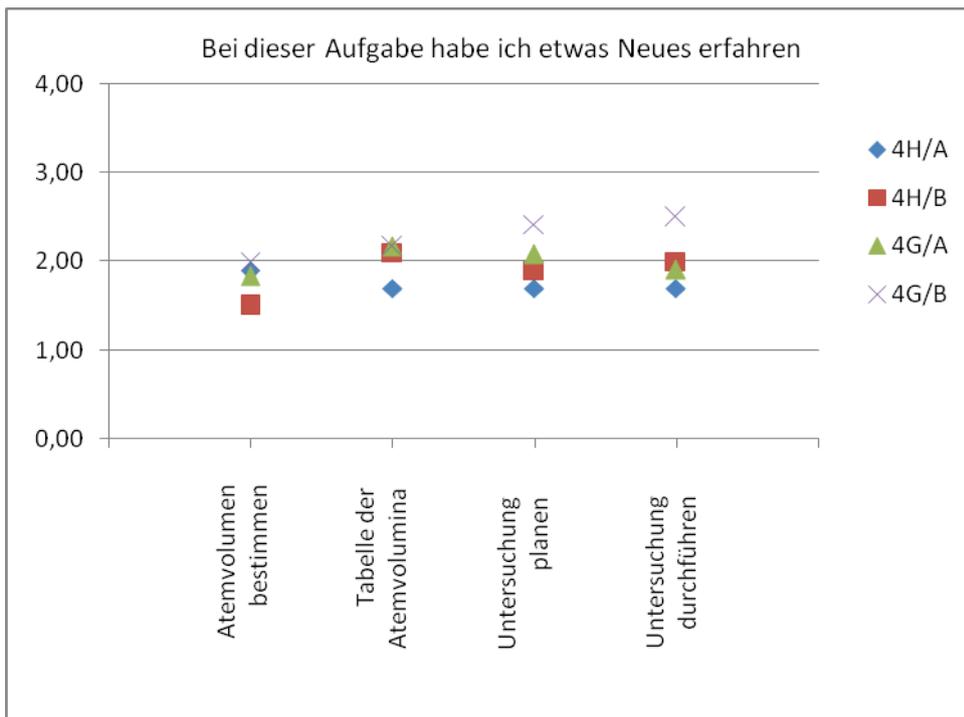
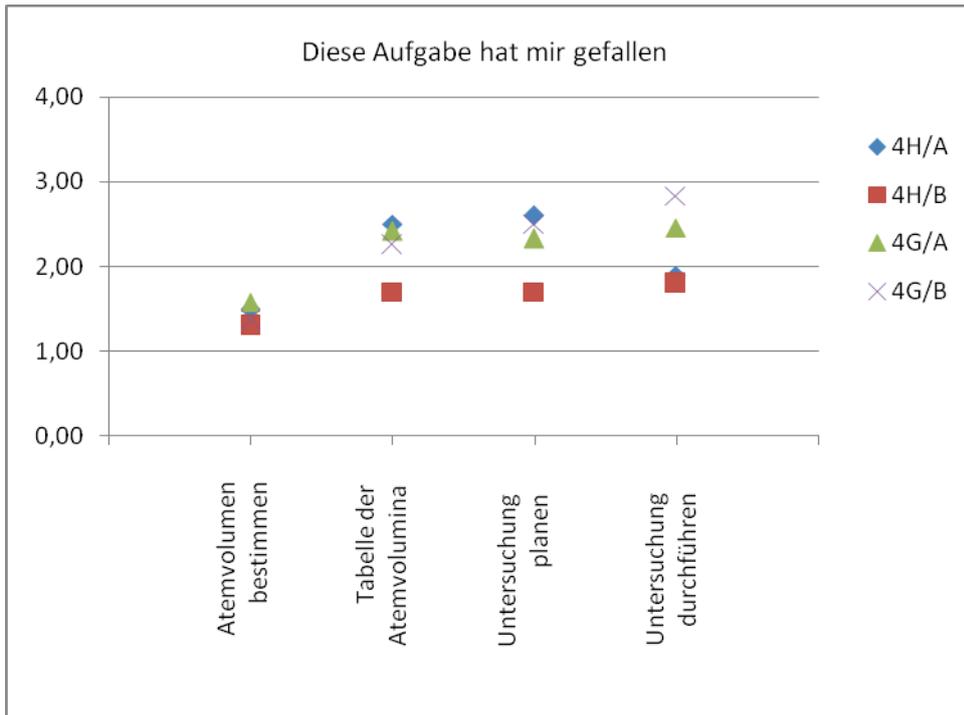
Da die meisten Diagramme so ausgeführt wurden, dass kein Trend erkennbar war, fiel die Interpretation dementsprechend aus. Einige SchülerInnen schrieben gar keine Erläuterung zum Diagramm, die anderen fanden ihre Vermutung nicht bestätigt.

4.1.6 Fragebogen

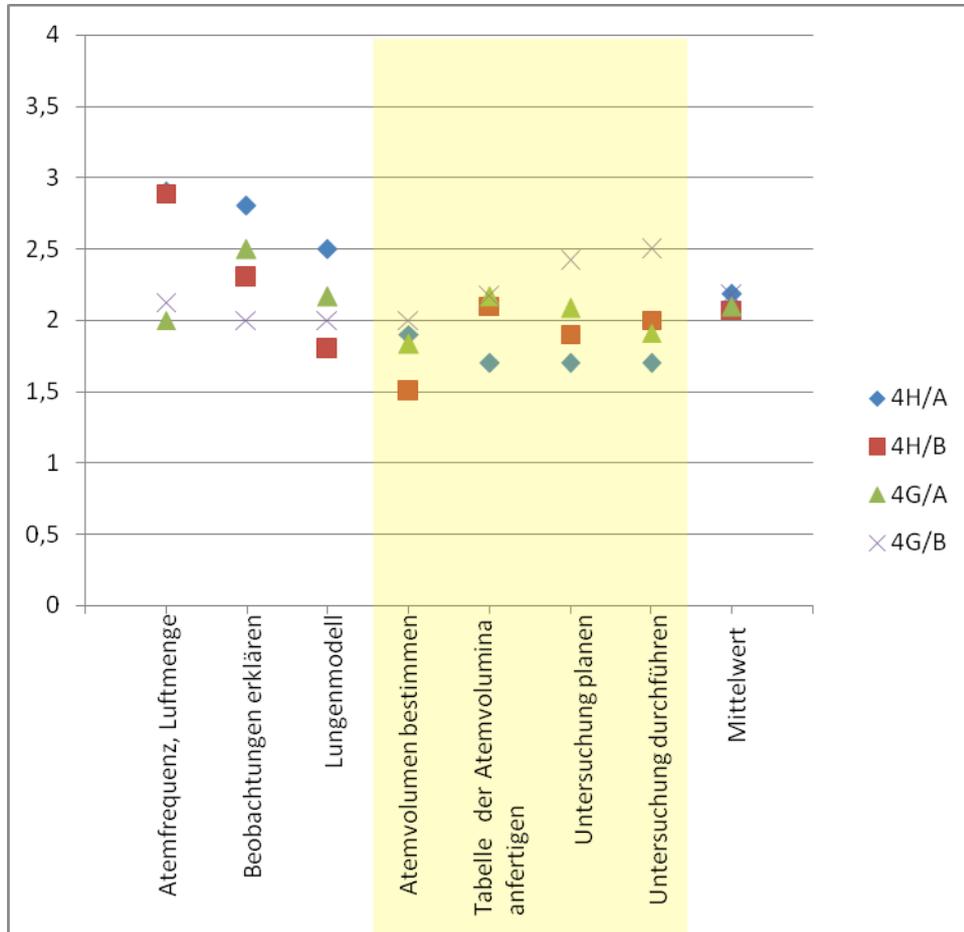
Hier werden nur ausgewählte Ergebnisse grafisch dargestellt, die Rohdaten sowie Diagramme mit Mittelwert und Streuung finden sich im Anhang. In den Diagrammen wurde die Option „Keine Angabe“ nicht berücksichtigt, d.h. die Stichprobe kann je nach Frage variieren. Die Zahlen der y-Achse sind wie folgt zu verstehen: 1 = „Trifft voll und ganz zu“, 2 = „Trifft eher zu“, 3 = „Trifft eher nicht zu“, 4 = „Trifft überhaupt nicht zu“. Jene Aufgaben, die kompetenzorientiert verändert wurden, werden in den Diagrammen mit \diamond gekennzeichnet.

In den folgenden drei Diagrammen werden die vier kompetenzorientierten Aufgaben in allen vier Gruppen miteinander verglichen. Dadurch wird sichtbar, wie viel Übereinstimmung es zwischen den vier befragten NAWI-Gruppen gibt.





Im folgenden Diagramm werden drei der „alten“ Aufgaben mit den neu formulierten, kompetenzorientierten Aufgaben (farbig hinterlegt) und dem Mittelwert verglichen. Letztere scheinen bei den SchülerInnen tendenziell den stärkeren Eindruck zu erwecken, dass sie etwas Neues lernen. Dies könnte interessant im Hinblick auf die Motivation der SchülerInnen sein.



4.1.7 Diskussion der Ergebnisse des Fragebogens

Signifikante Ergebnisse sind bei dem gegebenen Setting kaum zu erwarten. Trends oder Hinweise, denen man nachgehen könnte, gibt es aber schon einige.

Vom Schwierigkeitsgrad her nehmen die SchülerInnen offenbar keinen Unterschied zwischen den unveränderten und den neu gestalteten Aufgaben wahr. Die Einschätzungen bewegen sich bei allen Aufgaben in etwa im Mittelfeld, sodass angenommen werden darf, dass die gestellten Anforderungen mit dem Leistungsniveau der Schüler harmonisieren.

Die Aufgabe „eigenes Atomvolumen bestimmen“ gefiel bei allen vier Gruppen den SchülerInnen im Vergleich zu den anderen kompetenzorientierten Aufgaben am besten. (siehe S. 20) Diese Aufgabe ist jene, bei der die SchülerInnen selbst praktisch arbeiten sollten. Ansonsten liegen die Aufgaben in Bezug auf das Gefallen im durchschnittlichen Bereich.

Bei den Gruppen 4G/A und 4H/A fand die Aussage „Bei dieser Aufgabe habe ich etwas Neues gelernt“ bei allen vier Aufgaben deutlich mehr Zustimmung als der Durchschnitt.

Die Einschätzungen der SchülerInnen über den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben werden im Folgenden mit den Anforderungsniveaus im Kompetenzmodell verglichen (Die Zahlenwerte in der dritten Spalte geben die durchschnittliche Zustimmung aller vier Gruppen wieder, wobei 1 „Trifft vollkommen zu“ und 4 „trifft überhaupt nicht zu“ bedeutet):

Aufgabe	Anforderungsniveau	Einschätzung im Fragebogen
Atemfrequenz bestimmen	N1	1,61
Erkläre deine Beobachtungen	N3	2,2
Atemvolumen bestimmen	N1	1,62
Tabelle anfertigen	N2	1,88
Untersuchung planen	N1	2,06
Untersuchung durchführen	N1	2,04

Insgesamt entsprechen die Einschätzungen in etwa den Anforderungsniveaus, außer beim Planen und Durchführen der Untersuchung.

Die Tabelle anzufertigen wurde als eher leicht eingestuft. Wie die Auswertung der Protokolle ergab, konnten die meisten SchülerInnen die Tabelle auch tatsächlich richtig anfertigen. Die Untersuchung zu planen wurde als nicht so einfach wahrgenommen. Das Anforderungsniveau N1 für diesen Deskriptor spricht von einer „schrittweisen Anleitung“. Die SchülerInnen sollten jedoch in einigen Gruppen zuerst alleine eine Untersuchung planen, danach wurde die Planung unter Anleitung der Lehrperson fortgeführt und die Untersuchung schließlich gemeinsam durchgeführt. Vermutlich beziehen sich die Einschätzungen der SchülerInnen aber auf diese erste Planungsphase, wo die SchülerInnen auf sich gestellt waren.

4.2 Chemie

Aus der Fülle der erhobenen Daten kann hier nur eine Auswahl dargestellt werden. Zunächst wurden Aufgaben aus der ersten Stunde zum Thema Luft anhand der Protokolle der SchülerInnen untersucht. Die Auswahl der Aufgaben erfolgte so, dass deren Bearbeitung in möglichst allen Protokollen dokumentiert ist. (Eine der drei Klassen hat NAWI am Nachmittag. Die SchülerInnen sind immer langsamer als die anderen, d.h. es können oft nicht alle Aufgaben bearbeitet werden.)

Da von den 68 SchülerInnen 48 Protokolle vorliegen (20 haben gefehlt oder aus anderen Gründen kein Protokoll abgegeben), stellt sich zunächst die Frage, ob man aus der Auswertung der Daten auf die Gesamtheit schließen kann. Zu diesem Zweck wurde auf der Basis der Semesternoten ein Mann-Whitney-Test⁴ durchgeführt. Dieser nichtparametrische Test stellt fest, ob zwei voneinander unabhängige Gruppen von Personen sich hinsichtlich vorgegebener Merkmale statistisch signifikant unterscheiden. Als Merkmale wurden unter anderem der Notendurchschnitt über alle Noten (ohne Religion, da nicht alle SchülerInnen den Religionsunterricht besuchten) und die NAWI-Note herangezogen. Es zeigte sich, dass die Gruppe derer, die ein Protokoll abgegeben hatten (im Folgenden Sample 1 genannt), sich auf dem 1%-Niveau signifikant von jenen unterscheiden, die keines abgegeben hatten, d.h. wenn man annimmt, die beiden Gruppen seien verschieden, so irrt man sich höchstens mit 1%iger Wahrscheinlichkeit.

Detailuntersuchungen ergaben, dass der Unterschied auf die Buben zurückzuführen ist, Mädchen innerhalb und außerhalb des Samples unterscheiden sich in ihren Leistungen nicht signifikant, während das bei den Buben der Fall ist ($\alpha < 1\%$). Die leistungsfähigeren und/oder -willigeren befinden sich im Sample.

Innerhalb des Samples unterscheiden sich Buben und Mädchen nicht, mit Ausnahme der Performanz in Englisch und Mathematik ($\alpha < 5\%$). Letzteres könnte für die Interpretation eventuell von Bedeutung sein.

4.2.1 Handlungskompetenzen im Unterricht

Anhand der verfügbaren Protokolle wurde untersucht, welche Deskriptoren die SchülerInnen beim Experimentieren erfüllen (Tab. 9).

⁴ Bortz, S. 150 ff.

Deskriptor	Aufgaben	Rohdaten			korrigiert		
		M	F	S	M	F	S
H 1.1 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in der Natur, Umwelt und Technik beobachten, beschreiben und benennen und den Teilbereichen der Naturwissenschaften zuordnen.	1a) Beschreibt das Aussehen der Flamme, wenn wenig/viel Luft zugeführt wird.	25/27 93%	17/21 81%	42/48 88%	32/42 76%	17/21 81%	49/63 78%
	2a) Kennenlernen einer CO ₂ -Nachweisreaktion	24/27 89%	21/21 100%	45/48 94%	31/42 74%	21/21 100%	52/63 83%
	4a) Verbrennungsprodukt einer Kerze mit Kalkwasser schütteln	22/27 81%	19/21 90%	41/48 85%	28/42 67%	19/21 90%	47/63 75%
	4b) Teelicht unter Becherglas	14/27 52%	9/21 43%	23/48 48%	18/42 43%	9/21 43%	27/63 43%
	5) Porzellantiegel in leuchtende Flamme halten	25/27 93%	18/21 86%	43/48 90%	32/42 76%	18/21 86%	50/63 79%
	5) Porzellantiegel in nichtleuchtende Flamme halten	23/27 85%	18/21 86%	41/48 85%	29/42 69%	18/21 86%	47/63 75%
H 2.1 Ich kann mit unterschiedlichen Medien aus unterschiedlichen Quellen fachspezifische Informationen beschaffen.	1b) Woraus besteht das Gas? Findet Namen und Formeln der Verbindungen heraus!	10/27 37%	12/21 57%	22/48 46%	13/42 30%	12/21 57%	25/63 39%
H 1.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, ...) darstellen und erläutern.	1c) Fertigt Bilder der [Molekül-]Modelle für das Protokoll an! (Propan und Butan)	11/27 41%	14/21 67%	25/48 52%	14/42 33%	14/21 67%	28/63 44%
	2b) Reaktionsgleichung für Verbrennen von C	23/27 85%	13/21 62%	36/48 75%	29/42 69%	13/21 62%	42/63 67%
	3) Zusammensetzung der Luft graphisch darstellen	18/27 67%	10/21 48%	28/48 58%	23/42 55%	10/21 48%	33/63 52%
H 3.1 Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.	4a/2) Aus der Trübung des Kalkwassers auf das Entstehen von CO ₂ beim Verbrennen einer Kerze schließen.	26/27 96%	17/21 81%	43/48 90%	33/42 79%	17/21 81%	50/63 79%
	4a/4) Aus dem Verbrennungsprodukt CO ₂ auf das Vorhandensein des Elements C in Wachs schließen	19/27 70%	11/21 52%	30/48 63%	24/42 57%	11/21 52%	35/63 56%
	4b/2) Aus dem Verbrennungsprodukt H ₂ O auf das Vorhandensein des Elements H in Wachs schließen	18/27 67%	9/21 43%	27/48 56%	23/42 55%	9/21 43%	32/63 51%
H 2.4 Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen), interpretieren, erklären und kommunizieren.	4a/3) Mit Nachweisreaktion begründen, dass CO ₂ entstanden ist	14/27 52%	13/21 62%	27/48 56%	18/42 43%	13/21 62%	31/63 49%
H 2.2 Ich kann zu Vorgängen und Erscheinungen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.	4b/2) Aus Beobachtung auf das Verbrennungsprodukt Wasser schließen	23/27 85%	10/21 48%	33/48 69%	29/42 69%	10/21 48%	39/63 62%
	5/3) Aus Beobachtung auf die Ursache für das Leuchten der Flamme schließen	8/27 30%	7/21 33%	15/48 31%	10/42 24%	7/21 33%	17/63 27%

Tab. 9: Handlungskompetenzen im Unterricht

Die Zahlen x/y in den Spalten M (male), F (female) und Summe bedeuten, dass x von y ProbandInnen die betreffende Handlungskompetenz gezeigt haben. Betrachtet man die ersten drei Spalten (Rohdaten), so fällt auf, dass einige Deskriptoren von Buben häufiger erfüllt werden als von Mädchen, bei anderen ist es umgekehrt. Farbige Felder sollen den Überblick erleichtern. Zieht man jedoch in Betracht, dass durch das Protokollabgabeverhalten die Verteilung von männlichen Highperformern und Lowperformern im Sample gegenüber der Grundgesamtheit verzerrt ist, so stellt sich die Frage, ob man dem in vernünftiger Weise Rechnung tragen und Korrekturen anbringen kann. Die durchgeführte Korrektur wird im Folgenden beschrieben:

Der vorhin erwähnte Mann-Whitney-U-Test beruht darauf, dass alle Mitglieder zweier zu vergleichender Gruppen bezüglich eines Merkmals geordnet werden (im vorliegenden Fall nach der NAWI-Note im Semesterzeugnis). Dadurch erhält jede Person eine Rangnummer (ex aequo ist möglich, stört aber nicht). Addiert man die Rangnummern aller Mitglieder einer Gruppe und dividiert durch die Anzahl der Gruppenmitglieder, so erhält man für jede Gruppe eine mittlere Rangnummer. Die Gruppe mit dem niedrigeren mittleren Rang hat im Schnitt die besseren NAWI-Noten. Wie kann man nun aus der Anzahl der Probanden im Sample, die einen Deskriptor erfüllt haben, auf die Anzahl der Schüler außerhalb des Samples schließen, die den Deskriptor erfüllt hätten?

Unter Einführung der Variablen

e_a ...Anzahl der Schüler außerhalb des Samples, die den Deskriptor vermutlich erfüllt hätten

$MR(1)$...Mittlerer Rang der Schüler im Sample

$MR(2)$...Mittlerer Rang der Schüler außerhalb des Samples

e_i ... Anzahl der Schüler im Sample, die den Deskriptor erfüllt haben

n_i ...Anzahl der Schüler im Sample

n_a ...Anzahl der Schüler außerhalb des Samples

p ...Prozentsatz der Schüler insgesamt, die den Deskriptor erfüllt haben bzw. vermutlich erfüllt hätten

scheint es vernünftig anzunehmen, dass

$$e_a/n_a = (MR(1)/MR(2)) * (e_i/n_i) \text{ und somit } e_a = (MR(1)/MR(2)) * (e_i/n_i) * n_a$$

gilt. Der korrigierte Prozentsatz für die Buben ist dann $p[\%] = ((e_i + e_a)/(n_i + n_a)) * 100$

Mit diesen beiden Formeln wurden die Rohdaten der Tabelle 9 korrigiert. Es zeigt sich, dass sich die Verhältnisse in etwa der Hälfte der Fälle umkehren.

Warum sind einige Zahlen rot, andere schwarz gedruckt? Gemäß BGBl. II/Nr.1 vom 2. Januar 2009, §2/1 sollen Schülerinnen und Schüler über grundlegende Kompetenzen bis zum Ende der jeweiligen Schulstufe in der Regel verfügen. Was „in der Regel“ bedeutet, lässt der Verordnungstext allerdings offen. Von uns wurde „in der Regel“ so interpretiert, dass 75% aller SchülerInnen die entsprechenden Kompetenzen zeigen sollten. Rote Zahlen bedeuten also, dass weniger als 75% den Deskriptor erfüllen. Freilich darf an dieser Stelle nicht verschwiegen werden, dass unsere Aufgaben nicht validiert sind, nicht nach Testgütekriterien konstruiert, sondern einfach aus der Praxis heraus erstellt worden

sind. Das bedeutet, dass man die Zahlen als Hinweise auf Handlungsbedarf interpretieren kann, sie aber nicht allzu ernst nehmen sollte.

4.2.1.1 Die Handlungskompetenzen im Detail - H 1.1

(Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in der Natur, Umwelt und Technik beobachten, beschreiben und benennen und den Teilbereichen der Naturwissenschaften zuordnen.)

ad 1a) Als erfüllt wurde gewertet, wenn die Farbe der Flamme oder deren Sichtbarkeit (Helligkeit) genannt wurde. Interessant, aber nicht neu, ist, dass einige wenige SchülerInnen ihre Vorstellungen (z. B. über die unterschiedlichen Temperaturen von leuchtender und nicht-leuchtender Flamme) als Beobachtungen darstellen (z.B. „Die Flamme wird kleiner aber sie wird heißer und bleibt gelb (Leuchtende Flamme)“. Dass die Flamme bei verminderter Luftzufuhr heißer wird, ist fachlich falsch. Offensichtlich wird „heller“ mit „heißer“ assoziiert.) Das regt dazu an, einen neuen Deskriptor einzuführen: *Ich kann Beobachtungen von Vorstellungen unterscheiden.* Um den SchülerInnen bessere Gelegenheiten zu geben, das richtige Beobachten zu üben, könnte man sie im Anschluss an das Festhalten von Beobachtungen auffordern, das Geschriebene noch einmal zu prüfen: *Lies noch einmal, was Du geschrieben hast! Hast Du das alles gesehen? Oder hast Du etwas hingeschrieben, das Du weißt oder vermutest? Streiche alles durch, was Du nicht wirklich gesehen hast!* In weiterer Folge könnte man sich auch ein Beobachtungstraining einfallen lassen mit fiktiven Beschreibungen von Beobachtungen, die auch Vermutungen, Wissen und Interpretationen enthalten. SchülerInnen sollen dann angeben, was tatsächlich Beobachtung sein kann und was nicht.

ad 4b) Als erfüllt wurde der Deskriptor gewertet, wenn in der Beschreibung die Kondensation des Reaktionswassers an der Gefäßwand dokumentiert wurde. Dass das Teelicht erlischt, wurde von mehr SchülerInnen berichtet als das Beschlagen der Gefäßwand. Das augenscheinlichere (spektakulärere) Phänomen drängt sich also in den Vordergrund. Dass die Gefäßwand beschlägt, fällt mehr als der Hälfte der SchülerInnen gar nicht auf. Als allgemeine Strategie könnte man den SchülerInnen zum Beobachtungsauftrag die zusätzliche Anweisung geben: *Achtet auch auf Veränderungen, die sich nicht so deutlich zeigen! oder Wiederholt das Experiment und schaut, ob ihr noch andere Veränderungen wahrnehmen könnt!*

Die vorliegende Aufgabe könnte von

[...] Über ein brennendes Teelicht wird ein Becherglas (1000 mL, hohe Form) gestülpt.
Beschreibt alle Beobachtungen genau im Laborjournal und überträgt sie später ins Protokoll!
Welcher Stoff könnte (außer CO₂) entstanden sein?
Welches Element muss daher in Kerzenwachs noch enthalten sein?

zu

[...] Über ein brennendes Teelicht wird ein Becherglas (1000 mL, hohe Form) gestülpt.
Beobachtet genau, was alles passiert!
Beschreibt alle Beobachtungen **genau** im Laborjournal und überträgt sie später ins Protokoll!
Welcher Stoff könnte (außer CO₂) **noch** entstanden sein?
Welche eurer Beobachtungen weist darauf hin?
Welches Element muss daher in Kerzenwachs noch enthalten sein?

abgeändert werden.

Versucht man aus den Einzeldaten einen „H 1.1 - Index“ zu berechnen, so ergibt sich mit 67% (m), 81% (f) und 72% (Summe) ein Wert, der etwa bei 75% liegt. Die betreffende Kompetenz haben die SchülerInnen also „in der Regel“, wobei Mädchen deutlich besser abschneiden. Die Ergebnisse zur Aufgabe 4b) zeigen aber auch, dass Bedarf am intensiveren Schulen des Beobachtens besteht. (Ohne 4b) läge der Index bei 72% (m), 81% (f), 78% (Summe)).

Tabelle 10 fasst die Indices der Handlungskompetenzen zusammen:

	M	F	S
H 1.1	67	81	72
H 2.1	30	57	39
H 1.3	52	59	54
H 3.1	63	59	62
H 2.4	43	62	49
H 2.2	46	40	44

Tab. 10: Indices der Handlungskompetenzen aus den Protokollen über den Unterricht (Angaben in %)

Erwähnt sei hier noch, dass bei Erarbeitungsaufgaben, also den hier vorliegenden, der Schwerpunkt des Deskriptors auf Beobachten liegt. Dass und wie gut beobachtet wurde, erschließt sich indirekt aus der Beschreibung. Bei Überprüfungsaufgaben wird aus der Beschreibung sichtbar, woran der Proband sich erinnert und wie er Fachbegriffe verwendet.

4.2.1.2 Die Handlungskompetenzen im Detail - H 2.1

(Ich kann mit unterschiedlichen Medien aus unterschiedlichen Quellen fachspezifische Informationen beschaffen.)

Die erschreckend niedrigen Prozentsätze, mit denen der Deskriptor erfüllt wurde (30% m, 57% f, 39% Summe), erklären sich zum Teil daraus, dass die Aufgabe nur dann als richtig gewertet wurde, wenn beide Namen den richtigen Formeln zugeordnet worden waren. Die Namen der Gase stehen auf der Gaskartusche, die Formeln waren aus Büchern herauszusuchen. Das Finden von Informationen aus Büchern scheint für die Hälfte der SchülerInnen ein Problem zu sein.

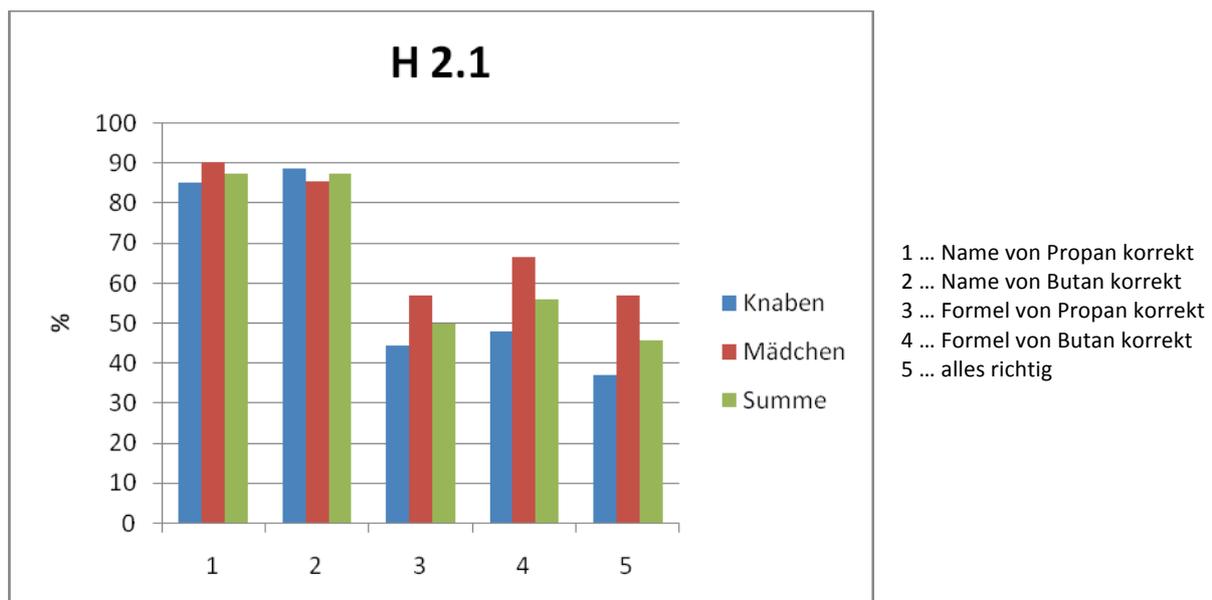


Abb 3: Finden von Namen und Formeln von Gasen.

4.2.1.3 Die Handlungskompetenzen im Detail - H 1.3

(Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, ...) darstellen und erläutern.)

Mit einem Index von rund 50% ist der Deskriptor vergleichsweise gut erfüllt. Aus dieser Zahl geht allerdings nicht hervor, ob die Antworten der SchülerInnen fehlen oder falsch sind. Ein genauerer Blick zeigt (siehe Abb. 4 bis 6), dass nur etwa 8% die Aufgaben nicht bearbeitet haben. Die niedrigen Lösungshäufigkeiten sind also auf Fehler zurückzuführen.

Abb. 4:
Aufgabe 1c (Bilder
der Molekülmodelle)

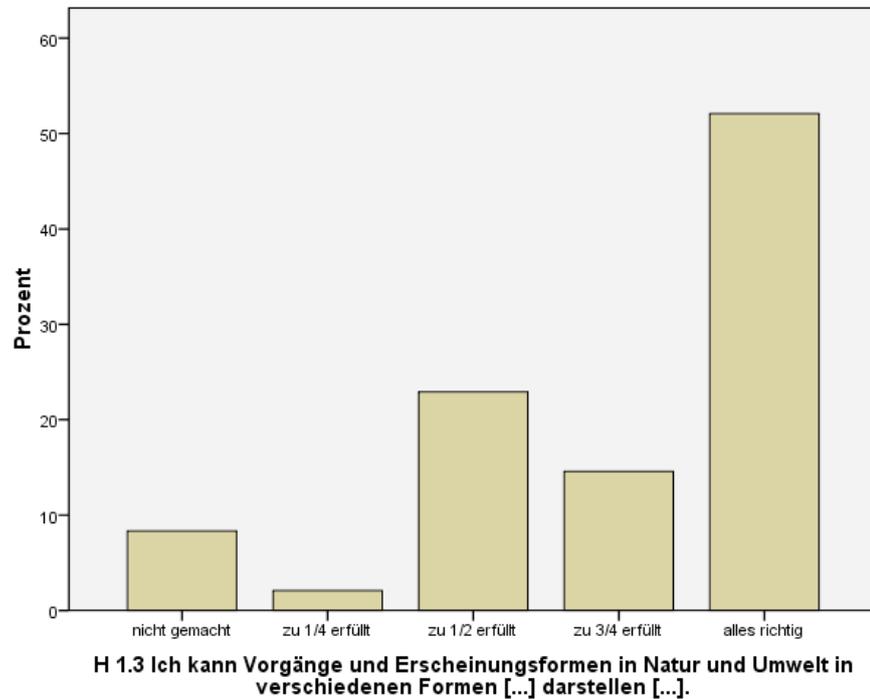


Abb. 5:
Aufgabe 2b (Reaktions-
gleichung Verbrennen
von C)

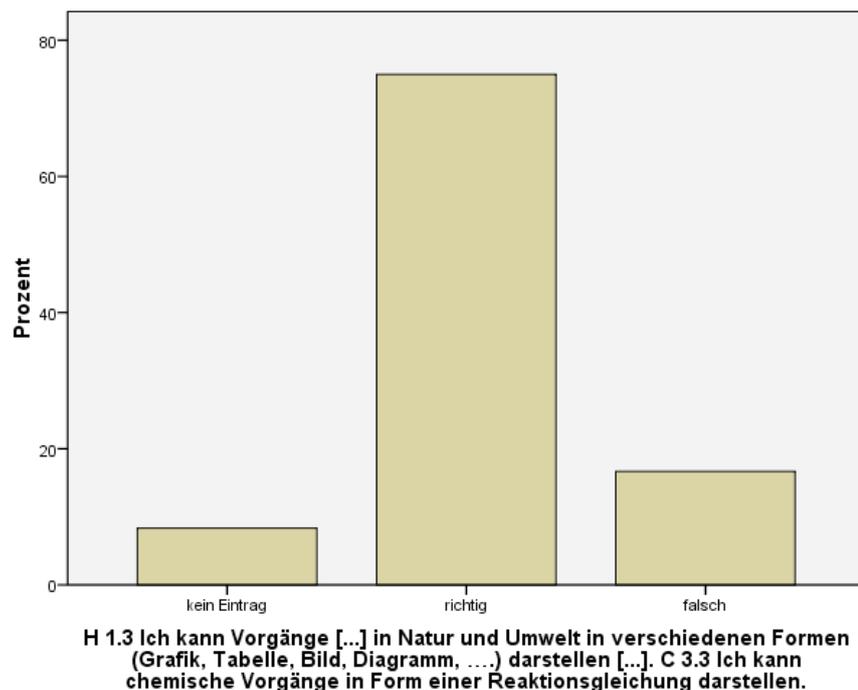
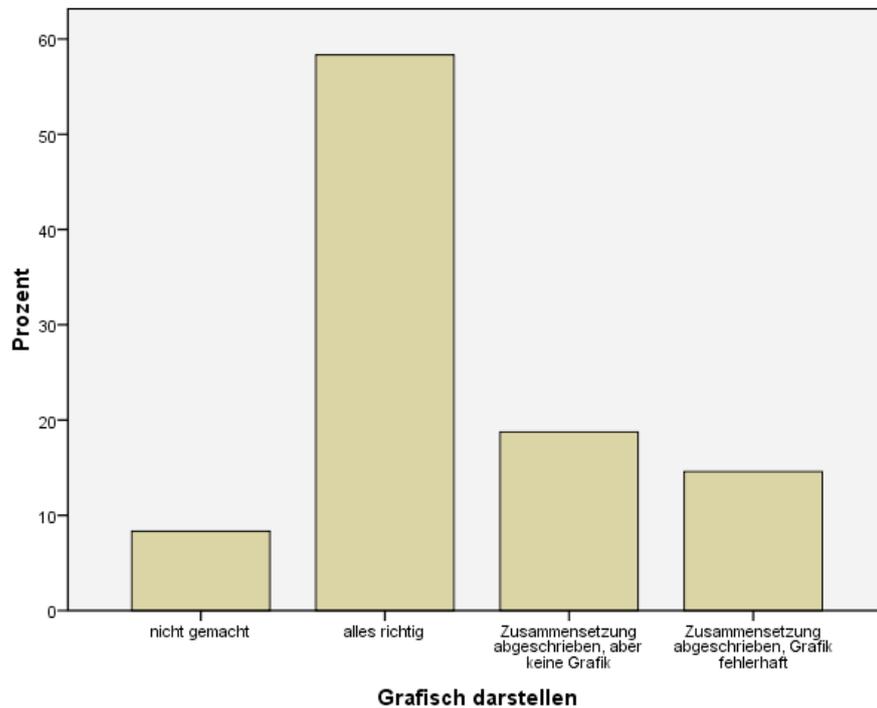


Abb. 6: Aufgabe 3
(Zusammensetzung
der Luft graphisch
darstellen)



4.2.1.4 Die Handlungskompetenzen im Detail - H 3.1

(Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.)

Aus der Trübung von Kalkwasser auf CO_2 zu schließen, fällt mit rund 80% Lösungshäufigkeit am leichtesten, die Aufgabe ist aber auch sehr nah am vorangegangenen Erlernen des CO_2 -Nachweises. Allerdings konnten bei der Schlussevaluation sieben Monate später nur weniger als 10% der Knaben und kein einziges Mädchen diese Nachweisreaktion angeben. Die beiden anderen Aufgaben zum Deskriptor 3.1 drücken mit je etwa 50% Lösungshäufigkeit den Index auf ungefähr 60%. Dabei wurde auf die beiden Elemente, die in Kerzenwachs enthalten sind, mit Häufigkeiten von 63% (C) und 56% (H) richtig geschlossen. Der Verdacht, dass die SchülerInnen annehmen, CO_2 wäre bereits im Wachs vorhanden, also die Vorstellung, Verbindungen seien Mischungen, lässt sich mit der Häufigkeit, mit der CO_2 genannt wurde (4%) nicht erhärten. (Dass jedoch 20% Wasser statt Wasserstoff angeben, kann die Ursache einerseits darin haben, dass die Vier-Elemente-Idee noch immer in den Köpfen geistert, andererseits aber auch in der nahen lautlichen Verwandtschaft von Wasser und Wasserstoff.)

4.2.1.5 Die Handlungskompetenzen im Detail - H 2.4

(Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen), interpretieren, erklären und kommunizieren.)

Beim Begründen schneiden Mädchen etwa anderthalb mal so gut ab wie Knaben, 15% beider Geschlechter haben keine Begründung gegeben, 33% der Knaben und 24% der Mädchen eine falsche.

4.2.1.6 Die Handlungskompetenzen im Detail - H 2.2

(Ich kann zu Vorgängen und Erscheinungen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.)

Die beiden zum Deskriptor gehörenden Aufgaben unterscheiden sich in ihren Lösungshäufigkeiten deutlich, als Index ergibt sich 44% (46% m, 40% f). Bei Aufgabe 4b zeigt sich, dass das spektakulärere Phänomen (Erlöschen der Flamme), dasjenige, worum es eigentlich geht (Beschlagen der Gefäß-

wand) überdeckt (siehe Seite 26). Es wäre zu überlegen, ob man einen neuen Deskriptor braucht: *Ich kann im Hinblick auf eine bestimmte Fragestellung relevante Beobachtungen von irrelevanten unterscheiden.*

4.2.2 Handlungskompetenzen am Ende des Schuljahres

In den letzten NAWI-Stunden am Ende des Schuljahres wurde in vier der sechs NAWI-Gruppen eine Schlussevaluation zum Thema Redoxreaktionen durchgeführt. 29 Knaben und 15 Mädchen nahmen daran teil. Da wiederum das Sample eine verzerrte Auswahl aus der Menge aller NAWI-Schüler darstellt, mussten auch hier Korrekturen auf der Basis eines Mann-Whitney-Tests durchgeführt werden. Tabelle 11 gibt einen Überblick über Rohdaten und korrigierte Werte.

Auf den ersten Blick fällt auf, dass bei lediglich zwei Aufgaben die SchülerInnen in die Nähe des „in der Regel“ zu Erwartenden kommen: 72% der SchülerInnen (76%m, 60%f) wissen, dass Sauerstoff für Verbrennungsreaktionen notwendig ist, und 65% (76%m, 33%f) können begründen, warum eine vorgeschlagene Strukturformel falsch ist. Die übrigen Aufgaben wurden mit Häufigkeiten von 6% bis 43% gelöst.

Das Ergebnis, das am meisten zu denken geben sollte, ist die Tatsache, dass im Gegensatz zu den Protokollen, in denen meist die Mädchen in höherem Ausmaß als die Knaben die jeweils geforderten Kompetenzen zeigen, bei der Schlussevaluation die Knaben deutlich überlegen waren. Vier Aufgaben wurden von keinem der 15 Mädchen richtig gelöst. Gleich schlecht schnitten Knaben und Mädchen bei der Frage „Warum müssen wir atmen?“ ab, obwohl in einer Unterrichtseinheit Atemfrequenzen in Ruhe und nach Anstrengung gemessen und in einer weiteren die Energiegewinnung im Körper durch Oxidation von Nährstoffen thematisiert worden waren.

Insgesamt ist das Ergebnis der Schlussevaluation ernüchternd.

Abschlussevaluation

Deskriptor	Aufgaben	Performanz					
		Rohdaten			korrigiert		
		M	F	S	M	F	S
H 1.1 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in der Natur, Umwelt und Technik beobachten, beschreiben und benennen und den Teilbereichen der Naturwissenschaften zuordnen.	1) Zusammensetzung der Luft C 2.2 Ich kenne die Eigenschaften wichtiger Substanzen und kann sie nach verschiedenen Kriterien einordnen	6/29 21%	1/15 7%	7/44 16%	8/42 18%	1/15 7%	9/57 15%
	2) Leuchtende/nichtleuchtende Flamme	9/29 31%	2/15 13%	11/44 25%	12/42 28%	2/15 13%	14/57 24%
	8) Was versteht man unter Oxidation? C 3.4 Ich kann Oxidation und Reduktion an Hand von Beispielen erklären.	9/29 31%	3/15 20%	12/44 27%	12/42 28%	3/15 20%	15/57 26%
	9) Was versteht man unter Reduktion? C 3.4 Ich kann Oxidation und Reduktion an Hand von Beispielen erklären.	4/29 14%	0/15 0%	4/44 9%	5/42 12%	0/15 0%	5/57 9%
H 1.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm,) darstellen und erläutern.	3a) Richtige Reaktionsgleichung für Flammentyp C 3.3 Ich kann chemische Vorgänge in Form einer Reaktionsgleichung darstellen.	15/29 52%	5/15 33%	20/44 46%	19/42 46%	5/15 33%	24/57 43%
	3b) Stöchiometrische Koeffizienten auffinden C 3.3 Ich kann chemische Vorgänge in Form einer Reaktionsgleichung darstellen. C 3.2 Ich kann die chemischen Grundgesetze anwenden und mit der Vorstellung von Atomen erklären.	4/29 14%	0/15 0%	4/44 9%	5/42 12%	0/15 0%	5/57 9%
	4) Reaktionsgleichung Eisenoxid C 3.3 Ich kann chemische Vorgänge in Form einer Reaktionsgleichung darstellen. C 3.2 Ich kann die chemischen Grundgesetze anwenden und mit der Vorstellung von Atomen erklären.	7/29 24%	3/15 20%	10/44 23%	9/42 21%	3/15 20%	12/57 21%
	6) CO ₂ -Nachweis C 2.2 Ich kenne die Eigenschaften wichtiger Substanzen und kann sie nach verschiedenen Kriterien einordnen.	3/29 10%	0/15 0%	3/44 7%	4/42 9%	0/15 0%	4/57 7%
H 1.4 Ich kann die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben.	7) Ursache für leuchtende Flamme C 2.2 Ich kenne die Eigenschaften wichtiger Substanzen und kann sie nach verschiedenen Kriterien einordnen.	6/29 21%	1/15 7%	7/44 16%	8/42 18%	1/15 7%	8/57 15%
	12) O ₂ = notwendig für Verbrennung C 3.4 Ich kann Oxidation und Reduktion an Hand von Beispielen erklären. C 2.2 Ich kenne die Eigenschaften wichtiger Substanzen und kann sie nach verschiedenen Kriterien einordnen.	25/29 86%	9/15 60%	34/44 77%	32/42 76%	9/15 60%	41/57 72%
	10) Warum müssen wir atmen? C 4.5 Ich kann chemische Grundkenntnisse auf praxisrelevante Gebiete wie [...] Energieversorgung [...] anwenden.	2/29 7%	1/15 7%	3/44 7%	3/42 6%	1/15 7%	4/57 6%
H 3.1 Ich kann Daten [...] aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten [...]. ⁵	11) Formel von Propan ⁶	25/29 66%	5/15 33%	30/44 55%	32/42 76%	5/15 33%	37/57 65%
	13) Güte von Quellenangaben	14/29 48%	6/15 40%	20/44 45%	18/42 43%	6/15 40%	24/57 42%
H 3.4 Ich kann [aus] Daten, Fakten und Ergebnisse[...] Schlüsse [...] ziehen.	5) Alkohol verbrennen C 3.1 Ich kann chemische Reaktionen von Zustandsänderungen unterscheiden [...].	8/29 28%	0/15 0%	8/44 18%	10/42 24%	0/15 0%	10/57 18%

Tab 11: Kompetenzen am Ende des Schuljahres

⁵ Für 13) müsste H 3.1 lauten: Ich kann Daten [...] aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten [...].

⁶ Auf diese Aufgabe passt kein inhaltlicher Deskriptor wirklich. Weil aber die Art der Aufgabe wichtig ist, müsste man einen neuen erfinden, etwa: C x.y: Ich weiß, dass C 4 Bindungen hat und kann Diskrepanzen zwischen Summen- und Strukturformeln erkennen.

5 REFLEXION

Vergleicht man die Ausgangssituation (siehe Abschnitt 1.3) mit dem Projektverlauf, so erkennt man, dass nur einige wenige Elemente der eingesetzten Anleitungen von strikten Vorgaben zu eher offenen Aufgabenstellungen verändert wurden. Es ist also nur ein kleiner Schritt in die Richtung vermehrter Eigenständigkeit getan. Tatsächlich zeigt sich, dass es sich bei diesem Projekt eher um ein Pilotprojekt handelt. Erreicht wurde eher eine Klärung der realistisch zu beantwortenden Fragestellungen und der damit verbundenen Probleme.

Die in 2.3 formulierten Ziele sind jedoch erreicht. Das genaue Hinsehen auf das, was im Unterricht passiert und das, was am Ende übrig bleibt, zeigt - zumindest im Hinblick auf das verwendete Kompetenzmodell – Schwächen des derzeitigen Unterrichts auf, liefert andererseits aber auch Hinweise auf dessen Verbesserung. In der folgenden Darstellung finden sich auf der linken Seite der Tabelle die gefundenen Schwachstellen, auf der rechten Maßnahmen zu deren Behandlung.

Schwäche	Maßnahme zur Verbesserung
<p>Beobachtungen, Vorwissen und Vermutungen werden vermischt</p> <p>Treten mehrere Phänomene gleichzeitig auf, so wird das weniger auffällige oft nicht bemerkt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Im Anschluss an Beobachtungsaufgaben folgende Anleitung einfügen: <i>Lies noch einmal, was Du geschrieben hast! Hast Du das alles <u>gesehen</u>? Oder hast Du etwas hingeschrieben, das Du weißt oder vermutest? Streiche alles durch, was Du nicht wirklich gesehen hast!</i> - <i>Achtet auch auf Veränderungen, die sich nicht so deutlich zeigen! oder Wiederholt das Experiment und schaut, ob ihr noch andere Veränderungen wahrnehmen könnt!</i> - Beobachtungstraining
<p>Das Finden von Informationen (aus Büchern) scheint eine Hürde zu sein.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Explizite Hinweise auf Inhaltsverzeichnis und Schlagwortverzeichnis - Vermehrt Gelegenheiten zum Suchen von Informationen geben.
<p>Diskrepanz zwischen den mündlichen und schriftlichen Äußerungen der SchülerInnen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - SchülerInnen dazu ermuntern ihre Gedanken in verstärktem Ausmaß schriftlich festzuhalten - Anderer Umgang vonseiten der Lehrpersonen mit Gedanken und Ideen, die vielleicht nicht auf den ersten Blick „richtig“ sind.
<p>Die Fähigkeit, Daten in verschiedenen Formen dazustellen, ist nicht in ausreichendem Maß gegeben.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vermehrt Gelegenheiten geben, Tabellen in Grafik umzuwandeln und umgekehrt. - Thematisieren der Begriffe „abhängige Variable“, „unabhängige Variable“ in Absprache mit MathematiklehrerInnen.
<p>Begründen und Schlüsse ziehen gelingt in etwa der Hälfte der Fälle</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Es müssen vermehrt Begründungen eingefordert und Gelegenheiten zum Schlussfolgern gegeben werden.

Bei der Schlussevaluation schneiden Mädchen deutlich schlechter ab als Knaben, obwohl es bei der Auswertung der Protokolle meist umgekehrt war.	???
Die Ergebnisse der Schlussevaluation sind recht bescheiden. Nachhaltig gelernt wurde „in der Regel“ nicht.	???
Ganzheitliche Vernetzung chemischer und biologischer Betrachtungsweise scheint nicht zu funktionieren. (Stichwort: Warum müssen wir atmen?)	Die Programmteile, die zusammengehören, sollen auch in derselben Einheit behandelt werden.

Knaben/Mädchen: Ob die manchmal geforderte Trennung von Knaben und Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht eine Abhilfe ist, scheint fraglich. In manchen NAWI-Klassen wäre das aufgrund der Zusammensetzung möglich. Es könnte sein, dass das, was gefragt wurde, für die SchülerInnen zu wenig Bedeutung hat und dass das Absehen von Bedeutung mehr Knaben leichter fällt als Mädchen. Wie allerdings das zu Lernende mit Bedeutung (für 13-14-Jährige) aufgeladen werden soll, ist unklar.

NAWI wird abwechselnd im Biologiesaal und im Chemiesaal unterrichtet, und zwar jeweils von der dem Fachsaal entsprechenden Lehrperson. SchülerInnen nehmen NAWI auch als zweigeteilt war (Sprechweise: Bio-NAWI und Chemie-NAWI). Ist es im Sinne eines ganzheitlichen Zugangs sinnvoll, dass eine Person alles unterrichtet?

Neben den Ergebnissen, die zur Veränderung des Unterrichts benutzt werden können, ergeben sich auch einige wenige Hinweise zur Ergänzung des Kompetenzmodells. Eventuell wäre die Einführung einiger neuer Deskriptoren hilfreich:

H x.y1: *Ich kann Beobachtungen von Vorstellungen unterscheiden.*

H x.y2: *Ich kann im Hinblick auf eine bestimmte Fragestellung relevante Beobachtungen von irrelevanten unterscheiden.*

C x.y3: *Ich kenne die Bindungsmöglichkeiten wichtiger Atome und kann Diskrepanzen zwischen Summen- und Strukturformeln erkennen.*

6 RESÜMEE UND AUSBLICK

Zum Verlauf des Projektes selber ist zu sagen, dass der Aufwand, der mit dem Projekt verbunden war, sich wohl verringern lassen hätte, wenn das Projekt besser vorbereitet worden wäre. Insbesondere die Dokumentation und Analyse des Unterrichts gestaltete sich als schwierig und aufwändig. Hier hätte zuerst ein Fragenkatalog oder eine andere Orientierungshilfe erstellt werden müssen. Z.B. Wann ist eine Kompetenz bei einem Schüler/einer Schülerin als erkennbar anzusehen? Wie werden die Ergebnisse der Auswertung dokumentiert? Werden EinzelschülerInnen oder Gruppen in der Auswertung berücksichtigt? Usw.

Einige der Dokumentationsvorhaben gingen auch einfach im Schulbetrieb unter, wie z.B. das Ab-sammeln der Zettel bei einer Gruppe oder die Durchführung der „Memories“. Dies muss bei einem Projekt, das versucht im regulären Schulbetrieb Erkenntnisse zu gewinnen, als gegeben hingenommen werden.

Außerdem wäre eine engere Absprache der Projektgruppenmitglieder untereinander wünschenswert, damit die Unterrichtsgestaltung nicht zu sehr voneinander abweicht und die Datenerhebung einheitlicher geschieht. Leider ist es nicht gerade einfach, im laufenden Schulbetrieb immer wieder Treffen zu vereinbaren.

Auf jeden Fall aber zeigt die hier dokumentierte Arbeit, dass die Einführung eines schulautonomen Faches eine permanente Baustelle ist. Was die Wirksamkeit anbelangt, ist wohl anzumerken, dass die relative Unwirksamkeit von Unterricht jeglicher Art erst dann sichtbar wird, wenn man sich auf Evaluierungen einlässt, wie wir sie gemacht haben: Ende des Schuljahres, Noten stehen fest, es geht um nichts mehr, die Durchführung wurde nicht angekündigt. Wie die Ergebnisse in anderen Fächern aus-sähen, wissen wir nicht.

Die Auseinandersetzung mit Bildungsstandards, wie sie in diesem Projekt exemplarisch an einem Thema stattgefunden hat, hat der Weiterentwicklung von NAWI wichtige Impulse gebracht. Dass wir große organisatorische Veränderungen vornehmen werden, ist eher unwahrscheinlich, die Anleitungen für die SchülerInnen mit Blick auf die vorliegenden Ergebnisse zu verändern, ist jedoch ein vertretbarer Aufwand, so dass auch andere Themen mehr auf das Kompetenzmodell hin ausgerichtet werden können.

7 LITERATUR

Bauer, S., Kaiser, C., Kirisits, D. (2002). MN3+- NETZWERK - Vernetzung der Fächer Chemie, Biologie, Mathematik und Physik.

http://imst.uni-klu.ac.at/imst-wiki/images/6/60/Langfassung_Netzwerk_Bauer.pdf [110715]

BG/BRG/BORG Eisenstadt (Hrsg.)(2002). 80 Jahre BG/BRG/BORG Eisenstadt. Festschrift.

Bortz, J. (2005). Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

Kaiser, C., Kirisits, D., Patzelt, M. (2003). MN³⁺ - NETZWERK - REALISIERUNG Vernetzung der Fächer Chemie, Biologie, Mathematik und Physik.

http://imst.uni-klu.ac.at/imst-wiki/images/0/0a/Langfassung_Netzwerk_Kirisits.pdf [110715]

Kaiser, C., Kern, G., Kirisits, D., Patzelt, M. (2004). NAWI - DAS NEUE FÄCHERÜBERGREIFENDE PFLICHTFACH IN DEN 4. KLASSEN DES REALGYMNASIUMS

http://imst.uni-klu.ac.at/imst-wiki/images/a/a6/Langfassung_Kaiser.pdf [110715]

Lunetta, V. N., Hofstein, A., Clough, M. P.. Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory and practice. In: Abell, S., Lederman, N. G. (eds.)(2007). Handbook of research on science education. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 393-441.

Patzelt, M., Fraller, P. (2005). NAWI – FÄCHERÜBERGREIFENDER NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTERRICHT IN DER 5. KLASSE DES REALGYMNASIUMS

http://imst.uni-klu.ac.at/imst-wiki/images/f/f0/222_Langfassung_Patzelt.pdf [100521]

"Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge."