



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“

INTEGRATION VON CHEMISCHEN EXPERIMENTEN IN DEN LERNPROZESS

ID 522

Edwin Scheiber

Wiedner Gymnasium/Sir Karl Popper Schule

Wien, Juni 2006

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Ausgangssituation.....	4
1.2 Ziele	5
2 DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTS	6
2.1 Projektdesign	6
2.2 Thema: "Säuren und Basen".....	7
2.2.1 Normalvariante.....	7
2.2.2 Projektvariante	7
2.3 Thema: "Redoxchemie".....	8
2.3.1 Normalvariante.....	8
2.3.2 Projektvariante	8
2.4 Resultate.....	9
2.4.1 Säuren und Basen	9
2.4.2 Redoxchemie	11
3 EVALUATION	13
3.1 Konzeption	13
3.2 Tests	13
3.3 Fragebogen.....	13
3.4 Video- und Tonbandaufnahmen.....	15
3.5 Interviews	16
3.5.1 Allgemeines	16
3.5.2 Ergebnisse	17
3.6 Genderaspekte	21
4 RESÜMEE UND AUSBLICK	31
5 LITERATUR	33

ABSTRACT

Im Rahmen dieses Projekts wurde versucht Experimente im Chemieunterricht in den Lernprozess zu integrieren. Die Schüler/innen wurden in einer so genannten präexperimentellen Phase angeregt, zu einem Thema selbst Forschungsfragen zu finden und Hypothesen oder vorläufige Antworten auf die Fragestellung zu postulieren. In der experimentellen Phase wurden diese Antworten verifiziert bzw. falsifiziert. Die Arbeitsvorschriften für diese Phase sind von den Schüler/innen selbstständig verfasst worden. Die Rolle der Lehrperson in diesen Phasen ist eine beratende, unterstützende und eine Expertenrolle für Experimentaltechniken. In der anschließenden postexperimentellen Phase wurden die Ergebnisse reflektiert und daraus weitere Fragestellungen entwickelt.

Schulstufe: 11. Schulstufe
Fächer: Chemie
Kontaktperson: Dr. Edwin Scheiber
Kontaktadresse: Wiedner Gymnasium/Sir Karl Popper Schule
Wiedner Gürtel 68
A-1040 Wien

1 EINLEITUNG

Im Projekt wurde versucht Möglichkeiten zu erforschen, Experimente im Chemieunterricht als Lernprozess zu nützen. Die Integration von chemischen Experimenten in den Unterricht soll über drei Phasen erfolgen:

Präexperimentelle Phase: Schüler/innen finden eigenständig Forschungsfragen, die experimentell beantwortet werden können.

Experimentelle Phase: Schüler/innen führen selbst geplante Experimente durch, um ihre Hypothesen bzw. vorläufigen Antworten auf ihre eigenen Fragen zu verifizieren oder falsifizieren.

Postexperimentelle Phase: Schüler/innen werten ihre Ergebnisse aus, reflektieren ihre Arbeit und stellen weitere Fragen. Im Optimalfall führt dies erneut zu einer präexperimentellen Phase.

1.1 Ausgangssituation

Experimente im Chemieunterricht waren in meinem Unterricht auch schon vor diesem Projekt fixer Bestandteil des Lern- und Arbeitsprogramms. Dabei handelt es sich meist um Einstiege in ein Unterrichtsthema oder das Plausibilisieren von Unterrichtsinhalten. Die Arbeitsschritte sind meist klar vorgegeben und die Auswertung der Beobachtungen angeleitet. Die Arbeit erfolgt nach einem „Kochrezept“-Verfahren. Das selbsttätige Experimentieren macht den Schüler/innen Freude und motiviert sie im und zum Chemieunterricht. Eine echte Integration der Experimente in den Lernprozess ist aber kaum vorhanden. Darunter verstehe ich, dass Experimente für das Lernen erforderlich sind und dass aus Experimenten wirklich gelernt wird. Also einen Schritt weiter als das Plausibilisieren oder Fördern von Motivation und Interesse. Letzteres kann leicht auch dazu führen, dass Schüler/innen das Experimentieren im Chemieunterricht bloß als „Zeit füllen“, willkommene Abwechslung zur Entspannung frontaler Unterrichtsphasen oder Selbsterarbeitungsphasen sehen bzw. erleben oder gar dazu „umfunktionieren“. [vgl. auch ANTON, 1998]

Im neuen Lehrplan der Chemie Oberstufe wird auch selbstständiges Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten verlangt. Dies ist jedoch im regulären Chemieunterricht praktisch nicht vertreten. Dies gilt für meinen eigenen Unterricht, ist aber auch die Erfahrung aus zahlreichen Gesprächen mit Fachkolleg/innen.

Die Förderung von Hochbegabten in unserer Schule im Bereich des Schulversuchs „Sir Karl Popper Schule“ verlangt Selbstständigkeit bzw. Erziehung dazu. Eines unserer Ziele in der Profilage dieses Schulzweiges ist die Realisierung der von Popper beschriebenen erkenntnistheoretischen Methodik: „Es ist die Methode, versuchsweise Lösungen unseres Problems aufzustellen und dann die falschen Lösungen als irrtümlich zu eliminieren“ [POPPER 1996, S. 15]. Er schlägt dazu ein dreistufiges Schema vor [vgl. POPPER 1996]:

1. Das Problem
2. Die Lösungsversuche
3. Die Elimination

Gleichzeitig wird immer wieder gefordert, Lernen in den Naturwissenschaften nicht allein lehrergesteuert und instruktional zu gestalten. Als Methodik experimentelle Ar-

beit als Sequenz von Problemlösungsprozessen zu gestalten werden drei Stufen vorgeschlagen [vgl. DORAN, LAWRENZ, HELGESON, 1994]: eine präexperimentelle, eine experimentelle und eine postexperimentelle Phase. Diese Struktur korreliert sehr stark mit dem Popper-Schema.

Neber und Anton betonen besonders die präexperimentelle Phase bei der Laborarbeit im Unterricht stärker zu berücksichtigen [vgl. NEBER, ANTON 2007]. Sie schlagen vor, die präexperimentelle Phase in eine fünfstufige Sequenz kognitiver Aktivitäten zu teilen [NEBER, ANTON 2007]:

„Aufgabe → Vorwissen aktivieren → Fragestellung formulieren → vermutete Antwort → Planung des Vorgehens“

Ich habe dies bei der Erstellung der Arbeitsblätter (siehe Kapitel 2) berücksichtigt, wobei ich die ersten beiden Schritte zusammengefasst habe und in Form von Statements formuliert habe.

1.2 Ziele

Die Ziele für das Projekt sind sehr hochgesteckt. Wie sich herausstellte, sogar zu hoch gesteckt. Eine Fortsetzung der Projektarbeit in Richtung einer systematischeren, kleinschrittigeren Untersuchung im Rahmen des MNI-Fonds wird angestrebt und wurde beantragt.

Die Ziele für dieses Projekt lauteten:

- Echte Integration des Schülerexperimentes in den Lernprozess des Chemieunterrichts entsprechend des oben beschriebenen „Dreiphasenmodells“.
- Erstellung und Evaluation zweier Beispiele für präexperimentelle Phasen für den Unterricht in Chemie.
- Entwicklung von Kriterien des Einsatzes von solchen Phasen, sowie Herausarbeitung von Voraussetzungen dazu. (Checkliste für Lehrpersonen)
- Betrachtung von Genderaspekten bei den einzelnen Unterrichtsphasen

2 DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTS

2.1 Projektdesign

Am Projekt wurden insgesamt vier Klassen bzw. Lerngruppen sowohl aus dem Wiedner Gymnasium (Regelschule) und der Sir Karl Popper Schule (Hochbegabtenzweig) mit insgesamt 54 Schüler/innen beteiligt. Die Zusammensetzung der Klassen im Einzelnen:

7AG	Gymnasium	7 Schülerinnen	2 Schüler	9 Personen
7AR	Realgymnasium	5 Schülerinnen	11 Schüler	16 Personen
GK	CH-Grundkurs	9 Schülerinnen	10 Schüler	19 Personen
7SK	CH-Schwerpunkt	4 Schülerinnen	6 Schüler	10 Personen

Die unterschiedlichen Lerngruppen unterscheiden sich einerseits durch den Schulzweig (Gymnasium, Realgymnasium) und andererseits im Begabtenzweig durch die Schwerpunktsetzung. Die Schüler/innen im Chemie-Grundkurs haben ein Jahr lang 3 Stunden pro Woche Chemieunterricht und werden nach dem Gymnasiumlehrplan unterrichtet, die Schüler/innen im Schwerpunktkurs haben jeweils 4 Wochenstunden Chemie in der 11. und 12. Schulstufe. Weil den Chemie-Grundkurs der Popperschule aus diesen organisatorischen Gründen sowohl Schüler/innen der 11. als auch der 12. Schulstufe besuchen, wird in dieser Arbeit von Lerngruppen gesprochen.

Um die unterschiedlichen Gruppen vergleichen zu können, wurden Lehrplaninhalte für die Projektphase gewählt, die in allen Lehrplänen unterrichtet werden müssen. Für alle Schüler/innen ist das Projektjahr Anfangsunterricht der Oberstufe, wodurch ähnliche Eingangsvoraussetzungen angenommen werden können. Die Gruppen sind aber keineswegs homogen. Dieses Faktum ist aber eigentlich nie gegeben. Als Themen wurden gewählt: Grundlagen über Säuren und Basen sowie Grundlagen der Redoxchemie.

In jeder Lerngruppe wurde eines der beiden Themen „normal“ – also nach dem herkömmlichen Konzept mit vorgegebenen Experimentalaufgaben – und das andere Thema dem Projektkonzept entsprechend unterrichtet. Die nachstehende Tabelle fasst die Aufteilung zusammen.

Klasse/Lerngruppe	Säuren und Basen	Redoxchemie
7AG	Normal	Projekt
7AR	Projekt	Normal
GK	Projekt	Normal
7SK	Normal	Projekt

Die Klasse 7AG wurde in diesem Schuljahr von der Unterrichtspraktikantin Mag. Heideleine Warton unterrichtet. Sie hat sich bereit erklärt, bei der Projektphase mitzuarbeiten. Das Unterrichtskonzept wurde vom Autor dieser Arbeit erstellt und mit Frau

Warton besprochen. In der Projektphase waren sowohl in der 7AG als auch in der Parallelklasse 7AR jeweils beide Lehrpersonen anwesend und standen zur Betreuung zur Verfügung. In den Popper-Lerngruppen war nur der Autor dieser Arbeit tätig. Das Evaluationskonzept wird im Kapitel 3 genau beschrieben.

2.2 Thema: “Säuren und Basen”

2.2.1 Normalvariante

Der betreffende Teil des Themas „Säuren und Basen“ wurde von den beiden Lehrpersonen geringfügig unterschiedlich gestaltet aber im Wesentlichen nach folgender Unterrichtskonzeption unterrichtet:

- Assoziationszettel Säuren und Basen aus dem Alltag
- Schülerexperiment: Reaktion mit Natron (Backpulver) hilft Säuren von Basen zu unterscheiden. Auf einer Tüpfelplatte¹ (Foliertes A4 Papier schwarz/weiß) werden kleine Häufchen von NaHCO_3 aufgebracht und mit diversen sauren und basischen Lösungen aus Einmal-Kunststoffpipetten versetzt.
- Säuren und Basen nach Brönsted – Protolysereaktionen mit Wasser (Definitionen, Protolysegleichungen, konjugierte Säure/Base-Paare)
- Säure/Base-Indikatoren – pH-Wert
- Schülerexperiment zu Indikatoren und pH-Wert²
- Protolysegleichgewicht – Säurestärke - pK_s
- pH-Wert Berechnungen von starken und schwachen Säuren
- Neutralisationsreaktionen
- Schülerexperiment: Säure/Base-Titration

2.2.2 Projektvariante

Der Lernphase geht ein theoretischer Lehrervortrag über die wesentlichsten Grundbegriffe der Protolysechemie voraus. Inhaltlich abgedeckt wurden: Definition nach Brönsted, Gleichgewichtsreaktionen (schon als ein vorangegangenes Kapitel), pH-Wert.

Die Projektlernphase umfasste 4 Unterrichtsstunden zu je 50 Minuten, die in drei Teile gegliedert wurde:

Präexperimentelle Phase

Experimentelle Phase

Postexperimentelle Phase

Die Aufgabenstellung oder vielleicht besser Problemstellung wurde am Beginn der Phase von mir in wenigen Minuten erklärt. Jede/r Schüler/in bekam ein „Arbeitsblatt“,

¹ Siehe: SCHEIBER, E., KERSCHBAUMER, M., (2007). Qualitative Analyse – „Ionenfischen“ und organische Tests mit der Tüpfeltechnik. In: Chemie und Schule, 22 (2007), 1, S. 17-22

² Ein Beispiel für eine Arbeitsvorschrift Marke “Kochrezept” siehe Anhang

auf dem die in den drei Phasen zu leistende Arbeit beschrieben wird. Alle Arbeitsblätter befinden sich im Originalwortlaut im Anhang. Die gesamte Arbeit ist als Teamarbeit in Gruppen bis zu 3 Personen durchzuführen. Bei der Erstellung des Arbeitsblattes wurden die in Kapitel 1 erläuterten Phasen berücksichtigt.

In der ersten Phase, der präexperimentellen Phase, wurden die Schüler/innen mit drei Informationen konfrontiert, aus denen heraus – unter Einbeziehung ihres Vorwissens (aus dem Unterricht oder auch aus dem Alltag) – mindestens eine Frage formuliert werden musste, deren Beantwortung eine chemische Untersuchung erfordert. Diese/s Experiment/e ist/sind zu planen. Diese Phase dauerte bei den einzelnen Gruppen unterschiedlich lange. Die Einigung auf eine Frage und deren Formulierung sowie eine Idee für ein Experiment, um die Hypothese zu überprüfen ist im Wesentlichen in einer Unterrichtsstunde erfolgt. Die Planung mancher Experimentali-
deen hat sich in Einzelfällen in die nächste Unterrichtsstunde gezogen.

Der zweite Teil umfasst die eigentliche experimentelle Arbeit. Vor Beginn der Arbeit mussten die Gruppen eine Versuchsvorschrift vorlegen, sowie rechtzeitig eine Liste von benötigten Materialien. Dies wurde von der Lehrkraft aber bereits in der präexperimentellen Phase begonnen zu erfassen, so dass die meisten Unterlagen bis zur nächsten Unterrichtsstunde bereit lagen. Während dieser Phase wird auch mitprotokolliert. Diese Phase dauerte circa eben so lang wie die präexperimentelle Phase, also etwa 1,5 Unterrichtsstunden.

Im dritten und letzten Teil werden die Ergebnisse der experimentellen Phase diskutiert, allenfalls das Protokoll noch vervollständigt, und die anfangs erstellten Hypothesen verifiziert oder eben falsifiziert. Im letzten Fall sollen auch neue Hypothesen formuliert werden. Als letzten Punkt sind die Lernenden noch aufgefordert weitere Fragen zu stellen.

2.3 Thema: “Redoxchemie”

2.3.1 Normalvariante

Ähnlich wie beim Thema Säuren und Basen wurde auch für die Einführung in die Redoxchemie ein eher klassisches Unterrichtskonzept gewählt. Folgende Punkte wurden unterrichtet:

- Definitionen Reduktionen, Oxidationen, Oxidationszahl
- Vorgänge bei Redoxreaktionen auf Teilchenebene
- Erstellen einfacher Redoxgleichungen
- Experimente und Übungen nach „Kochrezeptmethode“ (siehe Anhang)

2.3.2 Projektvariante

Analog zur Projektvariante des Themas Säuren und Basen wurden die Schüler/innen veranlasst, in den drei Phasen (präexperimentell, experimentell, postexperimentell) in etwa vier Unterrichtsstunden Problemstellungen bzw. Aufgabenstellungen oder Fragestellungen zu finden, die experimentell beantwortet werden können.

Eine derartige Lernphase wurde zum ersten Mal im Schwerpunktkurs Chemie durchgeführt, wobei den Schüler/innen für die erste Phase eine Doppelstunde zur Verfü-

gung stand und (zumindest) drei Fragestellungen erarbeitet werden sollten. Dabei stellte sich heraus, dass diese Anforderung viel zu hoch ist. Kaum eine Gruppe konnte mehr als zwei Fragen in der vorgegebenen Zeit erarbeiten. Deshalb wurde bei den präexperimentellen Phasen der anderen Lerngruppen immer nur eine Fragestellung verlangt. Die Anzahl der Fragestellungen hängt naturgemäß von der Komplexität ab. Manche Schüler/innenteams, die einfachere Fragen gefunden haben, bekamen während der Arbeitsphase den Auftrag diese noch zu verfeinern oder weitere kürzere Fragestellungen zu erarbeiten. Ein wesentlicher Aufgabenbereich der Lehrperson in dieser Phase ist, beim Formulieren von Fragestellungen Hilfestellungen zu geben. In beratenden Gesprächen mit den Schüler/innenteams, die einer Art Coaching gleich kommt, kann die Lehrperson bewirken, dass die Teammitglieder Fragen entwickeln, die zu experimentell überprüfbaren Hypothesen führen.

2.4 Resultate

Unerwarteterweise haben beim ersten Durchlauf manche Schüler/innen die Ausgangsinformationen/Statements hinterfragt und als möglicherweise falsch interpretiert. Bei den nächsten Gruppen wurde in der Einleitung klargestellt, dass sie die Informationen als richtig annehmen dürfen.

Es gab Unterschiede in der Formulierung der Fragestellungen und der Intensität der Auseinandersetzung damit zwischen den Schüler/innen der Regelklassen und den Hochbegabten. Dies ist nicht erstaunlich, macht aber bei der Zielfragestellung dieses Projektes keinen Unterschied, und wird von mir daher im Folgenden nicht extra betrachtet.

2.4.1 Säuren und Basen

Die drei Informationen, von denen ausgehend die Schüler/innen in der präexperimentellen Phase Forschungsfragen stellen sollten, lauteten:

- Natron bildet bei Kontakt mit sauren Lösungen ein Gas
- Es gibt Farbstoffe, die in sauren und basischen Lösungen unterschiedliche Farbe zeigen
- Zwei gleich konzentrierte, wässrige Lösungen unterschiedlicher Säuren haben nicht notwendigerweise denselben pH-Wert

Die meisten Gruppen entschieden sich für die in den Statements nahe liegenden Fragen. Nur zwei Gruppen bewegten sich etwas weiter weg. Es war festzustellen, dass das Finden der Frage an sich, die Entscheidungsfindung der Gruppenmitglieder dafür und die Hypothesenbildung relativ rasch erfolgte. Der weitaus längere Zeit der Unterrichtseinheit war für die Konzeption des Experimentes erforderlich.

Es wurden folgende Fragen gestellt und experimentell hinterfragt:

Welches Gas entsteht, wenn man Natron mit einer sauren Lösung versetzt?

Diese Frage wurde von insgesamt 4 Gruppen der beiden Projektklassen untersucht, wobei zwar angenommen wurde, dass es sich um Kohlendioxid handelt, aber ergänzend auf Sauerstoff und Wasserstoff geprüft wurde. Eine Gruppe interessierte sich zusätzlich für die weiterführende Frage:

Kann man das Gas in Wasser lösen? Wenn ja, wie gut und wie ist der pH-Wert dieser Lösung.

Welche Farbstoffe weisen in sauren und basischen Lösungen unterschiedliche Farbe auf?

Diese Frage wurde von 3 Gruppen erörtert, wobei sich die Schüler/innen nach unterschiedlichsten Farbstoffen, die im Chemielabor verfügbar sind, erkundigten und die Farbreaktion dieser dann mit sauren, neutralen und basischen Lösungen erkundeten.

Kann eine Farbveränderung eines Indikators durch eine Säure mit einer Base rückgängig gemacht werden?

Zur Beantwortung dieser Frage plante die Gruppe eine Experimentalphase, in der sie mehrere Wasserproben mit unterschiedlichen Indikatoren versetzten, dann ein bestimmtes Volumen Salzsäurelösung ($c = 1 \text{ mol/L}$) zugaben und diese Lösung danach mit ebenso viel Natronlauge ($c = 1 \text{ mol/L}$) versetzten.

Welcher Stoff muss zu einer Säure hinzugefügt werden, um diese zu neutralisieren?

Je einer Säurelösung wurde portionsweise Wasser, Natriumchloridlösung und Natronlauge zugesetzt und dabei die Veränderung des pH-Wertes gemessen.

Die Gruppen fanden also durchaus brauchbare und vernünftige Fragestellungen und konnten ihre hypothetischen Antworten experimentell klar beantworten.

Höchst interessant sind auch die Fragen aus der postexperimentellen Phase, die nicht notwendigerweise experimentell überprüfbar sein mussten. Manche der Fragen wurden mehrmals in ähnlichem Wortlaut formuliert. Sie sind mit einer Zahl in einer nachstehenden Klammer gekennzeichnet. Die meisten der Fragen wurden in nachfolgenden Chemieunterrichtsstunden thematisiert. Man kann die Fragen in zwei Gruppen kategorisieren. Bei der einen Kategorie geht es um Inhalte und/oder weitere experimentelle Fragestellungen:

Ist es möglich, dass auch aus anderen Stoffen außer Natron bei Kontakt mit Säuren Kohlendioxid entsteht?

Reagiert Natron auch mit basischen Lösungen? Wenn ja, entsteht dabei ein Gas? (4)

Gibt es bei Säuren einen pH-Grenzwert, ab dem diese Materialien zersetzen?

Welche Farbe ergibt sich, wenn man verschiedene rote Farbstofflösungen mit Essigsäure mischt?

Wie wirkt sich der pH-Wert auf die Trinkwasserqualität aus?

Wie reagiert Haut auf Säuren und Basen? Wie nehmen wir Schmerz durch Verätzung wahr? (2)

Wo und welche Säuren und Basen kommen in der Natur vor? (2)

Die zweite Gruppe sind Fragen nach Ursachen und gehen thematisch deutlich tiefer:

Wie funktionieren Indikatormessstreifen?

Warum und wie schädigen Säuren und Basen Stoffe?

Warum kann man den pH-Wert nur in flüssigen Lösungen messen?

Welchen pH-Wert hat Blut?

Wovon hängt es ab, dass Farbstoffe mit Säuren/Basen reagieren? (3)

Warum haben zwei gleich konzentrierte Lösungen unterschiedlicher Säuren nicht unbedingt denselben pH-Wert?

Was beinhalten Laugen, dass sie auf Säuren neutralisierend wirken?

Welche Eigenschaften muss ein Stoff haben, um bei Kontakt mit Säuren ein Gas zu bilden?

Es wurden etwa gleich viele Fragen aus jeder Kategorie gestellt. Mir fällt auf, dass solche Fragen im Rahmen eines Brainstormings über Säuren und Basen im regulären Unterricht kaum gestellt werden.

2.4.2 Redoxchemie

Als Input waren folgende drei Informationen gegeben:

- Wässrige Lösungen von Eisen(II)-salzen sind farblos und werden durch längeres Stehen an der Luft gelb bis braun
- Wasserstoffperoxid zersetzt sich zu einem Gas und Wasser
- Kaliumpermanganat wird in der Wasseranalyse zur Bestimmung oxidierbarer Verunreinigungen verwendet.

Es wurden folgende Fragen gestellt und experimentell hinterfragt:

Reagieren Eisen(II)-salze mit H_2O_2 ? Wenn ja, weitere Fragen:

- ***Wie? Verändert sich dadurch der pH-Wert?***
- ***Was entsteht?***
- ***Gibt es Nachweismethoden für Fe^{3+} -Salze, wenn ja, welche?***
- ***Was passiert bei zusätzlicher Erwärmung?***
- ***Wie lautet die Reaktionsgleichung?***

Die experimentelle Untersuchung bestand aus entsprechenden Eprovettenversuchen.

Zu welchem Gas zersetzt sich Wasserstoffperoxid? (3)

Es wurde auf Sauerstoff und Wasserstoff geprüft. Die Untersuchungen wurden mit unterschiedlichen Konzentrationen der Wasserstoffperoxidlösung durchgeführt. Außerdem wurde durch Literaturrecherche herausgefunden, dass Braunstein katalytisch wirkt, was ebenso experimentell verifiziert wurde.

Unter welchen Umständen zersetzt sich Wasserstoffperoxid schneller?(2)

Untersucht wurde der Einfluss von Temperatur, Bewegung (schütteln), Ammoniaklösung und Salpetersäure. Die Gasentwicklung erfolgte in Reagenzgläsern mit aufgesetzter Spritze. Die Geschwindigkeit des Spritzenkolbens wurde festgehalten. Eine Gruppe erinnerte sich an eine Unterrichtseinheit über Katalysatoren, bei der eine ro-

he Kartoffel als Katalysator für eben diese Reaktion eingesetzt wurde und brachte dieses Wissen in die Untersuchung ein.

Wie verhält sich $KMnO_4$ bei der Analyse oxidierbarer Stoffe im Wasser ($\sim pH 7$)? Warum ist das so? Wie äußert sich dies? Wie verändert sich das $KMnO_4$ bei einem pH-Wert > 7 bzw. < 7 ?

Die Untersuchung erfolgte als Eprovettenversuche, wobei Ethanol, Eisen(II)-sulfat und Natriumsulfid als zu oxidierende Stoffe verwendet wurde. Die Reaktionen wurden in neutraler, schwefelsaurer und alkalischer Lösung durchgeführt, tabellarisch protokolliert und entsprechend interpretiert. Probleme tauchten – erwartungsgemäß – bei der Reaktion mit Natriumsulfid auf, da den Schülern nicht bekannt war, dass dieses Salz basisch reagiert.

Sind oxidierbare Verunreinigungen im Leitungswasser?

Zur Klärung der Frage wurde Leitungswasser verschiedener Herkunft (Niederösterreich, Schule, Wasser zuerst lange laufen lassen) mit verdünnter $KMnO_4$ -Lösung (einmal neutral, einmal schwefelsauer) versetzt.

Woran erkennt man, dass Kaliumpermanganat mit Verunreinigungen reagiert?

Die Fragestellung wurde mit entsprechenden Reagenzglasversuchen geklärt. Dabei wurde eine schwefelsäure Kaliumpermanganat mit unreinem geschmolzenen Schnee zur Reaktion gebracht.

Bei diesem Thema wurden in der postexperimentellen Phase relativ wenige Fragen gestellt. Aus der Gymnasiumklasse kamen kaum Fragen. Sie beschäftigten sich in dieser Unterrichtszeit noch mit Auswertungsfragen und wollten keine weitere Fragen mehr stellen. Aber auch in diesem Fall halten sich die Wie- und Warum-Fragen die Waage:

Wie funktioniert ein Katalysator genau?

Was entsteht wenn man gelbes Blutlaugensalz zu Fe^{2+} -Salzen hinzufügt?

Wie bestimmt man die Menge der Wasser verunreinigenden Stoffe?

Warum reagiert das Permanganat im Sauren anders als im Basischen bzw. Neutralen?

Warum bedarf es zur Reaktion von $KMnO_4$ mit Ethanol Hitze, um diese hervor zu rufen?

Warum hat Wasserstoffperoxid einen kleineren pH-Wert als Wasser?

3 EVALUATION

3.1 Konzeption

Die Evaluation des Projekts ist sehr umfangreich und erfolgte in mehreren Ebenen und mit unterschiedlichsten Instrumenten.

Mit je einem informellen Test aus beiden Fachgebieten, anonym durchgeführt, sollte die Auswirkung auf die kognitiven Fähigkeiten der Schüler/innen überprüft werden.

Ein halboffener Fragebogen zielt auf Ergebnisse im Bezug auf Interesse am Fach, an den Naturwissenschaften generell und sollte erheben, wie gut diese Art des Unterrichts Gefallen findet. Dieses Instrument stellt die interne Evaluation dar.

Die externe Evaluation wurde durch Frau Dr. Anna Streissler³ von der Universität Wien in Form von Gruppeninterviews durchgeführt. Dabei sollte auch der Genderaspekt berücksichtigt werden. Frau Dr. Streissler führte – in Rücksprache und Kontakt mit Mag. Sylvia Soswinski auch das Gendercoaching durch.

Um die Prozesse zwischen den Schülern/innen während der präexperimentellen Phase mitverfolgen zu können, wurden Video- und Tonbandaufnahmen gemacht.

Besprechungen zwischen den Lehrpersonen nach den Phasen, bei denen beide Lehrkräfte anwesend waren, moderiert von Dr. Streissler und ein „Forschungstagebuch“ des Projektnehmers runden das Evaluationskonzept ab.

3.2 Tests

In allen Lerngruppen wurde nach Durchführung der normalen Unterrichtsphase bzw. der Projektphase in jedem Fachgebiet ein kurzer informeller Test durchgeführt. Um den Leistungsdruck zu nehmen und einen echten Vergleich zu haben, wurden die Tests anonym durchgeführt.

Es ergaben sich keine signifikanten Wissensdifferenzen zwischen den Vergleichsgruppen, obwohl die Schüler/innen in den Interviews behaupteten, dass vom Stoff „mehr hängen“ bleibe, wenn es eine präexperimentelle Phase gibt. Das Ergebnis der Tests halte ich allerdings nicht für valid, da die Gruppen äußerst heterogen sind und das Sample auch sehr gering ist, um eine vernünftige statistische Aussage machen zu können. Dieses Evaluationsinstrument ergab also daher leider kein brauchbares Ergebnis.

3.3 Fragebogen

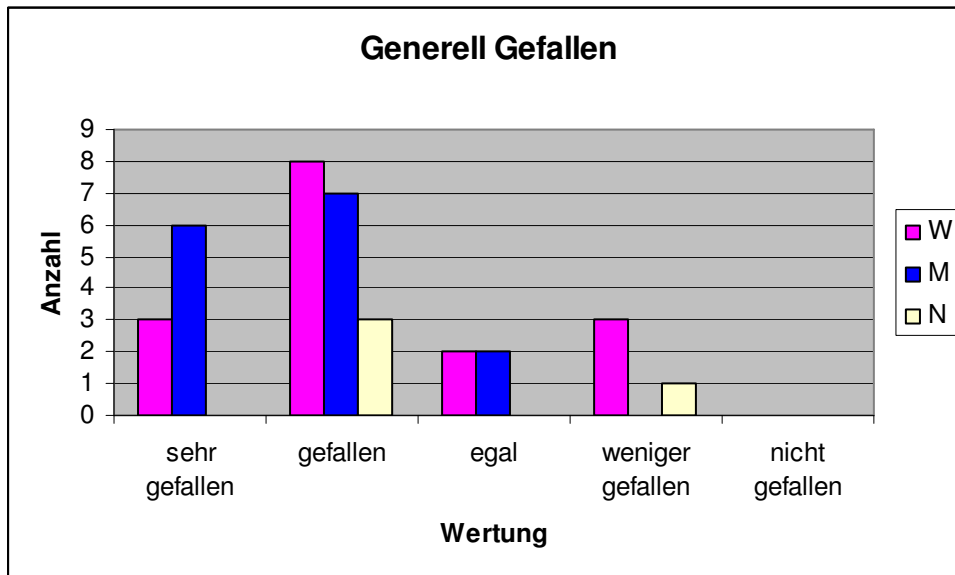
Der halboffene Fragebogen als Instrument einer internen Evaluation bestand aus 2 Teilen. Im ersten Teil werden Fragen zum MNI-Projekt, den eigentlichen experimentellen Phasen gestellt. Der zweite Teil widmet sich dem Interesse und der Einstellung zu Chemie und den Naturwissenschaften. Die Fragen wurden mit Frau Dr. Streissler besprochen, wobei besonders der Genderaspekt im Rahmen des Gendercoachings eine wichtige Rolle spielte. Dies ist auch der Grund für diesen zweiten Teil.

³ Kultur- und Sozialanthropologin mit Schwerpunkt Kinder- und Jugendforschung und Bildungsforschung. Lektorin an der Universität Wien, Projektmitarbeiterin am IUS Klagenfurt.

Den Fragebogen haben 16 Schülerinnen, 15 Schüler und 4 Lernende, die sich keinem Geschlecht zuordnen wollten (dies war im Fragebogen vorgesehen).

Die Ergebnisse des Fragebogens, die deutliche Aussagen hinsichtlich Gender ergeben (vor allem die Fragen des Teils 2) sind im Abschnitt 3.6. erläutert. Im Folgenden werden alle anderen Fragen erörtert.

Die erste Frage zielte auf den Gesamteindruck der Projektphase ab. In einer fünfstufigen Skala konnte bewertet werden, wie sehr die Phase gefallen hat und in einer offenen Form, was gut und was nicht so gut gefallen hat.



77% aller Befragten hat die Projektphase gefallen oder sehr gefallen. Als Gründe für **gutes Gefallen** wurden genannt:

Selbstständig Arbeiten (14 Nennungen)

Selbst denken müssen und damit wirkliches Verstehen, Forschen (4 Nennungen)

Selbst Experimentieren und Verstehen (4 Nennungen)

Hilfestellungen (Anleitung, Lehrer) (2 Nennungen)

Selbstverantwortliches Arbeiten

Eigene Ideen umsetzen und beweisen

Freies Arbeiten, keine zu starke Struktur

Abwechslung, neue Lehrmethode kennenlernen

Interviews zum Abschluss

Aspekte, die **nicht gefallen** haben, waren:

Es war zu plötzlich, wir waren unvorbereitet (3 Nennungen)

Zu wenig Zeit (2 Nennungen)

Hilflosigkeit zu Beginn

Angabe

Gefahren des Versuches nicht gut beleuchtet

Versuche, die schief gegangen sind

Leistungsdruck

Es war nicht sehr anspruchsvoll 2

Eingeschränkter Themenkreis

Zu viel Selbstständigkeit

Die Schüler/innen wurden nach Tipps gefragt, die sie der Lehrperson für eine nochmalige Durchführung dieses Projekts geben würden:

W:

Mehr Zeit geben

Mehr Informationen vor Beginn der Phase 2

Verbindlichere Angaben

Mehr Vorwissen

Bessere Vorbereitung 2

Mehr Zeit für die Erklärung der Aufgabenstellung

Nicht mehr durchführen

M:

Aufgabenstellung zu Beginn genauer erklären

Konkretere Einführung

2 Lehrer einsetzen

Mehr konkrete Anregungen geben

Viele Hilfestellungen am Anfang geben

Eventuell die Ziele genauer festlegen

3.4 Video- und Tonbandaufnahmen

In zwei Klassen wurde bei einer Gruppe ein Tonband positioniert, welches das gesamte Gruppengespräch aufnahm. Mit der Kamera ging Frau Dr. Streissler von Gruppe zu Gruppe, wobei sie jeweils einige Minuten verweilte. Dabei ergaben sich zwei Probleme: die Lehrpersonen und Frau Streissler tendierten zumindest am Anfang dazu, einander aus dem Weg zu gehen, wodurch öfter Gruppen bei der selbständigen Arbeit gefilmt wurden als bei ihrer Interaktion mit einer der Lehrpersonen. Zweitens lief die präexperimentelle Phase in den verschiedenen Gruppen ganz unterschiedlich ab. Während einige Schüler/innen animiert diskutierten, was auf dem Video deutlich zu erkennen ist, fanden andere ihre Ideen vor allem durch das Verschriftlichen (Aufschreiben von Formeln und Arbeitsanweisungen) bzw. durch Murmeln. Die Bildqualität eines Videos bzw. die Empfindlichkeit des Mikrofons ist jedoch zu schlecht, um diesen stärker schriftlich ablaufenden Denkprozess adäquat einzufangen. Bei diesen Gruppen entsteht außerdem ein Dilemma, nämlich eher von vorne zu filmen, um eine optimale Tonqualität zu erlangen oder von hinten, quasi die Schüler/innen über die Schulter beim Schreiben zu filmen. Für eine ausführliche Analyse der Argumentationsweisen der Schüler/innen wäre es unter Umständen sinnvoll

ler, bei jeder Gruppe ein Tonband mitlaufen zu lassen und eine Kamera auf einem Stativ in eine Ecke des Chemiesaales zu positionieren, welche die Interaktionen aller Gruppen so gut wie möglich erfasst.

Die vollständige Auswertung der Videos und Tonbandmitschnitte würde den Umfang der Evaluation sprengen. Eine Transkription und eingehende Untersuchung, wie die Schüler/innen zu ihren Fragestellungen fanden und wie die Interventionen der Lehrpersonen ihren Denkprozess beeinflusste, könnte im Rahmen eines Folgeprojekts untersucht werden.

Im Rahmen der Interviews wurden die Schüler/innen befragt, wie störend das Filmen bei der Arbeit war und ob es dazu Veränderungsvorschläge für ein nächstes Mal gäbe. Manche Schüler/innen ließen sich wenig bis gar nicht durch die Kamera stören, wobei diejenigen im Vorteil waren, die in anderen Gegenständen oder Situationen bereits gefilmt worden waren. (Tendenziell ist der Einsatz von Videos in den Popper-Klassen üblicher als im Wiedner Gymnasium.) Aber es gab auch Schüler/innen ohne Filmerfahrung, die sich dadurch nicht aus der Ruhe bringen ließen, z.B. eine Schülerin, die berichtete: „Ich fand es nicht mal störend (...) nur ungewohnt.“ Eine andere Schülerin konnte die Kamera einigermaßen erfolgreich ignorieren. Ein Schüler berichtete, dass er sich im Lauf der Stunde an die Kamera gewöhnt hätte und sie schließlich nicht so störend empfunden hätte, die Erfahrung sei aber neu gewesen: „Es ist eigentlich das erste Mal, dass ich vor laufender Kamera arbeite.“ Andere Schüler/innen störte das Filmen ziemlich: (w:) „es wird immer unangenehm sein“, (w:) „man fühlt sich halt schon beobachtet“, w: die Aufzeichnung habe „auch was Beängstigendes“. Dabei stellte sich heraus, dass die Schüler/innen nicht verstanden, warum überhaupt gefilmt wurde. Eine Schülerin berichtete, sie hätte das Filmen am Anfang ganz irritierend empfunden: „Da hat man irgendwie die Erwartung gehabt, *wenn* gefilmt wird, dann ist ja die Voraussetzung, dass die Schüler was wissen, das hat mir Angst gemacht, weil jetzt denkt er [der Lehrer], dass wir das alles können sollten.“ Wenn sie sich besser ausgekannt hätten, dann hätte es sie nicht so gestört.

Schülerinnen schlugen außerdem vor, bei einem nächsten Mal sowohl präexperimentelle als auch experimentelle Phasen zu filmen, da sei dann der Unterschied zwischen den beiden Phasen besser feststellbar. Wenn sie bei den Experimenten gefilmt würden, würde klar, „da engagieren wir uns wirklich“. Ein weiterer Veränderungswunsch betraf nicht die Art und Weise des Filmens bzw. die Zeitpunkte sondern die Filmende. Eine Schülerin schlug vor, eine Mitschülerin oder einen Mitschüler aus der eigenen Klasse filmen zu lassen, denn da seien alle „am entspanntesten“.

3.5 Interviews

3.5.1 Allgemeines

Frau Dr. Streissler führte zwischen Februar und April 2007 10 Interviews durch. Vier dauerten rund 15 Minuten, zwei rund 20 Minuten und vier zwischen 25 und 32 Minuten. Die Interviewgruppen bestanden aus zwei bis vier Schüler/innen, wobei von jeder Lerngruppe ein Schüler/innengruppe vertreten war. Die Gesprächsatmosphäre mit allen Schüler/innen war insgesamt konstruktiv und angenehm. Mit einer Mädchengruppe kam das Gespräch nicht so recht in Schwung, eine Burschengruppe nahm das Gespräch sehr locker, obwohl sie interessante Aussagen machten.

Für die Gruppeninterviews wurde ein Frageleitfaden verwendet, wie er auch bereits in ähnlicher Weise für die Evaluation anderer MNI-Projekte eingesetzt wurde:

- Einstieg: kurze Beschreibung des Projektes
- positive Aspekte
- negative Aspekte
- Verbesserungsvorschläge
- Hat das Projekt die Einstellung der Schüler/innen zum Fach verändert und wenn ja, inwiefern? Wie kommt das Fach jetzt bei ihnen an?
- Gibt es Unterschiede in der Arbeitsweise von Mädchen und Burschen (bei solchen Aufgaben)?
- (bei gefilmten Klassen) Wie störend war die Videobeobachtung und was könnte ich beim nächsten Mal verbessern?
- Abschlussfrage: Was wollen die Schüler/innen sonst noch über das Projekt sagen? Möglichkeit einer „Botschaft“ an ihren Lehrer, sowohl bezüglich des Projektes als auch bezüglich des Regelunterrichtes

Alle Interviews wurden mit einem digitalen Tonbandgerät aufgenommen, transkribiert und inhaltsanalytisch und texthermeneutisch ausgewertet.

3.5.2 Ergebnisse

Originalzitatpassagen sind unter „Anführungszeichen“ gesetzt. Ergänzungen in Originalzitataten sind [in eckige Klammern] gesetzt. Kursiv geschriebene Wörter wurden im Interview besonders *betont*. (w) steht für eine Aussage einer Schülerin, (m) für eine Aussage eines Schülers.

3.5.2.1 Einstieg – kurze Projektbeschreibung

Auf die Einstiegsfrage berichteten alle befragten Gruppen ausführlich über das Projekt. Obwohl sich die Aussagen von Burschen und Mädchen inhaltlich teilweise überlappen, gehen sie in wesentlichen Punkten stark auseinander. Gemeinsam ist allen eine positive Grundeinstellung gegenüber dem Projekt. Das Projekt sei interessant und wecke bzw. verstärke das eigene Interesse, das selbständige Erarbeiten des Stoffes durch die Entwicklung eigener Fragen. (w) „Es hat sehr Spaß gemacht, auf Sachen drauf zu kommen“, (m) „Es war interessant, sich allein mit dem Thema auseinanderzusetzen.“ Positiv wurde auch die Arbeit in der Gruppe eingeschätzt, wobei diese für die Burschen stärker im Vordergrund steht als für die Mädchen.

Die Burschen konzentrierten sich bei ihren weiteren Antworten auf die Herausforderungen, welche das selbständige Entwickeln von Hypothesen und das anschließende Verifizieren bzw. Falsifizieren darstellte, betonten stärker die (positiven) Ergebnisse als den Prozess und stellten sich meist als selbstbewusst und kompetent dar. Unklar ist, inwieweit bei diesen Aussagen das Bedürfnis der Burschen eine Rolle spielte, sich einerseits voreinander erfolgreich zu präsentieren, andererseits der Interviewerin zu imponieren. Bei der Beschreibung des Projekts hatten die Burschen tendenziell das Gesamtdesign des Projektes im Auge.

Die Mädchen beschrieben das Projekt tendenziell anders, sie bezogen sich besonders auf die präexperimentelle Phase und schilderten diese in vielen Fällen als „mühsam“, „schwierig“ und „umständlich“. Sie berichteten außerdem von Gefühlen

wie Hilflosigkeit, Ungewissheit und Verzweiflung, die durch das selbständige Arbeiten entstanden. („Wir waren ein bissl hilflos.“, „Ich war am Anfang recht verzweifelt, um es ehrlich zu sagen.“). Sie verwendeten auch Begriffe wie „Schrecksekunde“, „Oh Gott!“ und „Hilfe!“, die diese negativen Gefühle noch unterstrichen. Der Nachteil selbständiger Arbeit sei die mangelnde Struktur und mangelnde Orientierung gewesen: „Es hat am Anfang eigentlich keine Struktur gehabt, wir haben nicht gewusst, was wir tun sollten, jeder hat was anderes verstanden.“, „Am Anfang haben wir nicht gewusst, was wir machen sollen (...) wenn man gar nichts drüber weiß, kann man auch keine Fragen drüber stellen.“). Diese vermeintlich mangelnde Struktur und anfängliche Unsicherheit löste Angst vor dem Versagen aus („Oh Gott! Was soll man tun? Mir fällt sicher nichts ein!“). Gleichzeitig waren es aber auch die Mädchen, die ihre Erleichterung thematisierten, die gestellte Aufgabe schließlich bewältigt zu haben („Wir waren einfach froh, dass wir ein Ergebnis hatten, dass wir Fragen hatten!“, „[Es hat] besser funktioniert, wie ich am Anfang geglaubt habe.“). Sie berichteten von gesteigertem Kompetenzgefühl und Freude über die doch gelöste Aufgabe, also von ausgesprochenen Erfolgserlebnissen: „Als wir es dann hatten, war es auch lustig, das hat dann gepasst.“, „Ich war nie besonders begabt in Chemie aber das [Projekt] hat mir gezeigt, dass ich *doch* ein bissl was kann.“

Zwei Mädchen berichteten, dass es ihnen in der experimentellen Phase besser gegangen sei als in der präexperimentellen: „In der zweiten Stunde, wo wir angefangen haben zu experimentieren, war dann jedem alles klar“. Bis zu dem Projekt hätten sie laut einer weiteren Schülerin im Chemieunterricht zwar auch Experimente gemacht, „aber immer nur nach Vorschrift“. Im Projekt mussten sie hingegen „selber entscheiden, was sie machen wollten“. Ein Mädchen betonte, dass Experimente die eigene Vorstellungskraft förderten und nannte als Beispiel das Eintreten der Farbveränderung: „Ich hab mir nicht vorstellen können, dass das so schnell passiert und nach dem Experimentieren ist es einfach viel einfacher gegangen, man braucht..., ich brauch zumindest irgendwas, was ich mir anschauen kann.“ Das Experiment sei ein Resultat gewesen, gleichzeitig hätte es in ihrer Gruppe aber weitere theoretische Fragen aufgeworfen, weil sie es sich „besser vorstellen konnten“. Eine andere Schülerin berichtete, dass ihr Experiment nicht funktioniert habe, denn das, was sie messen wollten, habe keinen Unterschied gemacht. Dafür seien sie beim Experimentieren „auf etwas ganz anderes gekommen“. Eine dritte Schülerin erzählte, dass die eigene Vermutung durch das Experiment bestätigt wurde. Dieser Sachverhalt war nur einem einzigen Burschen eine Erwähnung wert.

Über die postexperimentelle Phase berichteten die Schüler/innen von sich aus gar nicht. Bei einer Gruppe fragte ich nach, worauf eine Schülerin meinte, an die postexperimentelle Phase könne sie sich „überhaupt nicht erinnern“. Das weitere Fragen stellen nach dem Experiment, das ja (siehe oben) stattfand, wurde also von den Schüler/innen offensichtlich nicht als eigenständige Projektphase aufgefasst.

3.5.2.2 Positive Aspekte

Die Schüler/innen fanden eine lange Liste an positiven Argumenten, wobei sie teilweise ihre Eingangsaussagen wiederholten. Bei dieser Frage überschritten sich die Argumente von Burschen und Mädchen großteils. Als Argumente wurden vorwiegend genannt:

Abwechslung

(w:) „mal was Neues“

dafür nötige Kreativität

individuelle Förderung jeder (w:) „nach seinem Level“

selbständiges Arbeiten

vieles (w:) „selbst machen“

(w:) „wissenschaftliches Denken schulen“

„eine ideale Unterrichtsmethode“

Bei der Frage nach positiven Aspekten fielen den Schüler/innen auch einige negative Aspekte ein. Zwar sei positiv gewesen, dass sich die Schüler/innen selber aussuchen konnten, inwieweit sie sich in den Stoff vertieften. Es sollte aber bestimmte Anforderung geben, damit die Schüler/innen gleich viel arbeiteten. Die Gruppe der betreffenden Schülerin hätte sich nämlich „ein bisschen verausgabt“. Laut einer anderen Schülerin hätte die Anzahl der Fragestellung eingeschränkt werden sollen. Ein Schüler meinte, wenn man länger in dieser Unterrichtsform arbeite, könnte unter den Schüler/innen ein sehr unterschiedliches Wissensniveau entstehen.

3.5.2.3 Negative Aspekte

Auffällig ist zunächst, dass die Liste der negativen Aspekte des Projekts in allen Gruppen viel kürzer war als die Liste der positiven Merkmale. Einigen Schüler/innen fiel auf diese Frage überhaupt keine Antwort ein. Andere wiederholten bei dieser Frage noch einmal positive Aspekte, teilweise nachdem sie auf negative Aspekte hingewiesen hatten.

Bei genauerer Analyse der Antworten zeigen sich auch hier genderspezifische Unterschiede. Einige Mädchen beklagten, dass sie „nicht besser [auf das Projekt] vorbereitet wurden“, dass diese Aufgabenstellung zu plötzlich kam und einem Sprung ins kalte Wasser ähnelte („Wir wurden hingestellt und es hat geheißen: Jetzt machts Ihr die Fragen, jetzt machts Ihr die Vorbereitungen, naja, ok, nach drei Jahren Chemie wird's auch Zeit dafür, aber es war uns zu plötzlich!“). Formulierungen wie „Schrecksekunde“, „Hilfe!“ und Unsicherheit wurden wieder verwendet. Die Burschen hingegen generalisierten stärker und machten teilweise hypothetische Aussagen. Ein Schüler beklagte die Zeitintensität von Projekten allgemein, bei denen man viel außerhalb des Unterrichts arbeiten müsse.

3.5.2.4 Veränderungsvorschläge

Entsprechend der relativ kurzen Liste von negativen Aspekten hatten die Schüler/innen auch nur wenige Veränderungsvorschläge. Eine Schülerin wünschte sich größere Wahlmöglichkeiten beim Thema. Ein weiteres Mädchen beklagte die ungenauen Erklärungen am Angabezettel, ihrer Gruppe sei deshalb am Anfang unklar gewesen, was sie machen sollten. Eine dritte Schülerin wünschte sich, „in kleineren Schritten“ zu so einer Problemstellung hingeführt zu werden. Der Lehrer solle zeigen, wie man Fragen stelle und außerdem besser auf den Aufbau eines Arbeitsauftrages und die notwendigen Vorschriften aufmerksam machen.

In einer Gruppe, die besonders rasch zu Fragen fanden, wünschte sich ein Schüler eine individuellere Zeitgestaltung. Die Aufteilung zwischen präexperimenteller Phase und experimenteller Phase auf zwei Stunden solle aufgehoben werden, damit die rascheren Schüler/innen schon experimentieren könnten.

3.5.2.5 Veränderung des Interesses am Fach

Nur eine Schülerin meinte, ihr Interesse habe sich durch das Projekt nicht geändert, alle anderen sprachen von einer Erhöhung des Interesses, zumindest in einigen Stoffgebieten oder bei den konkreten Experimenten.

Die Mädchen begründeten meist ihre Aussagen ausführlicher und griffen auch bei dieser Frage das Thema Erfolgserlebnis auf. Es sei interessanter, wenn man selbst „im Unterricht gefordert“ werde statt sich „berieseln lassen zu müssen“. Das Projekt habe ein bereits vorhandenes Interesse noch gesteigert und „es hat mir vielleicht gezeigt, dass ich, wenn auch nicht ganz allein, doch in der Gruppe fähig bin, intelligente chemische Fragestellungen zu finden, weil normalerweise (...) auf Fragestellungen zu kommen ist jetzt nicht so meins.“ Eine andere Schülerin beschrieb es noch konkreter: „Es war gut zu erfahren, dass man auch was drauf hat in Chemie, auch wenn man sich jetzt nicht extrem gut auskennt.“ Das Projekt hätte ihr Selbstbewusstsein gegenüber dem Fach erhöht: „Wir haben da gegrübelt auch, wie die Formel sein muss und ich hab das so plötzlich gesehen und ich war dann total auf einem..., so super drauf, als ich gesehen hab, die Formel stimmt ... und eben so ein *Erfolgserlebnis!* Ich kann doch was machen, ich muss mich nur anstrengen.“

Vielen Schüler/innen gefiel das Erfinden eigener Experimente, das „selbst ausprobieren“. Eine Schülerin meinte z.B., sie sei „bei den Experimenten viel mehr dabei“ gewesen, während ihr der sonstige Unterricht „egal“ sei. Das Projekt habe laut einem anderen Mädchen gefördert, dass man sich selbst Gedanken mache, „wie und was man macht“. Eine Schülerin, die sich selbst als nicht gut in Chemie einschätzte, beschrieb die Experimente als „Chance, sich zu beweisen“. Im regulären Unterricht hätte sie hingegen „dauernd Angst, etwas Falsches zu sagen“. Ein Schüler, dessen Interesse „sich in Grenzen“ hielt, lobte Versuche als „generell Horizont erweiternd“. Zwei Schülerinnen meinten: „Es war wirklich interessant, das alles selbst auszuarbeiten“, sie würden das Projekt „gern noch mal machen (...) weil es macht auch Spaß.“

3.5.2.6 Unterschied zu üblichen Experimentalphasen

Wenn man die konventionellen Arbeitsvorschriften vor sich habe, meinte eine Schülerin, sei dies auch für schwächere Schüler/innen leichter. Drei andere Schülerinnen argumentierten, sie würden „genauer“ und „aufmerksamer“ arbeiten. Ein Bursch meinte, es gebe keinen großen Unterschied, „Versuch ist Versuch“, sie arbeiteten bei den Versuchen sonst auch zu zweit.

Die Aussagen der Mädchen bezüglich der Bedeutung der Versuche für die Steigerung des eigenen Interesses und die Antworten auf die Frage zu den Unterschieden zwischen Experimenten im Regelunterricht und Versuchen im Projekt lässt sich schließen, dass für die Mädchen die Experimente eine größere Bedeutung erhielten und tendenziell anders erlebt wurden als von den Burschen.

3.5.2.7 Botschaft an Lehrer

Zum Abschluss des Interviews wiederholten die Schüler/innen teilweise die Aussagen, die ihnen selbst am wichtigsten waren. Der Professor sollte außerdem bei einem neuen Thema kurz die Grundvoraussetzungen wiederholen und fragen, ob alles klar sei.

Ein Schüler formulierte einen Tipp an die zukünftigen Projektgruppen: Voraussetzung für gutes Gelingen sei, dass die Gruppe miteinander arbeiten könne, außerdem müsse sich die Gruppe vorher überlegen, was sie für ein Ergebnis erreichen wolle.

Zwei Schülerinnen äußerten sich noch einmal allgemein positiv, eine hätte: „mehr über das Thema gelernt“, die andere betonte, es sei interessant gewesen, „mal etwas allein zu machen (...), [da sie] sonst nicht so mitten drin im Thema“ sei. Einige Schüler/innen würden ein solches Projekt sehr gerne wieder machen.

Jeweils eine Schülerin und ein Schüler reflektierten allgemeiner über die didaktischen Vorteile eines solchen Projektes: (w:) „Ich hoffe, dass das vermehrt und öfter gemacht wird, nicht nur bei uns, sondern auch in anderen Schulen, weil ich glaub wirklich, dass das eine Methode ist, die das Interesse weckt, nicht nur in Chemie sondern in anderen Naturwissenschaften.“

3.6 Genderaspekte

Im Rahmen des Projektes wurde eine Finanzierung für ein spezielles Gendercoaching zur Verfügung gestellt. Nach Rücksprache mit dem Gender Netzwerk wurde vereinbart, dass Frau Dr. Streissler dieses Coaching durchführt, da sie mit dem Projekt durch die umfangreichen Tätigkeiten im Bereich der Evaluation bereits gut vertraut ist. Das Coaching bestand aus Beratungsgesprächen, die in der entsprechenden Erstellung des Fragebogens aber auch des Evaluationskonzepts mündeten.

Die Videoaufnahmen wurden auf genderspezifisches Verhalten untersucht. Die Tatsache, dass viele Schüler/innen in genderheterogenen Gruppen arbeiteten, erschwerte die Analyse und beim bloßen Anschauen und Zuhören sind keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

Die Genderunterschiede wurden in den Abschnitten des Kapitels 3.5.2. im Rahmen des Berichts über die Interviews bereits erörtert.

Im Rahmen der Interviews wurden die Schüler/innen nach ihrer Sicht des Genderaspekts gefragt: Gibt es Unterschiede in der Arbeitsweise von Mädchen und Burschen bei solchen Aufgaben? Die Aussagen zu diesem Thema sind extrem unterschiedlich und zwar in zweierlei Hinsicht. Manche Schüler/innen konstatierten geschlechtsspezifische Unterschiede im Arbeitsverhalten, andere wiesen darauf hin, dass das fachliche Interesse viel wichtiger sei als das Geschlecht (jeweils drei Mädchen und drei Burschen). Der zweite Unterschied betrifft die Konkretheit oder Abstraktheit der für die Argumentation herangezogenen Situationen. Die Frage nach Genderunterschieden wird anders beantwortet, je nachdem, ob die Schüler/innen eher abstrakte, allgemeine Ideen oder ein konkretes Beispiel im Kopf haben.

Die Aussagen wurden geclustert und nach diesen zwei Kriterien geordnet.

	weiblich	männlich
+	5	2
-	8	5
?	1	2

	konkret	abstrakt
+	1	5
-	5	9
?		

+: es gibt Unterschiede, -: es gibt keine Unterschiede ?: weiß nicht

Aus diesen Tabellen sind maximal Tendenzen ableitbar, sie besitzen statistisch keine Aussagekraft, da das Sample zu gering ist. Eine Tendenz wäre darin zu sehen, dass eine Mehrheit von Schüler/innen (13:7) keine Unterschiede wahrnimmt, eine andere,

dass eher Mädchen als Burschen Unterschiede sehen, außer die Burschen haben abstrakte Ideen im Kopf. Im Anhang finden sich exemplarische Beispiele für Aussagen hinsichtlich der Genderaspekte.

Interessante Ergebnisse hinsichtlich der Genderperspektive liefern die zweite und die vierte Frage des ersten Teils des Fragebogens sowie der zweite Teil des Fragebogens, die daher an dieser Stelle zusammengefasst sind.

Im ersten Teil (zweite Fragestellung) sollten die Schüler/innen aus 6 Aussagen solche ankreuzen, die für sie bzw. ihre Gruppe zutreffend erscheinen. Die Aussagen lauten:

- Bei der präexperimentellen Phase war mir am Anfang die Fragestellung klar/nicht klar.
- Wir haben zunächst geglaubt, nicht genügend Vorkenntnisse zu haben, um zu sinnvollen Fragen zu kommen/Wir haben gleich versucht, konkrete Fragen zu formulieren.
- In der Gruppe haben wir nicht so schnell/schnell zu konkreten Fragen gefunden.
- Insgesamt haben wir uns bei dem Arbeitsauftrag am Anfang unsicher/sicher gefühlt.
- Wir haben insgesamt recht selbständig gearbeitet/wir haben oft Hilfe durch die Lehrperson geholt.
- Als wir die Lehrperson um Hilfe gebeten haben, haben wir eher allgemeine/sehr spezifische Fragen gestellt.

Hinsichtlich der ersten Aussage sind keine genderspezifischen Unterschiede zu sehen. Das Ergebnis liefert eine auch in den Interviews immer wieder auftretende Kritik hinsichtlich der Klarheit der Arbeitsaufträge bzw. in der Einstiegsphase zur präexperimentellen Phase (Diagramm 1).

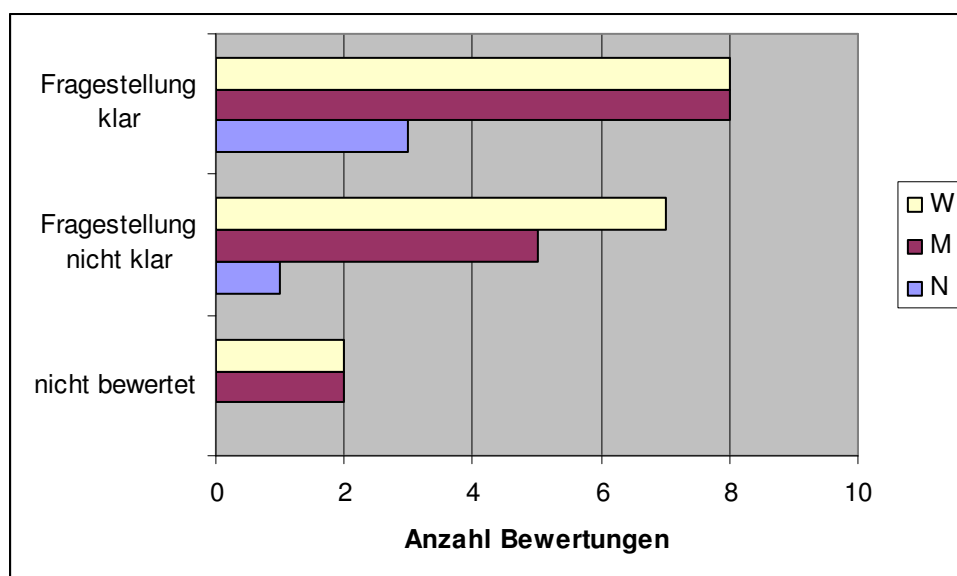


Diagramm 1: Klarheit der Fragestellung am Beginn der präexperimentellen Phase.

Während die große Mehrheit der Schüler in der präexperimentellen Phase gleich versucht haben, konkrete Fragen zu formulieren, haben die meisten Schülerinnen zunächst gedacht, nicht genügend Vorkenntnisse zu haben (Diagramm 2). Dies führ-

te dazu, dass sie auch nicht ganz so schnell konkrete Fragen gefunden haben. Obwohl die Schüler sofort mit der Suche nach Fragestellungen begonnen hatten, haben sie offenbar auch nicht schneller zu konkreten Fragen gefunden als die Schülerinnen (Diagramm 3).

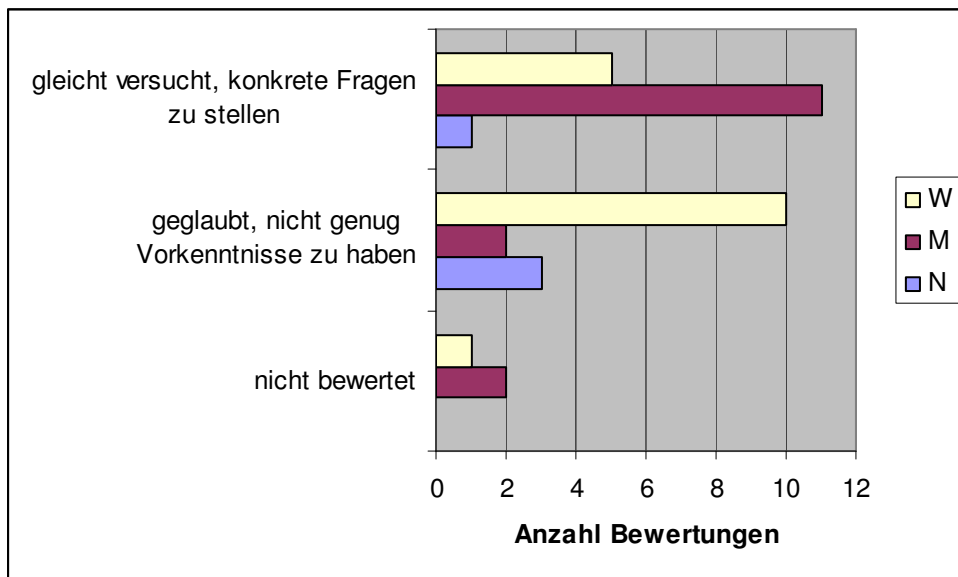


Diagramm 2: Arbeitsbeginn..

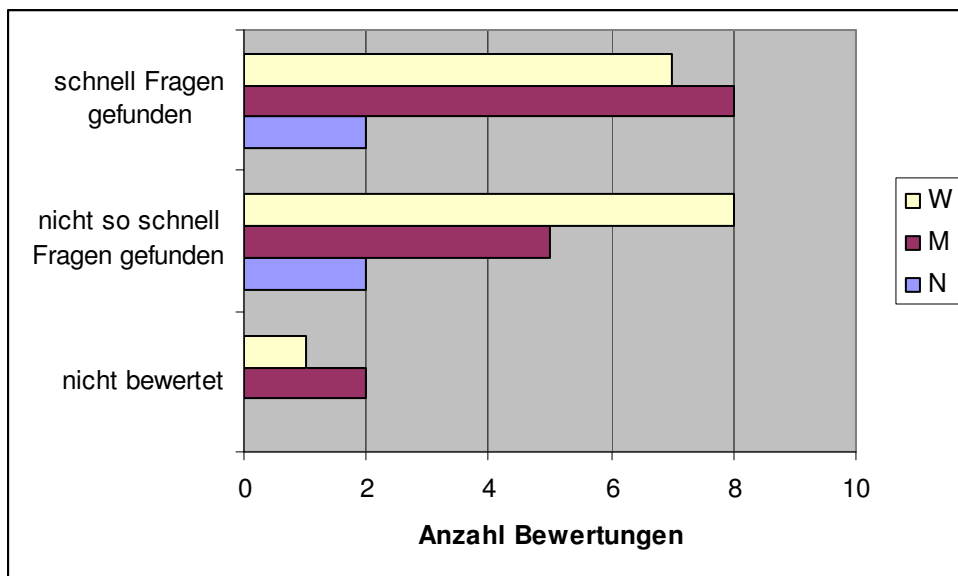


Diagramm 3: Finden von Fragen

Es zeigt sich, dass sich Schüler bei Arbeitsaufträgen für selbstständige Erarbeitungsphasen deutlich sicherer fühlen als die Schülerinnen. (Diagramm 4) Dies hat jedoch keine Auswirkung auf die Selbstständigkeit bei der Arbeit an sich (Diagramm 5). Was die Art der Fragen anlangt, werden eher spezifische Fragen als allgemeine Fragen gestellt. Einen Unterschied aus Gendersicht gibt es nicht (Diagramm 6).

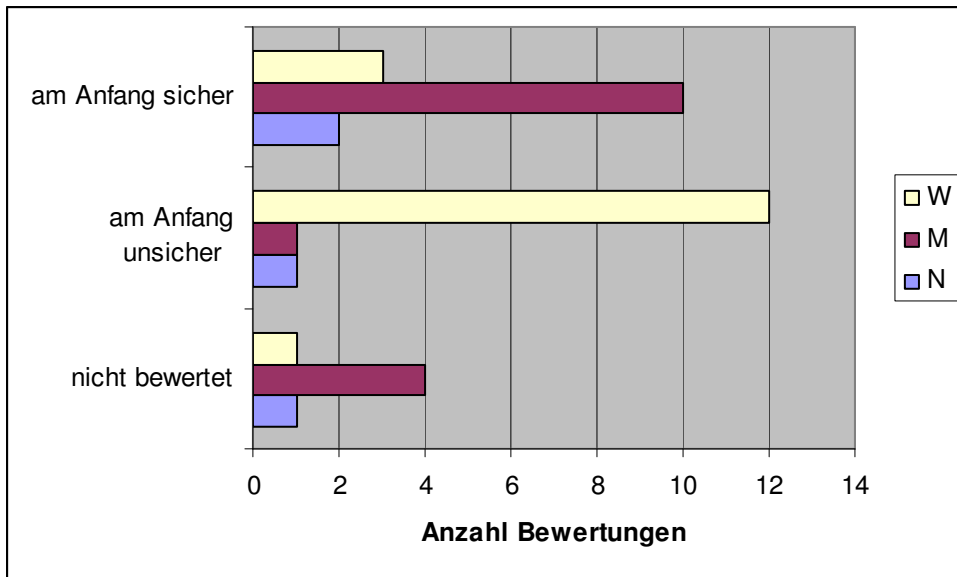


Diagramm 4: Sicherheit bei Arbeitsbeginn.

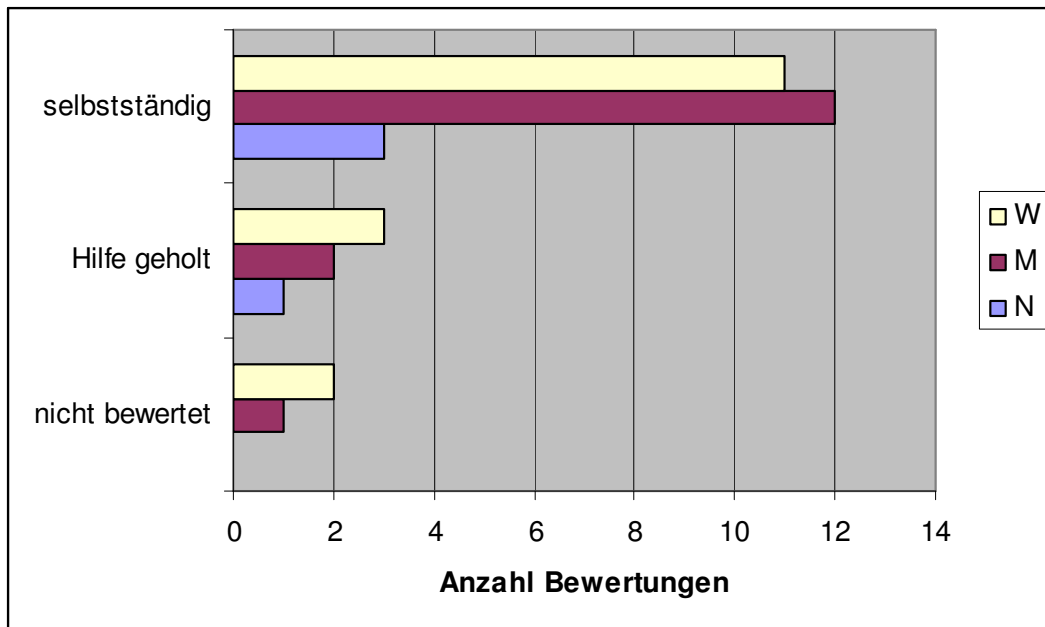


Diagramm 5: Selbstständigkeit.

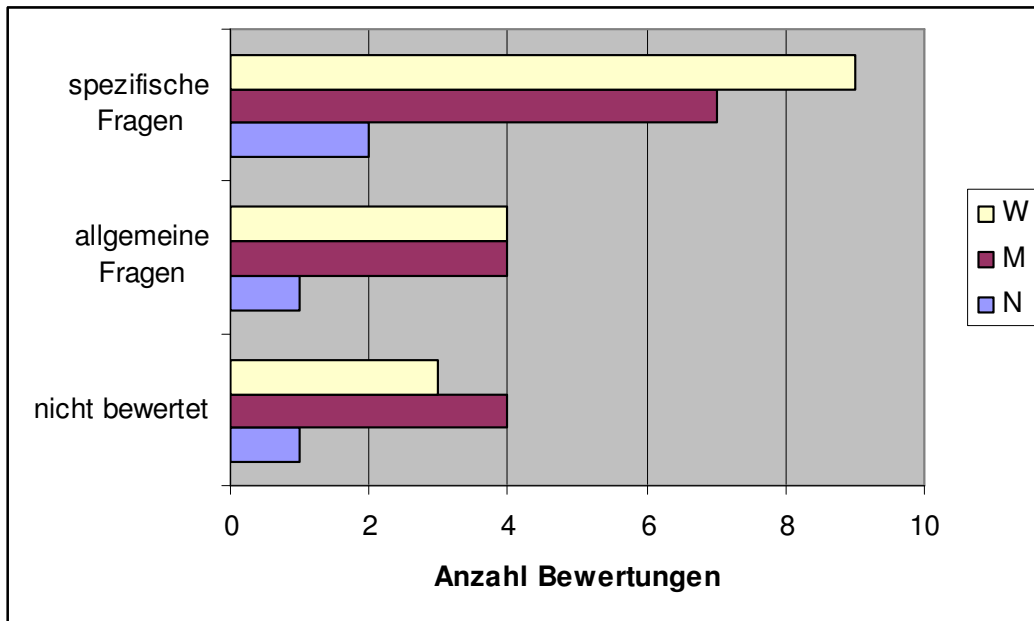


Diagramm 6: Art der Fragen.

Ein weiterer Genderunterschied hat sich bei der Frage ergeben, in der die im Projekt durchgeführte Lernphase mit den Lernphasen, in denen Experimente nach Anleitung durchgeführt werden müssen, verglichen werden. Während den meisten Schülerinnen die „neue“ Arbeitsstruktur gleich gut gefällt, wie die im übrigen Unterricht, gefallen den Schülern die im Projekt erprobten Experimentalphasen mehrheitlich besser (Diagramm 7).

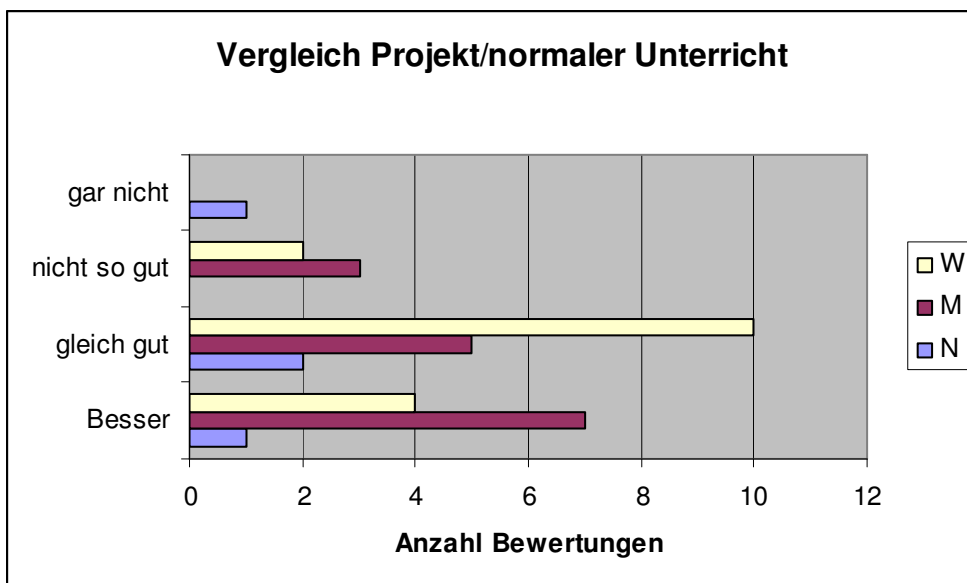


Diagramm 7: Vergleich der Lernphase, bei Experimente geplant wurden, mit Lernphasen, in denen Experimente nach Anleitung („herkömmlich“) durchgeführt werden..

Ein interessantes Ergebnis liefert die Frage nach dem Interesse bzw. der Einstellung zu Chemie und den Naturwissenschaften generell. Die große Mehrheit der befragten

Schüler/innen hat großes oder eher großes Interesse an den Naturwissenschaften. Es gaben jedoch deutlich mehr Schüler als Schülerinnen an, (sehr) großes Interesse zu haben (Diagramm 8). Bei den Schülerinnen hält sich das Interesse also doch in Grenzen. Dies korreliert auch mit der eigenen Einschätzung über Begabung in naturwissenschaftlichen Fächern: Deutlich mehr Schüler als Schülerinnen halten sich für begabt (Diagramm 9).

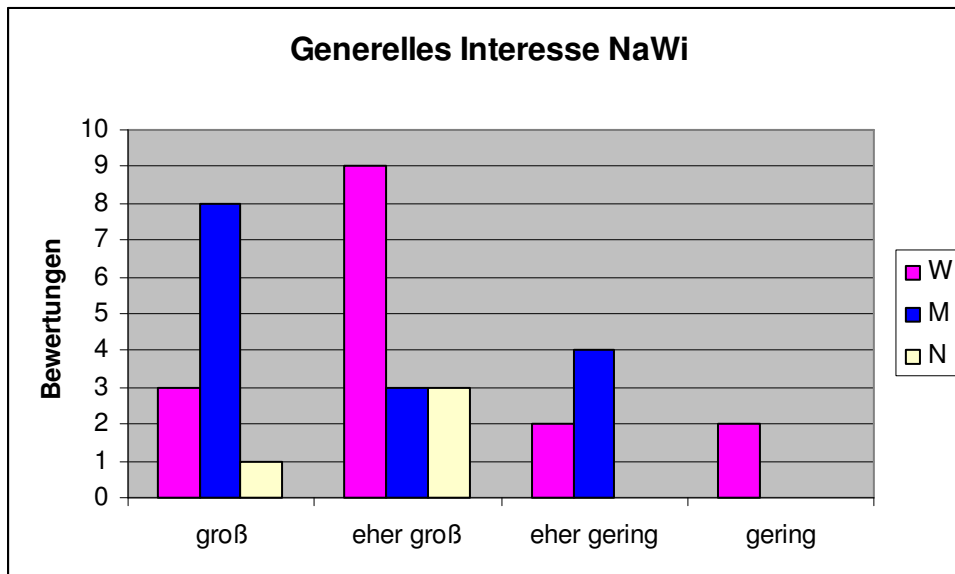


Diagramm 8: Interesse an Naturwissenschaften.

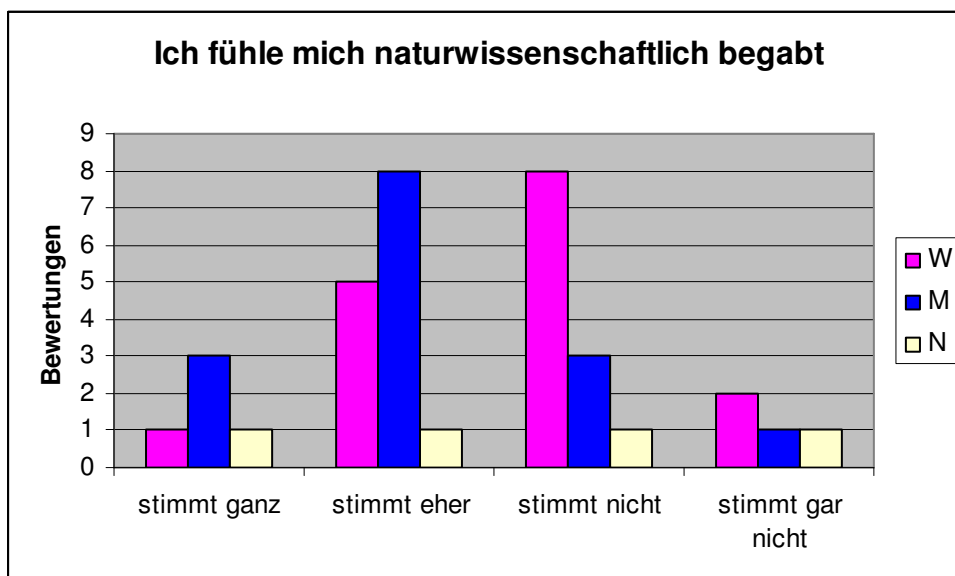


Diagramm 9: Begabung in Naturwissenschaften.

Auch bei der Frage nach der Freude am naturwissenschaftlichen Unterricht ist die Tendenz bei den Schülerinnen in Richtung „weniger Spaß“ verschoben, während weitaus die meisten Schüler Spaß an den Naturwissenschaften finden. (Diagramm 10). Dies könnte daran liegen, dass die Schülerinnen auch höheren Leistungsdruck

in den Naturwissenschaften, aber auch im Chemieunterricht empfinden (Diagramme 11 und 12).

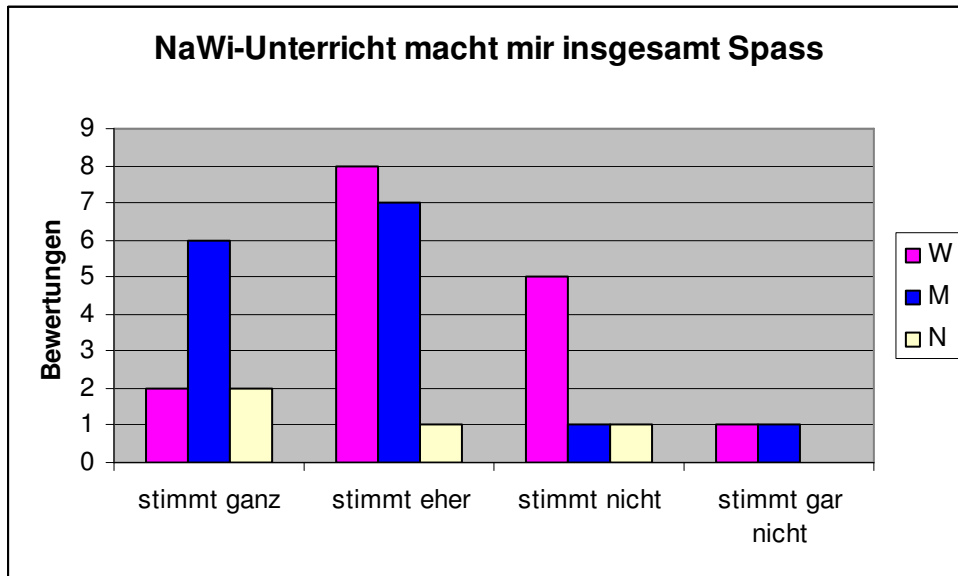


Diagramm 10: Freude am naturwissenschaftlichen Unterricht in unserer Schule.

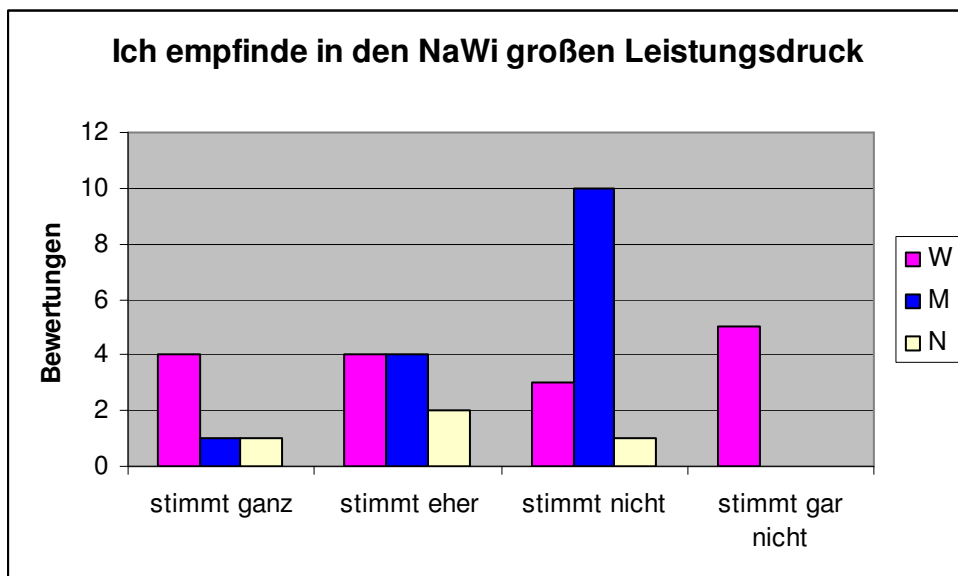


Diagramm 11: Leistungsdruck in den naturwissenschaftlichen Fächern.

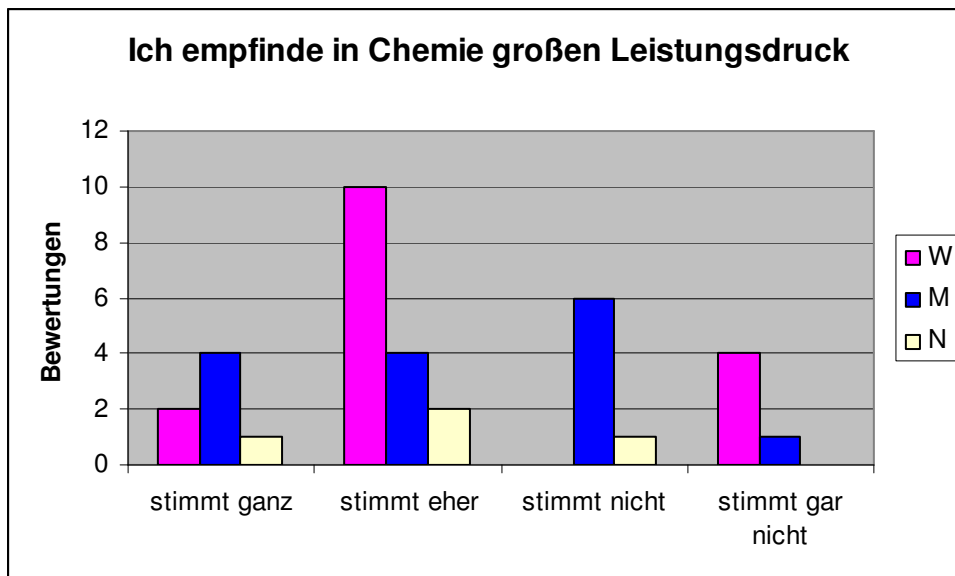


Diagramm 12: Leistungsdruck in Chemie

Die Frage „Würdest du geschlechtergetrennten Unterricht in Chemie/in den Naturwissenschaften gut finden?“ Beantworten ALLE Befragten mit NEIN. Als Begründungen werden angegeben:

W:

Egal/kein Unterschied (3 Nennungen)

Sinnlos

Wäre fad, vor allem in NaWi-Fächern

Wir sind alt genug, um zusammenarbeiten zu können

Die Erkenntnis, dass Männer nicht unbedingt mehr Wissen in Chemie haben, ist auch weit verbreitet

Es geht auch super so

Ich wüsste nicht, wem das nützen sollte

Das Klima innerhalb der Klasse würde darunter leiden

Es kommt auf das Wissen an

M:

Es gibt/macht keinen Unterschied (4 Nennungen)

Sinnlos (3 Nennungen)

Mit Mädchen machts mehr Spass (2 Nennungen)

Sonst wäre ich auf eine reine Bubenschule gegangen

Es könnte hilfreich sein, da verschiedene Denkmuster schneller und effizienter zum Erfolg führen können

Damit man sich auf das andere Geschlecht gewöhnt

Die Emanzipation muss doch irgendetwas gebracht haben

Wäre mir nicht bekannt, dass es dabei Geschlechtsunterschiede gäbe

Andere Ansichten

Ich finde Burschen und Mädchen können beide gleich effizient Naturwissenschaften erlernen

Ich finde, es sollte eher eine Differenzierung in Interessensgruppen als bei Geschlechtern geben

Auf die Frage: "Hast du den Eindruck, dass die Naturwissenschaften, so wie sie in deiner Schule unterrichtet werden, Relevanz für dein weiteres Leben haben?" antworten **50% der Mädchen mit JA und 31% der Mädchen mit NEIN.**

Als **Begründungen für JA** findet man:

Viel Wissen hängt mit alltäglichen Arbeiten, Gewohnheiten etc. zusammen. Dies hilft bewusster zu leben.

Es kommt im Leben vor.

Interessant und praktisch

Allgemeinwissen

Wir lernen sehr viel, wodurch wir unsere nähere Umwelt verstehen

Mögliche Studienrichtungen

Begründungen für NEIN:

Habe den falschen Zweig gewählt

Ich werde in meinem späteren Beruf nicht damit zu tun haben

Interessiert mich nicht

Dieselbe Frage wird von **47% der Burschen mit JA, 27% der Burschen mit NEIN** beantwortet. Auffallend viele Burschen geben diesbezüglich keine Angaben.

Als **Begründungen für JA** findet man:

Praktische Beispiele, Lehrausgänge

Zeigt, womit man sich später beschäftigen kann

Weil ich voll in diese Richtung tendiere

Dieses Fach ist teil meines Zukunftjobs

Begründungen für NEIN:

Praxis fehlt, kein Bezug zum Alltag

Ich bin an BWL interessiert

Da ich Linguistik studieren werde

Es zeigt sich hinsichtlich der Meinung kein Genderunterschied, aber hinsichtlich der Begründungen. Die Burschen argumentieren eher berufsorientiert oder gar nicht.

Die letzten Fragen des Fragebogens zielen auf die Berufswahl und wie Freunde und Verwandte auf eine Entscheidung des Befragten/der Befragten in Richtung einer technisch-naturwissenschaftliche Ausbildung umgehen.

Die Beantwortung dieser Fragen deckt sich bei den Schülern weitgehend mit dem vorher angegebenen Interesse. **53% der Burschen** geben an, dass sie sich eine Ausbildung in diese Richtung vorstellen könnten oder diese anstreben. Aber nur **31% der Mädchen** haben einen Berufswunsch naturwissenschaftlicher Ausrichtung. Das Interesse im naturwissenschaftlichen Bereich ist zwar bei jeder zweiten Schülerin vorhanden, aber dies in eine berufliche Tätigkeit umzusetzen, würden davon nur knapp mehr als die Hälfte. Was die Einstellung der Angehörigen der Schüler/innen von ihren Berufswünschen halten, zeigt von einem offenbar guten Vertrauensverhältnis. Praktisch alle Schüler/innen erwarten, dass ihre Freunde und Verwandten ihre Berufswahl akzeptieren, sie darin bestärken und sich darüber – mit ihnen – freuen. Von jenen, die keine naturwissenschaftliche Weiterbildung wählen wollen, würden das auch die Angehörigen nicht erwarten oder sie in diese Richtung drängen wollen.

4 RESÜMEE UND AUSBLICK

Das wesentliche Ziel des Innovationsprojekts war die echte Integration des Schülerexperimentes in den Lernprozess des Chemieunterrichts gemäß dem „Dreiphasenmodell“ (präexperimentelle Phase, experimentelle Phase, postexperimentelle Phase) durch Erstellung und Evaluation zweier Beispiele für derartige Phasen.

Dieses Ziel konnte in einem ersten Schritt verwirklicht werden. Dabei zeigte sich ein positiver Aspekt der Unterrichtsmethode: Es wird den Schüler/innen besonders viel Raum zur Entfaltung ihrer Selbsttätigkeit und Eigeninitiative geboten. So kann ein optimaler Erarbeitungsprozess stattfinden. Durch das eigenständige Agieren und Denken wird ein forschungsähnlicher Lernprozess initiiert, der zu einem besseren Verständnis fachlicher Zusammenhänge führen kann. Die von den Schüler/innen in der Evaluation genannten Begründungen zur positiven Bewertung der Projektphase unterstreichen diesen Aspekt. So zum Beispiel folgende Pro-Argumente:

individuelle Förderung jeder (w:) „nach seinem Level“

selbständiges Arbeiten

vieles (w:) „selbst machen“

(w:) „wissenschaftliches Denken schulen“

„eine ideale Unterrichtsmethode“

Aber auch die Aussage einer Schülerin im Interview: „Ich hoffe, dass das vermehrt und öfter gemacht wird, nicht nur bei uns, sondern auch in anderen Schulen, weil ich glaub wirklich, dass das eine Methode ist, die das Interesse weckt, nicht nur in Chemie sondern in anderen Naturwissenschaften.“

Unklarheiten, speziell am Beginn der präexperimentellen Phase, sind hauptsächlich in der Schwierigkeit begründet, Statements zu finden, die für Fragenstellungen, welche die Schüler/innen selber erstellen oder entwickeln sollen bzw. können, geeignet sind. Hier ist noch sehr viel Entwicklungsarbeit zu leisten. Ich bin auch zu dem Schluss gekommen, dass die gesamte Unterrichtsstruktur grundlegend verändert werden muss, wenn Experimentalphasen in der beschriebenen Art erfolgreich eingesetzt werden sollen. Wenn am Beginn eines Themenbereichs im Unterricht eine instruktionale Phase steht, muss sehr genau überlegt und geplant werden, welche Fakten, Informationen und Hilfestellungen die Schüler/innen in den nachfolgenden Experimentalphasen brauchen werden. In einem Folgeprojekt möchte ich genau untersuchen, wie dieser Einstieg optimaler Weise erfolgen kann/soll. Eine Idee wäre zum Beispiel, nicht Statements an den Anfang zu stellen, sondern „Geschichten“ wie sie im kontextorientierten Unterricht eingesetzt werden („story telling“). [vgl. BENNETT, J., GRÄSEL C., PARCHMANN, I., WADDINGTON, D., 2005].

Insgesamt bin ich mit den Ergebnissen des Innovationsprojekts zufrieden, denn mein Hauptziel den Chemieunterricht einen Schritt weiter zu einem „Wissenschaftsunterricht“ zu machen, ist erfüllt. Dass der Weg in die richtige Richtung geht, wird durch die Evaluation bestätigt und sogar von den Schüler/innen in den Interviews gefordert (siehe oben stehendes Zitat). Aber es gibt auf dem Weg, nach diesem ersten Schritt, noch sehr viel zu tun. Die Vorgangsweise muss auch kleinschrittiger erfolgen.

Ein weiteres Ziel war die Entwicklung von Kriterien des Einsatzes von solchen Phasen, sowie Herausarbeitung von Voraussetzungen dazu in Form einer Art Checkliste für Lehrpersonen.

Um eine solche nützliche Checkliste für Lehrer/innen erstellen zu können muss der im vorliegenden Projekt beschriebene Weg der Unterrichtsgestaltung an weiteren Beispielen erprobt werden. Diese müssen im Anschluss noch genauer analysiert werden. In diesem Projektjahr ist dies mit den Video- und Tonaufnahmen nicht in dem Ausmaß gelungen, wie ich es mir erhofft hatte. Die Videoaufnahmen müssen systematischer erfolgen. Ich werde dazu auch die von den Schüler/innen gemachten Vorschläge aufgreifen (Video durch Schüler/innen, Video auch in der Experimentalphase). Optimal wäre eine vollständige Transkription der Videos, welche allerdings sehr zeitaufwändig und daher kostenintensiv ist. Möglicherweise gelingt dies beim Folgeprojekt.

Der dritte Zielbereich umfasst die Betrachtung von Genderaspekten bei den einzelnen Unterrichtsphasen.

Die systematische Auswertung der Interviewaussagen bezüglich des Genderaspekts brachte interessante Ergebnisse. Das Projekt scheint insgesamt in allen Klassen gut angekommen zu sein, wobei die Mädchen teilweise einen intensiveren Lernprozess erlebten als die Burschen. Sie mussten anfangs erst ihre eigenen Bedenken und Ängste bewältigen, um konstruktiv arbeiten zu können, hatten dafür jedoch beim erfolgreichen Erfüllen der Aufgaben konkretere und größere Erfolgserlebnisse als die Burschen. Die Annahme liegt also nahe, dass gerade Arbeitsmethoden dieser Art im Vergleich zum lehrplanbasierten, lehrerzentrierten Experimentalunterricht stärker das Interesse der Mädchen weckt, ihre Motivation erhöht und ihnen am Ende ein größeres Gefühl von Fachkompetenz vermittelt.

5 LITERATUR

ANTON, M. A., (1998). Das Phänomen im Chemieunterricht – eine Motivationsfalle?! Teil 1 und 2. In: Chemie & Schule (1998) 2 + 3, S. 26-27; 8-15

ANTON, M., (2007). Von der Gerätekunde zur Hypothesenprüfung! Die Entwicklung des Experimentierens und Argumentierens im Chemieunterricht. Auszug aus: Kompendium zur Didaktik und Mathematik der Chemie - Vermittlungswissenschaft für Studierende des Lehramts, Studienreferendare und Lehrer. Bad Heilbrunn: Klinhardt-Verlag, (erscheint voraussichtlich 2007).

BENNETT, J., GRÄSEL C., PARCHMANN, I., WADDINGTON, D. (2005). Context-based and Conventional Approaches to Teaching Chemistry. In: International Journal of Science Education, 27, 1521-1547

DORAN, R., LAWRENZ, F., HELGESON, S. (1994). Research on Assessment in Science. In: D. Gable (ed.), Handbook of Research on Science Teaching and Learning. N.Y.: Macmillian. 388-442

HÄUSSLER, P., BÜNDER, W., DUIT, R., GRÄBER, W., MAYER, J. (1998). Naturwissenschaftsdidaktische Forschung: Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: IPN

NEBER, H., ANTON, M. A., (2007). Promoting epistemic questioning of students in planning experiments: a contribution to discovery learning in high-school chemistry. In: International Journal of Science Education, eingereicht

POPPER, K.R. (1996). Alles Leben ist Problemlösen. München: Piper (5. Auflage 2000)

SCHEIBER, E., KERSCHBAUMER, M., (2007). Qualitative Analyse – „Ionenfischen“ und organische Tests mit der Tüpfeltechnik. In: Chemie & Schule, 22 (2007), 1, S. 17-22

ANHANG

Genderunterschiede

Beispiele für Aussagen aus den Interviews

Genderunterschiede vorhanden, konkretes Beispiel

(w:) Die Burschengruppe hätte als einzige eine andere Frage gehabt als die Mädchengruppen. Sie dächten anders und ihnen würden „andere Sachen zuerst auffallen“. Sie selbst erinnere sich an den Stoff aus der 2. und 3. Klasse während die Burschen eher nur Stoff von kurz davor abriefen. Die Burschen hätten sich mehr Theorie überlegt statt auszuprobieren und den „sichersten Versuch“ gemacht. Bei einer anderen Mädchengruppe sei auch etwas schief gegangen. Die Burschen hätten mehr über die Konsequenzen nachgedacht, ihr Versuch war am langweiligsten. Die Mädchen hätten besser zusammen gearbeitet, während bei den Burschen Konkurrenzkampf geherrscht hätte. Beispielsweise hätten sie Aussagen von Mitschülern belächelt. Die Schüler/innen kennten sich in Chemie nicht so aus, daher sei der Konkurrenzkampf in dem Fach vielleicht nicht so spürbar wie in anderen Fächern.

Genderunterschiede vorhanden, allgemeine Argumentation

Laut einem Mädchen seien Burschen „zielgerichteter“ und „linear“ denkend, während Mädchen „mehr in die Breite gehen“. (w:) „Wir verbinden die Sachen [i.e. den Lernstoff] auch mit irgendwas, mit irgendwelchen Vorfällen oder Witzen“, die in dieser Stunde vorgefallen seien, die Burschen schauten hingegen auf konkrete, gerade geforderte Leistungen. „Viele Mädchen sind besser als die Burschen aus unserer Klasse.“ Die Schülerin berichtete von einem Mathematikbeispiel, das die Burschen falsch gerechnet hätten und zwei an sich nicht so gute Mädchen darauf hingewiesen hätten. Daraufhin hätte die Lehrerin erklärt, die Burschen begriffen den Stoff eher „für den Moment“. „Wir, die schlechter waren, haben uns mehr damit beschäftigt“ und sich den Stoff länger gemerkt. Zwar bräuchten die Mädchen länger, bis sie sich den Stoff einprägten, hätten ihn aber dann längerfristig abrufbar. Dieses unterschiedliche Verhalten betreffe laut der Schülerin nicht nur Mathematik und die Naturwissenschaften sondern alle Fächer.

Ein Schüler meinte, das Arbeitsverhalten von Mädchen sei „anders [als das der Burschen], nicht irgendwie schlechter, besser oder sonst was“.

Genderunterschiede nicht vorhanden, konkretes Beispiel

(w:) Eine Freundin und sie hätten bei den Versuchen „leichter Ordnung bewahrt“. Dies hätte aber nicht mit dem Unterschied Mädchen/Burschen zu tun, sondern mit mehr bzw. weniger Erfahrung bei Versuchen.

(w:) „Wir wissen nicht, was die Burschen gemacht haben, was sie überlegt haben“. Aus der sonstigen Erfahrung gebe es aber keine Unterschiede im Arbeitsverhalten.

Genderunterschiede nicht vorhanden, allgemeine Argumentation

(w:) Es gebe „keine so gravierenden Unterschiede (...) dass das jetzt sofort ins Auge springt“. Die Partnerwahl in der Gruppe hänge von der Kompetenz der Person ab.

(w:) „Der größte Unterschied kann sein vom Wissen her“, wenn man mehr wisse, stelle man tiefgründigere Fragen.

(w:) Es gebe keine Unterschiede im Wissen, Burschen wüssten nicht mehr als Mädchen in Chemie, sondern es sei vom Interesse abhängig.

(w:) Kleinigkeiten in der Arbeitsweise sind vielleicht unterschiedlich aber die Schülerin ist sich der Unterschiede nicht bewusst. Sie schlägt vor, diese Frage im Vertiefungskurs zu untersuchen, weil da bei allen Schülerinnen und Schülern Interesse vorhanden sei.

(m:) Es gebe keine großen Unterschiede zwischen Burschen und Mädchen sondern nur zwischen Interessierten und weniger Interessierten: „Es gibt ein paar Mädels, die was draufhaben, es gibt ein paar Burschen, die was draufhaben.“

Genderunterschiede fraglich, konkretes Beispiel

Eine Schülerin, die mit anderen Schülern in der Gruppe gearbeitet hatte, meinte: „Ich kann das nicht sagen, weil ich nicht mit Mädchen zusammengearbeitet habe, und deshalb seh ich immer nur den Unterschied zu mir, (...) ich weiß nicht, ob das ist, weil ich ein Mädchen bin oder weil ich eine andere Person bin.“ Ein Schüler erzählte, dass eine reine Burschengruppe im letzten Jahr „Abizarer“ waren, wobei das vielleicht am mangelnden Eifer gelegen hätte.

Genderunterschiede fraglich, allgemeine Argumentation

Laut einem Schüler bestehe der Unterschied zwischen interessierten und nicht interessierten Schüler/innen auch in anderen Fächern. Burschen ließen sich aber vielleicht „leichter ablenken“ während Mädchen „mehr tratschen“.

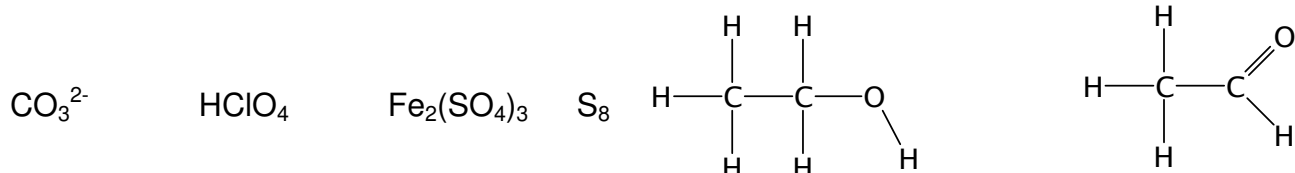
Auffällig ist, dass bei dem Thema Genderunterschiede Konkurrenzdenken immer wieder thematisiert wird. Eine Schülerin hätte sich bei dem Projekt gedacht, sie wolle gegenüber den Burschen die eigene Kompetenz zur Schau stellen. Chemie sei ein neues Fach und „man will ja schon, dass die anderen auf einen hören“. Ein „gewisses Konkurrenzdenken bringt schon weiter“. Ein Bursch meinte, die Mädchen „nehmen Leistungsdruck mehr wahr“ und stünden „mehr unter Druck“. Ein anderer Schüler berichtete, dass er sich selbst den Leistungsdruck ziemlich hoch stecke und „sich selbst viel Stress“ mache. Ein dritter Schüler thematisierte Konkurrenzdenken, aber auf positivere Art und Weise: „Man stellt sich ja gern unter Beweis.“ „Es ist schon toll, wenn man was besser kann als die anderen.“

Beispiel für ein „Kochrezept“-Arbeitsblatt

Experimente und Übungen zu Redoxreaktionen

1. Bestimmung von Oxidationzahlen

Bestimme die Oxidationzahlen für alle Atome in folgenden Spezies!



2. Experimente

a) *Reaktion von Eisen(II)-Ionen mit Kaliumpermanganat bzw. Wasserstoffperoxid in saurer Lösung.*

- Stelle eine Eisen(II)-sulfatlösung her: löse eine erbsengroße Menge Eisen(II)-sulfat in ca. 3ml Deionat.
- Füge zur Eisensalzlösung ca. 2ml verd. H_2SO_4 (mischen) und teile diese Lösung gleichmäßig auf 2 Eprouvetten auf.
- Gib in die erste Eprouvette tropfenweise Kaliumpermanganat-Lösung. Nach jedem Tropfen schütteln.

Beobachtung:

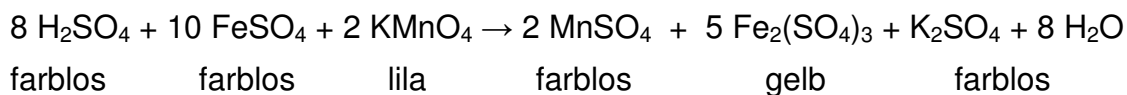
- Gib in die zweite Eprouvette tropfenweise Wasserstoffperoxid-Lösung. Nach jedem Tropfen schütteln.

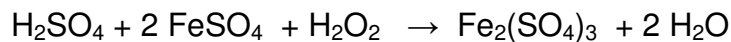
Beobachtung:

- Gib in jede der beiden Eprouvetten je einen Tropfen Thiocyanatlösung. Eine Rotfärbung weist das Eisen(III)-ion nach.

Beobachtung:

Die Gleichungen der beiden Reaktionen lauten:





Zeige mit Hilfe von Oxidationszahlen, dass beide Reaktionen Redoxreaktionen sind, und gib an, wie viele Elektronen übertragen werden. Gib weiters an, welche Stoffe die Oxidationsmittel und die Reduktionsmittel sind.

b) Katalytische Zersetzung von Wasserstoffperoxid

Ein Katalysator ist ein Stoff, der eine Reaktion beschleunigt bzw. ermöglicht, in dem er die Aktivierungsenthalpie (eine Energie) herabsetzt. Die Aktivierungsenthalpie ist jener Energiebetrag, der aufgebracht werden muss, damit eine chemische Reaktion ablaufen kann. Siehe dazu die Abbildungen im Chemiebuch EL-MO Seite 46.

- Gib ca. 2ml Wasserstoffperoxidlösung in eine Epruvette. Schau die Lösung genau an. Was kannst du erkennen?

.....

- Gib zur Wasserstoffperoxidlösung eine Braunstein-Katalysatortablette dazu. Was kannst du nun beobachten?

.....

- Nach einiger Zeit entzünde das Holzstäbchen, blase die Flamme aus und führe das noch glimmende Stäbchen im Reagenzglas an die Oberfläche der Flüssigkeit heran. Nicht eintauchen! Ein Aufflammen des glimmenden Holzes zeigt die Anwesenheit von Sauerstoff an! Beobachtung:

.....

Bei der beobachteten Reaktion handelt es sich um eine Redoxreaktion, bei der das H_2O_2 zu Sauerstoffgas O_2 und Wasser reagiert. Schreibe die abgestimmte Reaktionsgleichung an!

.....

Beachte, dass in diesem Fall das Oxidationsmittel und das Reduktionsmittel der gleiche Stoff ist. Welche Atome im Wasserstoffperoxid werden oxidiert bzw. reduziert? Wie viele Elektronen werden übertragen?

Anleitungen für die Projektarbeit

Lernphase „Redoxchemie“ 7AG

Du weißt nun, was man unter Redoxreaktionen versteht und was bei diesen chemischen Reaktionen auf Teilchenebene passiert. Du kannst Oxidationszahlen bestimmen und kennst die Begriffe Oxidationsmittel und Reduktionsmittel, sowie Beispiele dafür. Im Buch findest du Informationen auf den Seiten 64f. Du bist auch mit den Grundlagen der Ionenverbindungen vertraut (Ionenbindungsmodell) und kannst Ionenformeln bilden. Beachte auch, dass Ionen in Wasser manchmal eine Eigenfärbung aufweisen. Informationen über die Ladung diverser Ionen findest du im Buch S. 36f. Sei weiters erinnert an die Reaktion von Eisen(III)-ionen mit Thiocyanat (Kapitel Chemisches Gleichgewicht) und an die Funktion eines Katalysators.

In der folgenden Lernphase wirst du selbst forschend tätig sein.

1. Teil: präexperimentelle Phase

Es sind folgende **drei Informationen** gegeben:

- Wässrige Lösungen von Eisen(II)-salzen sind farblos und werden durch längeres Stehen an der Luft gelb bis braun.
- Wasserstoffperoxid zersetzt sich zu einem Gas und Wasser.
- Kaliumpermanganat wird in der Wasseranalyse zur Bestimmung oxidierbarer Verunreinigung verwendet.

Bearbeite in einem kleinen Team **folgende Aufgabenstellungen**. Zuerst überlegen und diskutieren, dann schriftlich festhalten:

- ❖ Formuliere ausgehend von diesen Informationen zumindest **1 Frage**, deren Beantwortung eine chemische Untersuchung/chemische Experimente erfordert, und gib jeweils eine vermutete Antwort an (**Hypothese**).
- ❖ **Plane Experimente**, um deine Hypothesen zu widerlegen oder zu bestätigen. Bei technischen Fragen ist dir gerne eine Lehrperson behilflich.

Dieses Schriftstück ist mit einer Lehrperson zu besprechen und am Ende der Stunde abzugeben.

2. Teil: experimentelle Phase

- ❖ Führe nun deine geplanten und vom Lehrer bestätigten Experimente im Team aus und schreibe ein **Protokoll**, das du am Ende dieser Phase abgibst. Vergiss dabei nicht auf die Schlussfolgerungen hinsichtlich deiner Hypothesen.

3. Teil: postexperimentelle Phase

- ❖ **Diskutiere** in deinem Team die Ergebnisse der vergangenen Phasen. Allenfalls ist zu überlegen, warum die Hypothesen falsch oder nicht vollständig waren. Wie würden neue Hypothesen lauten? Schreibe das Ergebnis dieser Diskussionsphase in Stichworten auf.

Welche **weiteren Fragen** stellen sich nun zum Themengebiet Redoxchemie? Formuliere im Team möglichst viele Fragen zum Themengebiet. Es können auch Fragen sein, die nicht unmittelbar experimentell überprüft werden können/sollen.

Lernphase „Säuren und Basen“ GK

Du kennst die Definitionen von Säuren und Basen nach Brönsted und weißt, wie man Protolysereaktionen von Säuren und Basen in Wasser anschreibt. Protolysen sind immer Gleichgewichtsreaktionen und laufen gekoppelt ab. Also mit der Protonenabgabe ist immer eine Protonenaufnahme verbunden. Dies ist analog zu den Redoxreaktionen. Du kennst den Unterschied zwischen Säuren und sauren Lösungen bzw. Basen und basischen Lösungen. Weiters weißt du, dass der pH-Wert als neg. dekadischer Logarithmus der molaren Konzentration der Hydronium-Ionen definiert ist und daher ein Maß der Anzahl von Hydronium-Ionen in einem definierten Volumen einer Lösung darstellt. Die pH-Skala reicht von 0 bis 14.

In der folgenden Lernphase wirst du selbst forschend tätig sein.

1. Teil: präexperimentelle Phase

Es sind folgende **drei Informationen** gegeben:

- Natron (Natriumhydrogencarbonat NaHCO_3) bildet bei Kontakt mit sauren Lösungen ein Gas.
- Es gibt Farbstoffe, die in sauren und basischen Lösungen unterschiedliche Farbe zeigen.
- Zwei gleich konzentrierte, wässrige Lösungen unterschiedlicher Säuren haben nicht notwendigerweise denselben pH-Wert.

Bearbeite in einem kleinen Team **folgende Aufgabenstellungen**. Zuerst überlegen und diskutieren, dann schriftlich festhalten:

- ❖ Formuliere ausgehend von diesen Informationen zumindest **1 Frage**, deren Beantwortung eine chemische Untersuchung/chemische Experimente erfordert, und gib jeweils eine vermutete Antwort an (**Hypothese**).
- ❖ **Plane Experimente**, um deine Hypothesen zu widerlegen oder zu bestätigen. Bei technischen Fragen ist dir gerne eine Lehrperson behilflich.

Dieses Schriftstück ist mit einer Lehrperson zu besprechen und am Ende der Stunde abzugeben.

2. Teil: experimentelle Phase

- ❖ Führe nun deine geplanten und vom Lehrer bestätigten Experimente im Team aus und schreibe ein **Protokoll**, das du am Ende dieser Phase abgibst. Vergiss dabei nicht auf die Schlussfolgerungen hinsichtlich deiner Hypothesen.

3. Teil: postexperimentelle Phase

- ❖ **Diskutiere** in deinem Team die Ergebnisse der vergangenen Phasen. Allenfalls ist zu überlegen, warum die Hypothesen falsch oder nicht vollständig waren. Wie würden neue Hypothesen lauten? Schreibe das Ergebnis dieser Diskussionsphase in Stichworten auf.

Welche **weiteren Fragen** stellen sich nun zum Themengebiet Säuren und Basen? Formuliere im Team möglichst viele Fragen zum Themengebiet. Es können auch Fragen sein, die nicht unmittelbar experimentell überprüft werden können/sollen.



FRAGEBOGEN

zum MNI-Projekt „Experimentelle Lernphase“ am Wiedner Gymnasium, 2006/07

Lieber Schülerin! Lieber Schüler!

Dein Lehrer/Deine Lehrerin beteiligt sich zur Zeit an einem Österreich weiten Projekt namens IMST3. Dabei geht es um Verbesserungen im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Mit diesem Fragebogen wollen sie und wir herausfinden, was du davon hältst und dir dazu denkst. Der erste Teil betrifft das konkrete Projekt, der zweite Teil Deine Einstellungen zu Chemie und Naturwissenschaften allgemein.

Beantworte diesen Fragebogen bitte ehrlich und gewissenhaft. Die Befragung ist anonym und hat keinen Einfluss auf die Notengebung. Die Ergebnisse werden extern ausgewertet und im Rahmen eines Projektberichts für den MNI-Fond veröffentlicht.

Vielen Dank!

Teil 1: MNI-Projekt

- Die Phase, in der ich selbst Forschungsfragen gesucht und zur Beantwortung dieser Experimente geplant habe, hat mir insgesamt

sehr gefallen

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 nicht gefallen

- Was mir gut gefallen hat:

- Was mir nicht so gut gefallen hat:

- Welche der Aussagen stimmt jeweils eher auf Dich und Deine Gruppe zu? (Antwort bitte ankreuzen)
 - Bei der präexperimentellen Phase war mir am Anfang die Fragestellung klar/nicht klar.
 - Wir haben zunächst geglaubt, nicht genügend Vorkenntnisse zu haben, um zu sinnvollen Fragen zu kommen/Wir haben gleich versucht, konkrete Fragen zu formulieren.
 - In der Gruppe haben wir nicht so schnell/schnell zu konkreten Fragen gefunden.
 - Insgesamt haben wir uns bei dem Arbeitsauftrag am Anfang unsicher/sicher gefühlt.
 - Wir haben insgesamt recht selbständig gearbeitet/wir haben oft Hilfe durch die Lehrperson geholt.
 - Als wir die Lehrperson um Hilfe gebeten haben, haben wir eher allgemeine/sehr spezifische Fragen gestellt.

- Beschreibe bitte kurz, wie es Dir bei der Arbeit in der Gruppe gegangen ist!

- Welche Rolle hat die Lehrperson bei der experimentellen Lernphase gespielt?

Wenn in Deiner Klasse zwei Lehrpersonen anwesend waren:

Empfandest Du Unterschiede in der Hilfestellung?

Ja, weil/Nein, weil (einringeln):

- Vergleiche die Lernphase, bei der du selbst ein Experimente geplant hast, mit Lernphasen, in denen du Experimente nach Anleitung – wie im übrigen Chemieunterricht – durchführst.

Die eigenständige Arbeit gefällt mir

- Besser gleich gut nicht so gut gar nicht

weil:

- Wenn Dein Lehrer/Deine Lehrerin das Projekt in einer anderen Klasse noch einmal durchführen würde, welche Tipps würdest Du ihm/ihr geben?

Teil 2: Interesse/Einstellung zu Chemie und Naturwissenschaften

- Mein Interesse an Naturwissenschaften generell ist

groß

1	2	3	4
---	---	---	---

 gering

- Ich fühle mich begabt für Naturwissenschaften

1	2	3	4
---	---	---	---

stimmt ganz

stimmt gar nicht

- Der naturwissenschaftliche Unterricht an unserer Schule macht mir insgesamt Spaß

stimmt ganz

1	2	3	4
---	---	---	---

 stimmt gar nicht

- Ich empfinde in den naturwissenschaftlichen Fächern an unserer Schule großen Leistungsdruck

stimmt ganz

1	2	3	4
---	---	---	---

 stimmt gar nicht

- Ich empfinde in Chemie großen Leistungsdruck

stimmt ganz

1	2	3	4
---	---	---	---

 stimmt gar nicht

- Würdest Du geschlechtergetrennten Unterricht in Chemie/in den Naturwissenschaften gut finden. Bitte begründe Deine Antwort!

ja/manchmal/nein

- Hast Du den Eindruck, dass die Naturwissenschaften, so wie sie in Deiner Schule unterrichtet werden, Relevanz für Dein weiteres Leben haben? Bitte begründe deine Antwort!

- Könntest du dir vorstellen, eine Ausbildung zu einem naturwissenschaftlichen oder technischen Beruf zu machen oder so einen Beruf zu ergreifen? Bitte begründe deine Antwort!

- Was würden Deine Freund/innen sagen, wenn Du einen naturwissenschaftlichen oder technischen Beruf ergreifen wolltest?

- Was würden Deine Eltern/Geschwister/Verwandte sagen, wenn Du einen naturwissenschaftlichen oder technischen Beruf ergreifen wolltest?

männlich

weiblich

will mich nicht zuordnen