



IMST – Innovationen machen Schulen Top

Kompetent durch praktische Arbeiten – Labor, Werkstätte & Co

PRAXISORIENTIERTER CHEMIEUNTERRICHT IN DER 8. SCHULSTUFE

ID 746

Elisabeth Niel

BG, BRG und wkRG Wien 13

Wenzgasse 7, 1130 Wien

Wien, Juni 2012

Inhaltsverzeichnis

ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Erfahrungen mit chemischen Experimenten vor dem Chemieunterricht	4
1.1.1 Tag der offenen Tür	4
1.1.2 Nawi – Werkstatt.....	4
1.1.3 Die Unverbindlichen Übung “Experimente”	5
1.1.4 Ausserschulische Lernorte.....	5
2 ZIELE	6
2.1 Ziele auf SchülerInnenebene	6
2.2 Ziele auf LehrerInnenebene	7
2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen.....	8
3 DURCHFÜHRUNG	9
3.1 Planungsarbeiten:.....	9
3.2 Ablauf des Unterrichts:.....	10
3.2.1 Beispiele von Experimentalaufgaben:	10
3.2.2 Konkrete Beispiele von FA.....	12
3.3 Verbreitungsaktivitäten.....	16
3.3.1 Experimentalworkshop bei den 3. Chemietagen des VCÖ	16
3.3.2 Schulpraktische Ausbildung von Studierenden	17
4 EVALUATION	18
4.1 Reihung der Fächer.....	18
4.2 Ausführung von Beispielen und Experimentalaufgaben	19
4.3 Bearbeitung der Forschungsaufgaben	22
4.4 Erntewagen.....	24
4.4.1 Erntewagen 1.....	24
4.4.2 Erntewagen 2.....	25
5 REFLEXION UND AUSBLICK	26
6 LITERATUR	27

ABSTRACT

Die Aufgaben eines praxis- und kompetenzorientierten Chemieunterrichts sind vielfältig: er soll chemisches Grundwissen vermitteln; er soll in die chemische Laborpraxis einführen und die Schülerinnen und Schüler befähigen, selbstständig zu experimentieren; er soll den Kindern zunächst bei der Lösung von Forschungsfragen und auch zu einer erfolgreichen Bearbeitung von Forschungsaufgaben verhelfen.

Wie kann es gelingen, diesen Vorgaben gerecht zu werden?

In der vorliegenden Arbeit werden die Bemühungen, den eigenen Chemieunterricht praxis- und kompetenzorientiert zu gestalten, beschrieben. Exemplarisch wird aufgezeigt, in welcher Weise Experimentalbeispiele und Forschungsaufgaben von den Schülerinnen und Schülern bewältigt wurden, welche Anstrengungen dafür erforderlich waren und zu welchen Einsichten die Kinder kamen.

Schulstufe:	8
Fächer:	Chemie
Kontaktperson:	Mag. Dr. Elisabeth Niel
Kontaktadresse:	BG, BRG, wkRG Wien 13, Wenzgasse 7, 1130 Wien
Zahl der beteiligten Klassen:	3
Zahl der beteiligten SchülerInnen:	74

Urheberrechtserklärung

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.

1 EINLEITUNG

Wann immer ich meine Schülerinnen und Schüler nach ihren Vorstellungen über einen „guten“ Chemieunterricht frage, kommt stets der Wunsch nach vielen Experimenten zum Selbermachen. Diesem Wunsch komme ich gern nach, doch muss das Experimentieren auch meinen Vorstellungen entsprechen. Während sich die Vorstellungen meiner SchülerInnen vom Experimentieren im Unterricht fast ausschließlich auf Feuer, „spannend“ und „viele Explosionen“ beschränken, lege ich Wert darauf, dass durch selbstständiges Experimentieren theoretisches Wissen mit praktischem Können verknüpft wird, um Aufgaben erfolgreich bearbeiten zu können.

In der ersten Chemiestunde dieses Schuljahres stellten wir in jeder der drei 4. Klassen Überlegungen zu einem gelungenen Chemieunterricht an. Meine SchülerInnen und ich „einigten“ uns „einvernehmlich“ auf einen Chemieunterricht mit Vermittlung der Lerninhalte des Lehrplans, mit Forschungs- und Experimentalaufgaben und mit Leistungsüberprüfungen.

Das Erproben kompetenzorientierter Aufgaben konnte beginnen!

Die drei 4. Klassen: (Anzahl der SchülerInnen, Hochzahl = Anzahl der Mädchen, Schulform)

4B	28 ²²	Gymnasium mit Französisch ab der 3. Klasse
4C	23 ⁵	Realgymnasium
4D	23 ²	Realgymnasium

1.1 Erfahrungen mit chemischen Experimenten vor dem Chemieunterricht

Der Chemieunterricht in der 4. Klasse ist für die Kinder unserer Schule nicht das erste Zusammentreffen mit selbst durchgeführten Versuchen. Sie haben schulische und außerschulische Vorerfahrungen und meist ein Wunschbild von einem Chemieunterricht, in dem ausschließlich effektiv experimentiert wird.

1.1.1 Tag der offenen Tür

Am Tag der offenen Tür werden in unserer Schule traditionellerweise Mitmachstationen im Chemiesaal angeboten. SchülerInnen der Oberstufe, meist aus den Olympiadekursen, sind Tutoren und LeiterInnen der Experimentalstationen.

Zu Besuch kommen Kinder aus den 4. Klassen der benachbarten Volksschulen, um „Gymnasialluft“ zu schnuppern.

Die Besucherkinder können bei den verschiedenen Stationen mit Rotkrautsaft, Filzstiftfarben und verschiedenen Säuren und Laugen experimentieren sowie bei der Herstellung duftender Schlecker dabei sein.

Die Kinder bekommen eine Teilnahmekarte, auf der die durchgeführten Experimente bestätigt werden. Eine vollständige Teilnahmekarte wird mit einer Süßigkeit honoriert.

1.1.2 Nawi – Werkstatt

Seit nunmehr drei Jahren wird im November für alle Schülerinnen und Schüler der 2. Klassen die „Nawi - Werkstatt“ veranstaltet. In verschiedenen Experimentalworkshops der naturwissenschaftlichen Fächer haben die Kinder Gelegenheit, Arbeitsweisen dieser naturwissenschaftlichen Fächer durch selbstständiges Experimentieren kennenzulernen. Die Nawi – Werkstatt ist als Entscheidungs-

hilfe für die Wahl des Schulzweiges ab der 7. Schulstufe und als Einladung, das Angebot an Übungen aus dem NAWI-Bereich zu nutzen, gedacht.

In der NAWI-Werkstatt wählen die Kinder aus dem Workshopangebot der Fächer Biologie, Chemie und Physik je ein Thema und haben an einem Vormittag die Gelegenheit, bei drei Workshops das praktische Arbeiten der naturwissenschaftlichen Fächer auszuprobieren.

1.1.3 Die Unverbindlichen Übung “Experimente”

Die „Experimente“ bilden seit 10 Jahren einen Fixpunkt im Angebot der Unverbindlichen Übungen an unserer Schule. Sie sind Bindeglied zwischen dem Sachunterricht in der Volksschule und den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern der Unterstufe (Sekundarstufe I).

Die Kinder erfahren eine systematische Einführung ins naturwissenschaftliche Arbeiten und lernen beim selbstständigen Experimentieren chemische und physikalische Zusammenhänge kennen. Die Beobachtungen werden phänomenologisch interpretiert, um dem Chemieunterricht nicht vorzugreifen. Leistungen werden von den Kindern durch den Erwerb von Diplomen gern erbracht.

Etwa 50 Kinder der 1., 2. und 3. Klassen nehmen jährlich an den „Experimenten teil. (vgl. ID 152, ID 1533, ID 1816)

1.1.4 Außerschulische Lernorte

Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler mit naturwissenschaftlichen Experimenten stammen manchmal:

- vom Sachkundeunterricht der Volksschule,
- aus TV und Internet,
- von der Beschäftigung mit Experimentierkästen,
- durch Anregung engagierter Eltern und
- von der Kinder–Uni in den Sommerferien.

2 ZIELE

Der Chemieunterricht der 4. Klasse bleibt - meiner Erfahrung nach - den Schülerinnen und Schülern bis zur Fortsetzung des Chemieunterrichts in der 7. Klasse sehr deutlich und lebendig im Gedächtnis. Er ist mitbestimmend bei Entscheidungen, die für Studium und Beruf wichtig sind. Positive Erlebnisse mit der Chemie und dem Chemieunterricht in der Unterstufe sind wichtig, um in der Oberstufe auf einem guten Fundament weiter arbeiten zu können.

Schülerexperimente im Chemieunterricht sind ein Markenzeichen unserer Schule.

Von der ersten bis zur achten Klasse reicht das Angebot, selbstständig zu experimentieren.

1.-3. Klassen: Unverbindliche Übung „Experimente“ für alle Schultypen (meist 1 Wochenstunde)

3. + 4. Klasse: im wkRg wird je eine Chemie–Wochenstunde als Praktikum abgehalten.

4.-8. Klassen: Unverbindliche Übung: Chemieolympiade (2 Wochenstunden)

Laborpraxis in Klassen, die ich unterrichtete:

→ neu: 4. Klasse: Chemieunterricht mit integriertem Experimentieren

7. Klasse RG: 3 Wochenstunden Chemie; davon 1 Stunde Praktikum

8. Klasse RG: 3 Wochenstunden im NW-Zweig; 1 Stunde Praktikum

2 Wochenstunden im DG-Zweig; möglichst oft eine Stunde Praktikum.

Ein Chemieunterricht, den Schülerinnen und Schüler durch ihr Experimentieren selbst mitgestalten, ist den Kindern wichtig. Stehen anspruchsvollere theoretische Kapitel auf dem Programm, z.B. Redox-Reaktionen, sind die Kinder meist sehr bemüht, die Zusammenhänge zu verstehen und in Beispielen anwenden zu können.

Meine Schülerinnen und Schüler sollten zu Schulschluss auf das Jahr Chemieunterricht gern zurückschauen und es sollte ihnen bewusst sein, was sie im Chemieunterricht gelernt haben.

2.1 Ziele auf SchülerInnenebene

Zunächst wollte ich die Akzeptanz des Faches „Chemie“ bei den Schülerinnen und Schülern innerhalb des Fächerkanons zu Schulbeginn, also noch vor den Unterrichtsstunden ermitteln und bat die SchülerInnen, die Fächer nach ihrer Beliebtheit zu reihen.

Die 4. Klassen haben, je nach Schultyp, 13 bzw. 14 Fächer: Die Fächer der Gymnasialklasse sind (in alphabetischer Reihenfolge): Bewegung und Sport, Bildnerische Erziehung, Biologie, Chemie, Deutsch, Englisch, Französisch, Geographie, Geschichte, Mathematik, Musikerziehung, Physik und Religion. Die Realgymnasialklassen haben statt Französisch Geometrisch Zeichnen und Werken.

In einer der letzten Chemiestunden bat ich die Klassen wiederum, die Schulfächer nach Beliebtheit zu reihen. Ich wollte die Ergebnisse der beiden Abfragen in Zusammenhang mit einem Chemieunterricht mit hohem Experimentieranteil setzen und die Frage: „Steht der Beliebtheitsgrad des Unterrichtsfaches Chemie in direktem Zusammenhang mit dem Anteil an selbst durchgeführten Experimenten?“ beantworten.

Das selbstständige Experimentieren wurde aufgrund der Klassenschülerzahl in Kleingruppen durchgeführt. In den Klassen gab es folglich je 8 bzw. 10 Teams mit zwei bis drei SchülerInnen. Das bedeutet, dass die Aufgaben innerhalb des Teams aufgeteilt und der Ablauf des Experimentes besprochen werden.

Welche Voraussetzungen waren für das selbstständige Experimentieren in Kleingruppen erforderlich?

Die folgenden Lehr- und Lernziele ergaben sich für meine Klassen:

1. Der richtiger Umgang mit dem „Handwerkszeug“:

Viele Laborgeräte und ihre Bezeichnungen sind für die Kinder neu. Zu Schulbeginn müssen sie die Namen und die Funktion der Geräte kennenlernen. In gleicher Weise sollten sie üben, die Geräte richtig zu verwenden. Wichtige Sicherheitsbestimmungen beim Arbeiten im Chemiesaal müssen bekannt sein.

2. Das Beherrschen grundlegender Arbeitstechniken:

Dazu gehören das Bestimmen von Eigenschaften wie Dichte, Schmelzpunkt und Löslichkeit eines Stoffes und das Anwenden von Trennmethoden, z. B. filtrieren, destillieren und chromatographieren. Bei verschiedenen Gelegenheiten müssen diese Arbeitsschritte erlernt und geübt werden.

3. Ein kollegiales Zusammenarbeiten im Team:

Hier muss jedes Teammitglied seine spezifische Rolle übernehmen, damit das gemeinsame Experiment gelingen kann. Es muss auf den Ablauf des Experimentes, seine Durchführung und die begleitende Protokollführung geachtet werden. Nach Abschluss der Arbeiten ist der Arbeitsplatz zu säubern und in Ordnung zu bringen.

4. Eine solide Kenntnis der theoretischen Grundlagen:

Die Versuche werden begleitend zum Lehrstoff durchgeführt. Sie sollen den Bezug zwischen dem theoretischen Hintergrund und der Praxis herstellen, erfahrbar machen und vertiefen. Die Kinder lernen, den Ablauf eines Experiments mit Hilfe einer Reaktionsgleichung zu beschreiben. Sie lernen auch, dass bei einer Wiederholung eines Experiments das gleiche Ergebnis verlässlich wieder erhalten wird.

5. Das phantasievolle Verknüpfen von Wissen und praktischen Fertigkeiten beim Bearbeiten von unbekanntem Aufgaben:

Hier geht es um das Lösen von Forschungsaufgaben. Das selbstständige Herausfinden der richtigen Lösung motiviert erfahrungsgemäß alle Schülerinnen und Schüler. Voraussetzung ist, dass die Aufgabe passend gestellt wird und die SchülerInnen sie lösen wollen. Das Niveau der Herausforderung muss dem Leistungsniveau der Klasse entsprechen. Daher müssen gute Forschungsaufgaben und Forschungsfragen für die Klasse „maßgeschneidert“ sein.

Die Forschungsaufgaben sollten auch geeignet sein, im Rahmen von Leistungsüberprüfungen als praktische Leistungsvorlage zu dienen.

Werden diese Forschungsaufgaben von Buben und Mädchen im gleichen Ausmaß richtig gelöst? Eine Antwort soll die Auswertung der Praxisaufgaben der Leistungsüberprüfungen bringen.

2.2 Ziele auf LehrerInnenebene

Ein praxis- und kompetenzorientierter Chemieunterricht erfordert eine gezielte Vorbereitung:

1. Entwickeln von „maßgeschneiderten“ Experimentalbeispielen für die ganze Klasse.

Zum Lehrstoff passend sollen die SchülerInnen beim Experimentieren die gelernten Zusammenhänge beobachten und beschreiben können. Der Ablauf der Experimente muss klar und nachvollziehbar, das Ergebnis eindeutig sein. Die Durchführung eines Experiments soll zunächst einfach sein, das Experiment soll (bzw. muss) gelingen. Der Erfolg stärkt das Selbstvertrauen der Kinder, bringt Sicherheit und ermutigt zum Weitermachen. Mit zunehmenden Kenntnissen und Übung können und sollen die Praxisaufgaben komplexer werden (vgl. ID 1533).

Den Experimentalbeispielen sollen Deskriptoren der Handlungs- und Inhaltsdimensionen zugeordnet werden, sodass eine Klassifikation innerhalb der Bildungsstandards für die 8. Schulstufe im Fach Chemie möglich ist.

2. Entwickeln von Forschungsaufgaben für Kleingruppen:

Beim Zusammenstellen geeigneter Forschungsaufgaben konnte ich meine Erfahrungen aus den letzten Jahren gut einsetzen (vgl. ID 1533 und ID 1816). Für die Auseinandersetzung mit Forschungsaufgaben brauchen die Kinder verhältnismäßig viel Zeit: sie wollen gut arbeiten und zu einem richtigen Ergebnis kommen. Leider ist die Zeit für das Experimentieren in einer 50 Minuten-Unterrichtsstunde knapp bemessen. Die Forschungsaufgaben müssen daher in sehr kurzer Zeit zu bewältigen sein.

3. Entwickeln und Einsatz von Experimentalaufgaben zur Leistungsmessung:

Der Experimentalunterricht beansprucht etwa $\frac{1}{4}$ der Unterrichtszeit, das entspricht ca. $\frac{1}{2}$ Unterrichtsstunde pro Woche. Bei den Leistungsüberprüfungen soll dieser Praxisanteil berücksichtigt werden; Überprüfungen sollen ein praktisches Beispiel bei insgesamt vier Beispielen enthalten. Dabei muss berücksichtigt werden, dass während des Unterrichts in Kleingruppen, bei der Leistungsüberprüfung aber einzeln gearbeitet wird und dass die praktischen Beispiele in sehr kurzer Zeit durchgeführt werden können. Fairerweise müssen die Kinder auf diese neue Art von „Prüfung“ gründlich vorbereitet werden.

2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen

Bei den 3. Chemietagen des VCÖ („Forschungsstationen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I“) und bei Fortbildungsveranstaltungen der PH Graz, der PH Wien und der KPH in Krems hatte ich Gelegenheit in Experimentalworkshops meine Erfahrungen mit einem kompetenzorientierten Chemieunterricht an interessierte Kolleginnen und Kollegen weiterzugeben.

Im ersten Teil der Seminare standen Arbeitstechniken und ihre Anwendung bei ausgewählten Themengebieten auf dem Programm. Im zweiten Teil konnten die TeilnehmerInnen selbst verschiedene Forschungsaufgaben zu diesen Themen bearbeiten. Dies sollte zu Diskussionen und regem Erfahrungsaustausch in der ganzen Gruppe führen. Der Einsatz von Forschungsaufgaben und „Forschungsminiaturen“ im Chemieunterricht wurde anhand konkreter Beispiele vorgestellt. Die KollegInnen wurden unterstützt, diese Aufgaben für den eigenen Unterricht zu adaptieren und zu übernehmen.

Lehramtsstudierende hospitierten im Rahmen ihres Pädagogischen Praktikums (PÄP) meinen Chemieunterricht und unterrichteten auch einige Stunden im Rahmen ihres Fachbezogenen Praktikums (FAP) in meinen Klassen. Sie hatten mehrfach Gelegenheit, kompetenzorientierte Unterrichtsgestaltung kennen zu lernen und in den anschließenden Reflexionen zu besprechen. In ihren eigenen Unterrichtssequenzen sollten sie versuchen, Schülerexperimente und kurze Forschungsaufgaben einzubauen.

3 DURCHFÜHRUNG

Chemie ist für Schülerinnen und Schüler in der 4. Klasse ein neues Unterrichtsfach. Vereinzelt haben sie bereits von chemischen Reaktionen gehört, manche haben auch schon selbst experimentiert.

Mit welcher Einstellung kommen die SchülerInnen zum Chemieunterricht? Was erwarten sie vom Chemieunterricht?

Um ihre Einstellung zum noch unbekanntem Fach zu erfahren, bat ich die Kinder die Unterrichtsfächer zu reihen: das Beliebteste zuerst, das Unbeliebteste zum Schluss. Je nach Schulform haben die Kinder 13 bzw. 14 Fächer. Chemie lag in den drei Klassen an 3., 4. bzw. an 5. Stelle. Ein Ergebnis, das mich überraschte und freute.

Auch die Wünsche und Vorstellungen vom kommenden Chemieunterricht fragte ich schriftlich ab. Beinahe jedes Kind wünschte sich viele Versuche, dazu viel Feuer und viele Explosionen. Die Chemiestunden sollten viel Praxis und „dazu ein bisschen Theorie“ enthalten. Sie sollten interessant und abwechslungsreich sein. Die Leistungen sollten nicht mit Hilfe von Tests, sondern mittels Wissenskontrollen nach größeren Lernstoffgebieten und auch mittels praktischer Wiederholungen festgestellt werden.

Die Wünsche der Schülerinnen und Schüler stimmten mit meinen Vorstellungen eines kompetenzorientierten Chemieunterrichts weitgehend überein; wir einigten uns daher sehr schnell auf Unterrichtsgestaltung und Leistungsfeststellungen.

Zu Beginn des Unterrichts konnten alle SchülerInnen ihren Sitzplatz frei wählen. Vereinzelt nahm ich nach einigen Wochen Versetzungen vor. In der Gymnasialklasse wurden ab dem 2. Quartal wochenweise die Sitzreihen getauscht; in den RG-Klassen wollten die SchülerInnen während des ganzen Schuljahres ihre gewählten Plätze behalten.

Die Tische im Chemiesaal sind Experimentiertische mit Gas-, Wasser- und Elektroanschlüssen. Es haben jeweils drei Kinder an einem Tisch Platz. Folglich bildeten die SchülerInnen eines Tisches ein Experimentiererteam.

3.1 Planungsarbeiten:

Experimentalaufgaben für die ganze Klasse:

Bei der Zusammenstellung der Experimentalaufgaben konnte ich meine Erfahrungen aus dem bisherigen Chemieunterricht und aus den Chemieübungen nutzen. Bereits erprobte Themen, Methoden und die Logistik der Organisation waren bei der Vorbereitung hilfreich (vgl. ID 1533 und ID 1816). Ich versuchte, dass das Schülerexperiment genau zum aktuellen Lehrstoff passte.

Methoden:

Bei den Versuchen achtete ich darauf, dass mit einfachen und kostengünstigen Materialien gearbeitet wurde. Die Tüpfelmethode erwies sich als vielseitig und konnte oft angewendet werden.

Material:

Für jedes Experiment erstellte ich für mich eine Materialliste und richtete die vorgesehenen Chemikalien und Geräte vor den Unterrichtsstunden in Gruppenstärke her. Für den Unterricht stellte ich auf ein „Mustertablett“ alle benötigten Dinge. Dieses Mustertablett stellte ich der Klasse vor und erklärte jeweils die nun folgenden Schritte für das Experiment. Die Materialien waren in Gruppenstärke an gut sichtbaren Plätzen in der Nähe des Lehrertisches deponiert. Jede Kleingruppe musste sich vor Beginn des Experimentierens das Material auf einem Tablett selbst zusammenstellen.

Kleingruppe:

In der Kleingruppe mussten verschiedene Aufgaben von den Mitgliedern erfüllt werden: Material holen, Versuch planen, Versuch durchführen und beobachten, Ergebnisse notieren und interpretieren, das Material wieder geordnet zurückbringen und den Arbeitsplatz in Ordnung bringen. Die Rollenzuteilung überließ ich den Gruppen.

Grundausrüstung: Material für 10 Gruppen

je 10 Tablett, folierte Tüpfelraster (wie sie in der Chemieolympiade verwendet werden), Teelichter, Kluppen, alte Löffel mit Holzgriff, Zünder, Trichter, Lupen, Marmeladegläser, Spateln, Flachbatterien, Multimeter, Schülerwaagen, Messzylinder in verschiedenen Größen (10 mL, 50 mL, 100 mL), Messbecher aus Kunststoff (50 mL), Universalindikatorpapier + folierte Farbtafeln, verschiedene Säure-Base-Indikatoren in kleinen Tropfflaschen, Gasbrenner;

viele: Schnappdeckelgläser, Mikrospateln, Filterpapier, Kabeln mit Klemmen, Eppis für feste Proben, Kunststoffpipetten für flüssige Proben und Reagenzien.

In Klassenstärke: Schutzbrillen

Verhaltensregeln beim Experimentieren:

Gemeinsam wurde in der Klasse überlegt, was für das gruppenweise Experimentieren wichtig ist. Anschließend erstellte jede Gruppe eine Liste von Verhaltensregeln, die von den einzelnen Gruppenmitgliedern unterschrieben wurde. Die Listen bekam ich zur Verwahrung. Das Nichteinhalten der Vereinbarungen hätte Konsequenzen nach sich gezogen.

Protokollgestaltung:

Die Versuchsprotokolle sind Teil der Mitschrift und somit Mitarbeitleistungen. Das Protokoll muss Datum, Thema und Versuchsdaten enthalten; die Interpretation der Ergebnisse erfolgt in der Kleingruppe oder nach gemeinsamer Diskussion gemeinsam in der Großgruppe.

Die SchülerInnen bekamen stets Hilfestellungen meinerseits, um ihre Ergebnisse übersichtlich, meist in Tabellen, zu notieren.

Forschungsaufgaben:

Bei der Einführung von Forschungsaufgaben wurden zuerst Analogieaufgaben zu Beispielen aus dem Unterricht gestellt. Erst später waren Aufgaben zu bearbeiten, für deren Lösung Wissen und praktische Fertigkeiten selbstständig kombiniert werden mussten.

3.2 Ablauf des Unterrichts:

3.2.1 Beispiele von Experimentalaufgaben:

1. Stoffeigenschaften: Bestimmen der Dichte verschiedener Stoffe

Die SchülerInnen lernen Messgeräte – Waage und Messzylinder – kennen und sie lernen wägen und Volumen messen. Damit sind sie in der Lage, die Dichte von Stoffen zu bestimmen. Die einzelnen Messdaten werden tabellarisch aufgelistet und die errechnete Dichte eingetragen. Unbekannte Stoffe können über ihre Dichte durch Vergleich mit offiziellen Daten bestimmt werden.

2. Stoffeigenschaften: Verhalten bei Erhitzen

Über einer Kerzenflamme werden auf einem alten Löffel mit Holzgriff oder auf einer Rinne aus Alufolie, die mit einer Holzkluppe gehalten wird, kleine Portionen verschiedener Stoffe erhitzt. Die Beobachtungen werden notiert. Durch die Ähnlichkeit mancher Beobachtungen kann auf die Herkunft der Stoffe geschlossen werden, sie können als organisch bzw. anorganisch klassifiziert werden.

3. Trennmethode: Salz aus Natursalz

Eine kleine Portion rötliches Natursalz wird in einem Messbecher mit möglichst wenig Wasser gelöst. Sodann wird die Lösung (z.B.) in ein Schnappdeckelglas filtriert. 1 – 2 mL des Filtrats werden auf einem Löffel über der Kerzenflamme eingedampft, weißes Kochsalz bleibt zurück. Sind alle verwendeten Geräte sauber und lebensmitteltauglich, kann das Salz gekostet und damit identifiziert werden. Würfelform, gelbe Flammenfärbung und Wasserlöslichkeit sind weitere Eigenschaften von Kochsalz, die die SchülerInnen überprüfen können. Dies ist zu Beginn des Chemieunterrichts ausreichend.

4. Chemische Bindungen: leitend – nichtleitend

Verschiedene Proben, z. B. Kochsalz, Kerzenwachs, Eisendraht und Fleckbenzin werden im festen und im flüssigen bzw. gelösten Zustand auf ihre elektrische Leitfähigkeit untersucht. Die Versuchsergebnisse geben Aufschluss über die chemische Bindung der Proben. Rückschlüsse aus den Versuchsergebnissen auf die Bindung eines Stoffes zu ziehen, muss mit den Kindern gemeinsam geübt werden.

5. Grundmuster chemischer Reaktionen: Redoxreaktionen

Verbrennen von Eisenwolle: ca. 2 g Eisenwolle werden genau gewogen und durch Kurzschließen einer Flachbatterie verbrannt. Nach dem Abkühlen wird die Gewichtsänderung bestimmt. Die Reaktion wird mit der Reaktionsgleichung beschrieben.

Verbrennen von Magnesium: ein etwa 3 cm langes Stück Magnesiumband wird vorsichtig in der Brennerflamme verbrannt. Das Reaktionsprodukt wird beschrieben

Elektrolyse des Wassers: ein Marmeladeglas (ca. 300 mL) wird mit Sodalösung gefüllt. Sodann wird ein Kartonstreifen, in dem 2 Kohlestifte fixiert sind, die in die Lösung eintauchen, über das Glas gelegt. Die Kohlestifte werden mit den Polen einer Flachbatterie verbunden. Nach kurzer Zeit kann an jedem der Kohlestifte Gasentwicklung beobachtet werden. Die Reaktionsgleichung wird formuliert.

Diese drei Reaktionen wurden als **praktische Wiederholungsaufgabe** ausgeführt:

Jedes Kind erhielt ein Angabeblatt (A5) und sollte die angegebenen Aufgaben ausführen. Die rechte Spalte in der Tabelle war für die Korrektur bzw. die Bestätigung, dass das Experiment durchgeführt wurde.

Aufgabe: Eisen wird verbrannt

Führe das Experiment mit Eisenwolle durch (am Lehrertisch):	
Beschreibe es in Worten:	
Beschreibe es mit einer chemischen Gleichung:	
Skizziere den Energieverlauf der Reaktion:	
Nenne die Reaktionsart:	

Aufgabe: Magnesium wird verbrannt

Führe das Experiment durch (am Lehrertisch):	
Beschreibe es in Worten:	
Beschreibe es mit einer chemischen Gleichung:	
Skizziere den Energieverlauf der Reaktion:	
Nenne die Reaktionsart:	

Aufgabe: Wasser wird zerlegt

Führe das Experiment mit einer low cost-Apparatur durch:	
Beschreibe es in Worten:	
Beschreibe es mit einer chemischen Gleichung:	
Skizziere den Energieverlauf der Reaktion:	
Nenne die Reaktionsart:	

Die Klassifikation der drei Aufgaben entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch: H-W1, H-W3, H-E3; N2; C3 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

6. Grundmuster chemischer Reaktionen: Säure-Base-Reaktionen

Zu den Eigenschaften von Säuren und Laugen. Von Säure-Base-Indikatoren werden die Farben in sauren, neutralen und basischen Lösungen ermittelt. Getestet wurden Rotkrautsaft, Lackmuslösung, Malventee, Universalindikator und Phenolphthalein. Die Farben und ihre Veränderungen wurden in eine Tabelle eingetragen.

3.2.2 Konkrete Beispiele von FA

Zu 1. Stoffeigenschaften, Dichte bestimmen

Beispiel aus einer Wissensüberprüfung:

Mona hat eine kleine Metallfigur gefunden. Diese wiegt 98,38 g und verdrängt 12,50 mL Wasser. Aus welchem Metall ist sie? Begründe deine Entscheidung!

Info: $\rho_{\text{Eisen}}: 7,87 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{Aluminium}}: 2,70 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{Zinn}}: 7,28 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{Silber}} = 10,50 \text{ g/cm}^3$

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W2, H-W3, H-E3, H-S1; N2; C1 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

Zu 1. Stoffeigenschaften von Kohlenwasserstoffen bzw. organischen Stoffen

Aufgabe aus dem Unterricht:

Es sind Benzin und Diesel zu entzünden. Was kann über die Höhe der Entzündungstemperaturen gesagt werden?

Die SchülerInnen aller Gruppen ermittelten für Diesel die höhere Entzündungstemperatur.

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W3, H-E3; N2; C2, C3, C4 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

Aufgabe aus dem Unterricht:

Es soll aus einem Holzstab Zeichenkohle hergestellt werden. Welche Eigenschaften haben die entstehenden Gase?

Kurze Holzstäbe werden in einer mit einem durchbohrten Stoppel verschlossenen Eprovette erhitzt. Es entweichen verschiedene Gase, die z.T. brennbar sind. Verkohlte Holzstäbe bleiben zurück.

Diese beiden Experimente sind in allen Fällen gelungen; es wurde ganz besonders auf eine sichere Versuchsdurchführung geachtet.

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W1, H-W3, H-W4, H-E3; N1; C2, C3, C4 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

Zu 3. Trennmethode

Aufgabe aus dem Experimentalworkshop:

Der Küchenchef ärgert sich über Rudi, seinen neuen Kochlehrling.

Rudi war bei den Vorbereitungen zum Kochen sehr eifrig und hat als praktische Speisewürze in einem Glas Salz und Pfeffer zusammengemischt.

„Rudi, du weißt doch, dass manche Speisen zwar mit Salz, aber nicht mit Pfeffer gewürzt werden! Gib das Salz und den Pfeffer aus deiner Mischung wieder in ihre Gläser zurück!“

Rudi war zunächst verzweifelt, wie sollte er die weißen und schwarzen Körner trennen? Doch dann sieht er eine Flasche mit Verschluss, es fällt ihm ein, dass er Kaffeefilter und Trichter in der Küche hat,..... und jetzt ist er ganz zuversichtlich, dass er die Aufgabe seines Chefs lösen kann.

Aufgabe:

Trenne eine Salz-Pfeffer-Mischung in Kochsalz und Pfeffer. Auf dem Lehrertisch sind Materialien, die du für dein Experiment verwenden kannst.

Erkläre /Begründe die einzelnen Arbeitsschritte!

Die Aufgabe wurde von den TeilnehmerInnen in Teamarbeit erfolgreich gelöst. Die dafür benötigte Zeit war angemessen.

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W1, H-E3,; N2; C2 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

Zu 4. Chemische Bindungen

Beispiel aus einer Wissensüberprüfung:

Rudi und Ralf untersuchen verschiedene weiße Pulver. Mit einem Multimeter, verschiedenen Kabeln und einer Taschenlampenbatterie testen sie die Leitfähigkeit der Pulver und deren Lösungen. Sie lösen Pulver A in destilliertem Wasser und beobachten eine gute Leitfähigkeit der Lösung. Bei Pulver B konnten sie weder im festen noch im gelösten Zustand eine elektrische Leitfähigkeit feststellen.

Welche Bindung besitzt Pulver A, welche Bindung Pulver B?

Begründe deine Entscheidungen!!

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W2, H-E3; N2; C1, C2 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

Beispiel aus einer Wissensüberprüfung:

Die alten elektrischen Leitungen in einer Wohnung, blanke Kupferdrähte, sollen neu isoliert werden.

Als Materialien stehen zur Verfügung:

- dünne Holzrohre (Holz besteht vor allem aus C, H und O)
- Kunststoffbänder, mit denen die Leitungen umwickelt werden können (Kunststoffe bestehen meist aus C und H)
- Alufolie

Wähle ein geeignetes Material für die Isolierung aus! Was muss beachtet werden?

Begründe deine Entscheidungen!

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W4, H-E4, H-S1, H-S2; N2; C1, C2 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

Zu 6. Säure-Base-Reaktionen

Aufgabe für die Kleingruppe im Unterricht:

Stellt mit Hilfe von Rotkrautsaft und Malventee fest, ob die Kochsalz, Zitronensäure, Speisesoda und Waschsoda saure, neutrale oder basische Lösungen bilden. Ein Vorschlag zur Gestaltung einer Tabelle wurde an der Tafel skizziert.

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W3, H-E3, H-E4, H-S1; N2; C2, C3 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

Aufgabe für die Kleingruppe im Unterricht:

In der Vorratskammer haben sich von vier verschiedenen Gläsern die Etiketten gelöst. Jedes der Gläser enthält ein weißes Pulver. Auf den abgelösten Etiketten steht: Kochsalz, Zitronensäure, Backpulver, Waschsoda.

Im Gemüseregal befindet sich ein kleines Stück Rotkraut.

Ordne die Etiketten den Gläsern richtig zu!

Bereite zunächst aus dem Rotkraut etwas Rotkrautsaft, erstelle eine Tabelle (bzw. verwende untenstehende Tabelle) und experimentiere!

Glas	Farbe mit Rotkrautsaft	das Glas enthält
A		

B		
C		
D		

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W3, H-E1, H-E3, H-S1; N2; C2, C3 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

Aufgabe für die Kleingruppe im Unterricht:

Welches Entkalkungsmittel ist am wirksamsten?

Verschiedene Entkalkungsmittel wie Essig, Zitronensäurelösung, Apfelessig, Badreiniger etc. sollen auf ihre Wirksamkeit bei verschiedenen kalkhaltigen Stoffen getestet werden. Es wurden Kreidestücke und Kreidepulver, der Verputz des Chemiesaals, Eierschalen und Muscheln getestet.

Die SchülerInnen fanden heraus, dass Essig das beste Entkalkungsmittel ist.

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W1, H-W3, H-E3, H-S1, H-S2; N2; C2, C3, C5 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

Praktisches Beispiel aus einer Wissensüberprüfung:

Bestimmen des pH-Wertes einer unbekannt Probe:

Wähle eine Probe. Nummer der gewählten Probe: _____

Bestimme nun mit einem Indikator deiner Wahl, ob die Probe sauer, neutral oder basisch ist.

Gewählter Indikator: _____

Die Probe ist: _____ Begründung: _____

Nenne zwei Stoffe, die einen ähnlichem pH-Wert wie deine Probe haben! Welche Bedeutung haben diese Stoffe im Alltag?

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W3, H-E3, H-E4, H-S2; N2; C3 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

Für diese Aufgabe bereitete ich in Kunststoffpipetten für jedes Kind eine saure, neutrale oder basische Probe vor, nummerierte die Pipetten und notierte für mich den Inhalt. An drei verschiedenen Plätzen im Chemiesaal platzierte ich ~ je 1/3 der Pipetten, je 2 Pipetten mit Rotkrautsaft und Universalindikator, Tüpfelplatten und ein leeres Marmeladeglas für die verwendeten Pipetten. Das gewährleistet, dass jede Probe nur 1 x verwendet wurde. Im Rahmen der Wissensüberprüfung führte jedes Kind die erforderliche Reaktion selbst durch.

Aufgabe für die Kleingruppe im Unterricht:

Es soll ein Feuerlöscher hergestellt werden, der eine Kerzenflamme löschen kann. Der Verlauf des Experiments soll dokumentiert und das Ergebnis erklärt werden.

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W1, H-E2, H-E3, H-E4, H-S1; N2/ N3; C3, C5 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

Zur Verfügung standen neben Teelichtern und Zündern, Marmeladegläser, Soda, Zitronensäure, Luftballon und leere Tablettenröhren.

Das Experiment wurde von allen Kleingruppen durchgeführt, die Dokumentation bestand meist aus Skizzen und Beschreibungen.

Eine Mädchengruppe beschreibt ihr Experiment:

„Die Kerze erlischt, weil Soda nicht brennbar ist.“ Den Zeichnungen ist zu entnehmen, dass auf die Kerzenflamme Soda gestreut wurde.

Eine andere Mädchengruppe füllt das Marmeladeglas etwa 1/3 voll mit Zitronensäurelösung, setzt das brennende Teelicht darauf und verschließt das Glas mit dem Deckel. „Deckel auf Glas, Flamme erlischt wegen Sauerstoffmangel.“ Soda wird nicht benötigt. „Die Kerze hat keinen Sauerstoff mehr zum Brennen, das CO₂ erstickt sie zusätzlich.“

Experimentbeschreibung einer Bubengruppe:

1. Soda und Zitronensäure in Tablettenröhre mit Wasser auflösen.
2. Luftballon über Gefäß spannen → Luftballon bläht sich auf.
3. Teelicht mit Gas aus dem Luftballon ersticken.

Erklärungen: Kerze erlischt, weil Gas das Feuer erstickte. Feuer wird durch CO₂ erstickt.

Die Experimente wurden in den Kleingruppen durchgeführt. Das Protokoll im eigenen Heft verfasste jedes Kind selbst.

3.3 Verbreitungsaktivitäten

Experimente und Aufgaben, die zum Erwerb von Grundkenntnissen und Grundkompetenzen führen, sind zum Erreichen der Standards der 8. Schulstufe wesentlich.

In Fortbildungsveranstaltungen der PH Graz, PH Wien und der KPH Krems konnte ich erprobte Unterrichtssequenzen und Beispiele den Kolleginnen und Kollegen der Sekundarstufe I vorstellen und gemeinsam mit ihnen weiterentwickeln. Stellvertretend für diese Seminare wird der Experimentalworkshop, den ich bei den 3. Chemietagen des VCÖ in Wien im April 2012 gehalten habe, vorgestellt.

3.3.1 Experimentalworkshop bei den 3. Chemietagen des VCÖ

Das Experimentalseminar „Forschungsstationen im Chemieunterricht“ vermittelte im ersten Teil Arbeitstechniken und ihre Anwendung. An 6 Stationen wurden basisbildende Versuche vorgestellt und von den TeilnehmerInnen erprobt. Im zweiten Teil wurden gestufte Aufgaben zu den einzelnen Stationen vorgestellt, selbst gelöst und ihr Einsatz im Unterricht diskutiert.

Mit „Handwerkszeug“ aus

- Wägen und Volumen abmessen
- Temperatur messen
- Löslichkeit und Mischbarkeit
- Chromatographie (Papierchromatographie)
- Zuckerbestimmungen und
- Herstellung eines Säure-Base-Indikators (Rotkrautsaft)

können fast alle Experimentalaufgaben für den Unterricht in der Sekundarstufe I bewältigt werden.

Zu den Aufgaben an den Stationen (vgl. 3.2.1. und 3.2.2) konnte ich konkret Auskunft über den Vorbereitungsaufwand und über die Lösungsstrategien der Kinder geben.

Beispiel einer Forschungsaufgabe zum Thema Chromatographie:

Susi und Max untersuchen ihre grünen und violetten Ostereier. Sie wollen herausfinden, ob die Farbstoffe E 104 (gelber Farbstoff, Chinolingelb) und E 124 (roter Farbstoff, Cochenillerot A) verwendet wurden.

Susi sagt: „Das werden wir bald wissen! Ich brauche nur einige Filterpapierstreifen, die bunten Eier, etwas Wasser und ein feines Röhrchen!“ „Du meinst, du brauchst eine Pipette!“ ergänzt Max, der noch zwei kleine Schüsseln für das Wasser bringt. Susi und Max beginnen zu experimentieren, notieren die Ergebnisse und wissen nach einer Weile ganz genau, welche Farbstoffe ihre Ostereierfarben enthalten.

Aufgabe:

Sind der gelbe Farbstoff E 104 und der rote Farbstoff E 124 in grünen und violetten Ostereierfarben enthalten? Finde es heraus! Begründe deine Entscheidung!

Anm.: Diese beiden Farbstoffe stehen in Verdacht, bei manchen Menschen Unverträglichkeitsreaktionen hervorzurufen. Die Aufgabe kann in verschiedenen Kontexten gestellt werden.

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W2, H-E3, H-E4, H-S2; N2/ N3; C2, C5 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

3.3.2 Schulpraktische Ausbildung von Studierenden

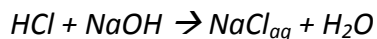
Im Wintersemester und zu Beginn des Sommersemesters haben Lehramtsstudierende ihr PÄP (Pädagogisches Praktikum) und FAP (Fachbezogenes Praktikum) bei mir absolviert.

Beim Hospitieren der Unterrichtsstunden lernten sie das Experimentieren in Kleingruppen mit ganzen Klassen kennen. In ihren eigenen Unterrichtsstunden setzten sie diese Erfahrungen gleich um.

Eine Studentin führte Schülerversuche zur Neutralisation durch. In der Vorbereitungszeit wurden Thema und Experiment genau besprochen und das Material in Gruppenstärke bereitgestellt.

Tafelbild und Versuchsanleitung (Skizzen an der Tafel):

Schülerversuch: Neutralisation



Werden Säure und Base gemischt, so entsteht Wasser und ein im Wasser gelöstes Salz.

1) Versuchsaufbau für jede Gruppe:(2 Reagenzgläser, davon eines mit HL + 3 Tropfen Universalindikator und eines mit Nach + 3 Tropfen Universalindikator; Erlenmeyerkolben);Skizze an der Tafel mit Pfeilen von den Reagenzgläsern in Richtung Erlenmeyerkolben um darzustellen, dass Säure und Base in den Kolben pipettiert werden (mit ungefährender Mengenangabe).

2) Skizze von Teelicht mit Löffel, auf dem die neutrale(grüne) Lösung eingedampft werden soll.

Aufgabe: *Stellt aus einer sauren und einer basischen Lösung eine neutrale Lösung her und zeigt, dass dabei ein Salz und Wasser entstanden sind!*

Die Durchführung dieser Aufgabe und die entsprechende Protokollierung sind gut gelungen.

Die Studierenden experimentierten gern mit den SchülerInnen und wünschten sich in ihrer Ausbildung mehr Praxiserfahrungen für den Unterricht.

Die Klassifikation der Aufgabe entspricht im Wesentlichen der Beschreibung durch:

H-W3, H-E3, H-E4, H-S1; N2; C2, C3 des Kompetenzmodells für nawi-Standards der 8. Schulstufe

4 EVALUATION

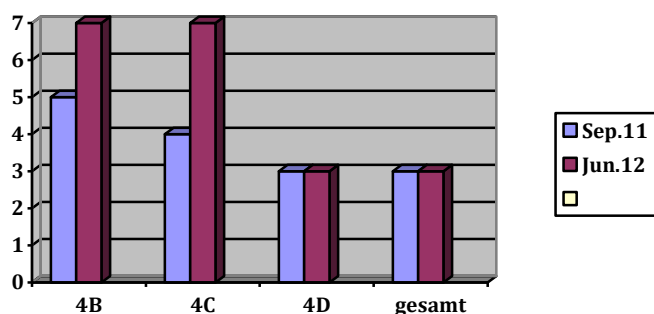
4.1 Reihung der Fächer

Zu Schulbeginn und knapp vor Schulschluss bat ich meine Schülerinnen und Schüler die Unterrichtsfächer nach ihrer Beliebtheit zu reihen.

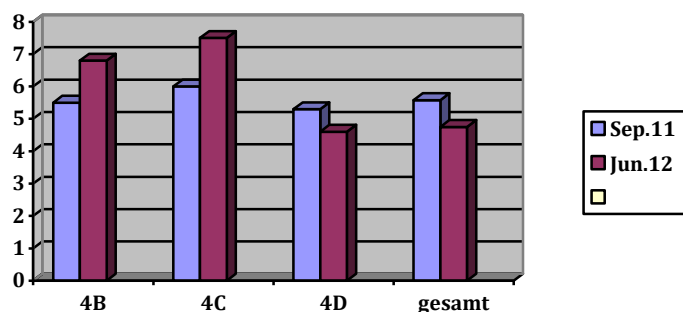
Zu Schulbeginn gehörte Chemie zu den beliebtesten Fächern, obwohl keines der Kinder je Chemieunterricht hatte.

Zu Schulschluss, nach einem Jahr Chemieunterricht nahm die Beliebtheit deutlich ab, der „Spitzenplatz“ in der Reihe (3. Platz) blieb jedoch erhalten.

Platzierung des Unterrichtsfaches Chemie im Fächerkanon der 4. Klassen:



Bewertet man die Plätze mit „Noten“ von 1 bis 14 bzw. 13 ergibt sich folgendes Bild für den Vergleich der Beliebtheit der Fächer von Schuljahresanfang und -ende:



In den Diagrammen wurden die Angaben aller Lernpersonen erfasst und nach Klassen angegeben. Die Daten von Mädchen und Buben wurden zwar getrennt aufgenommen, doch ist die Anzahl der Buben in der 4B und die der Mädchen in der 4C und 4D so gering, sodass keine signifikante Aussage über geschlechterspezifische Vorlieben getroffen werden kann.

Absolut betrachtet hat die Chemie an Beliebtheit stark verloren (0,83 Punkte), ihre relative Stellung (3. Platz) jedoch erhalten.

Auf der Suche nach einer schlüssigen Begründung fand ich ausschließlich Annahmen, die nur als Hypothesen gelten können. Vielleicht lernen die Kinder die Chemie zuerst als lustiges, feuriges und zauberhaftes Fach kennen? Der Blick in die Komplexität der Zusammenhänge bei chemischen Reaktionen und die damit verbundene Lernarbeit lässt dann die Vorliebe für Chemie schwinden. Oder.....

Es ist aber unbestritten, dass die Kinder dem Fach Chemie überwiegend positiv begegnen. Das ist eine Chance, die im Unterricht genützt werden soll.

4.2 Ausführung von Beispielen und Experimentalaufgaben

Durchführung von **Experimentalbeispielen im Unterricht:**

Zu den Beispielen 1 bis 4 im Kapitel 3.2.1: Diese Beispiele sind zur Einführung von Experimentalunterricht in 4. Klassen geeignet.

Am Beginn des Unterrichts erlernen die SchülerInnen neben Verhaltensregeln im Chemiesaal verschiedene Messgeräte kennen. Mit diesen werden sofort einfache Messungen durchgeführt.

Die Verwendung von genauen elektronischen Waagen ist für die meisten SchülerInnen neu. Es ist wichtig, dass ein sorgsamer Umgang mit den Geräten erlernt wird. Das genaue Füllen und richtige Ablesen von Messzylindern wird ebenfalls zu Beginn des Unterrichts gelernt. Nun können die SchülerInnen bereits die Dichte verschiedener Stoffe recht genau bestimmen.

Wird das Verhalten von Stoffen in der Hitze untersucht, führen die SchülerInnen ihre ersten Verbrennungsanalysen durch. Genaues Beobachten beim Entstehen der Reaktionsprodukte ist wichtig, wenn die Reaktion erklärt werden soll.

Als Beispiel beim Kapitel Trennmethode hat sich das Herauslösen von Kochsalz aus Natursalz bewährt. Hier lernen die Kinder auf die Löslichkeit, den Siedepunkt und auf die Dichte von Stoffen zu achten. Dieses Beispiel kann zu einem späteren Zeitpunkt auch quantitativ durchgeführt werden.

Für die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit eines Stoffes sollten die SchülerInnen mit dem Aufbau eines Stromkreises und mit einem Multimeter vertraut sein. Danach sind sie (theoretisch) in der Lage, von ihren Messergebnissen auf die Bindungsverhältnisse des Stoffes zu schließen. Die Modelle der chemischen Bindung und der Zusammenhang zwischen den Eigenschaften und den Bindungen von Stoffen müssten bekannt sein. Erfahrungsgemäß brauchen die Kinder bei diesem Beispiel zahlreiche Hilfestellungen bei der Interpretation ihrer Messergebnisse.

Anforderungen an Experimente:

Die Versuchsdurchführung ist ungefährlich und sicher (Schutzbrille).

Das Material ist preisgünstig, leicht erhältlich und aus dem Alltag bekannt.

Ein Alltagsbezug ist gegeben.

Experimente gelingen verlässlich.

Eine altersadäquate naturwissenschaftliche Deutung ist möglich.

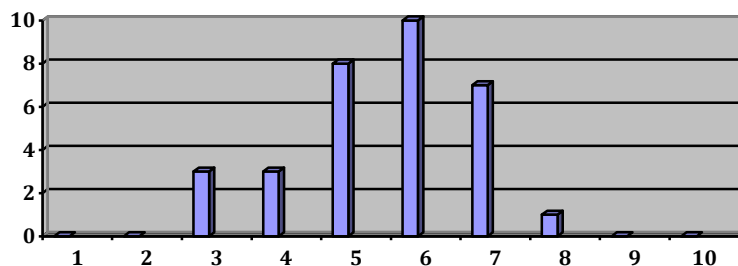
Der Aufbau der Versuche ist weitgehend systematisch.

Durchführen eines **Experimentalbeispiels als praktische Wiederholung:**

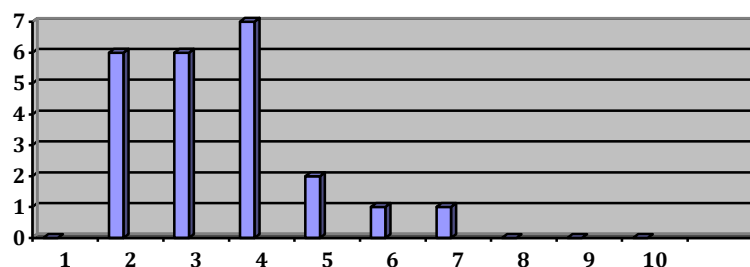
Zu Beispiel 5 im Kapitel 3.2.1: Die drei verschiedenen Redoxreaktionen (Magnesium wird verbrannt, Eisenwolle wird verbrannt und Wasser wird zerlegt) wurden im Unterricht durchgeführt, besprochen und genau erklärt. Die SchülerInnen wussten, dass diese Reaktionen bei einer „praktischen Wiederholung“ durchzuführen sein werden. Auch die dazugehörigen Reaktionen wurden detailliert besprochen und geübt.

Nach der Rückgabe der Arbeiten, bat ich die Kinder um eine Einschätzung des Schwierigkeitsgrades der Aufgabe. Es stand eine Skala von 1 bis 10 zur Verfügung.

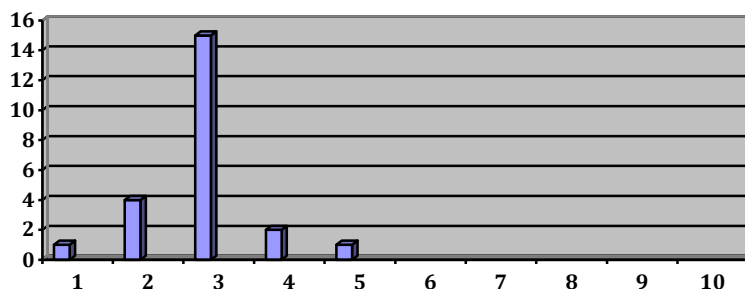
Einschätzung der 4B (27 Lernpersonen):



Einschätzung der 4C (23 Lernpersonen):



Einschätzung der 4D (23 Lernpersonen):



Aus den Angaben geht hervor, dass die Aufgabe für die Gymnasialklasse schwieriger war als für die Realgymnasialklassen. Der 4D ist sie deutlich am leichtesten gefallen. Die Aufgabe wurde am Ende des ersten Semesters durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt hatten alle Klassen mehrfache Erfahrungen mit praktischem Arbeiten. Die 4B hatte am Anfang des Schuljahres Schwierigkeiten, sich an Regeln und Vereinbarungen zu halten. Aus Sicherheitsgründen mussten einige Schülerexperimente entfallen. Eine Routine beim Experimentieren stellte sich in der 4B erst später ein.

Die Ergebnisse der praktischen Wiederholung waren:

4B 14 (+) 11 (+/~) 2 (~)

4C 17 (+) 5 (+/~) 1 (~)

4D 16 (+) 6 (+/~) 1 (~)

Das Beispiel konnte von der überwiegenden Zahl der SchülerInnen richtig gelöst werden. Die meisten Arbeiten wurden mit (+) und (+/~) bewertet, was die Leistungsbereitschaft und das Können der SchülerInnen widerspiegelt.

Bei diesen Experimentalaufgaben konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Arbeiten der Buben und Mädchen festgestellt werden.

Anmerkung:

Die Arbeiten wurden als Mitarbeitleistungen mit (+), (~) und (-) (= Lernziel nicht erreicht), sowie mit den Zwischenstufen (+/~) und (~/-) bewertet.

Experimentalaufgabe im Rahmen einer Wissensüberprüfung

Zu Beispiel 6 im Kapitel 3.2.2: Bestimmen des pH-Wertes einer unbekannt Probe

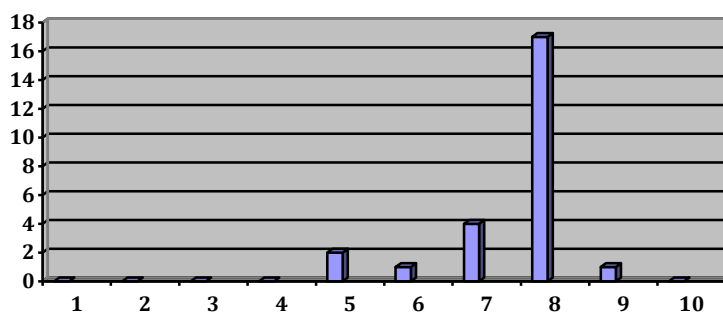
Diese Aufgabe hat zwei Teile: die pH-Wert Bestimmung und das Nennen von Stoffen mit ähnlichem pH-Wert und deren Bedeutung.

Kein/e Schüler/in hatte Probleme, die Tüpfelreaktion durchzuführen. Einige wenige Kinder verwechselten die Farben der beiden Indikatoren und nannten folglich falsche Stoffe. Die Bedeutung dieser Stoffe anzugeben, wurde leider von ziemlich vielen überlesen und daher nicht angeführt. Nur wenige SchülerInnen hatten daher dieses Beispiel komplett richtig.

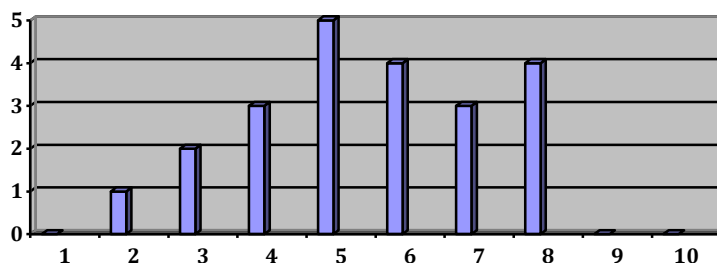
Es konnten keine (deutlichen) Unterschiede zwischen den Arbeiten der Mädchen und Buben festgestellt werden.

Diese Wissensüberprüfung enthielt überdies je eine Theorieaufgabe zu den Themen Säuren, Basen und Salze. Die SchülerInnen sollten diesmal den Schwierigkeitsgrad der gesamten Wissensüberprüfung einschätzen. Es stand wiederum eine Skala von 1 bis 10 zur Verfügung.

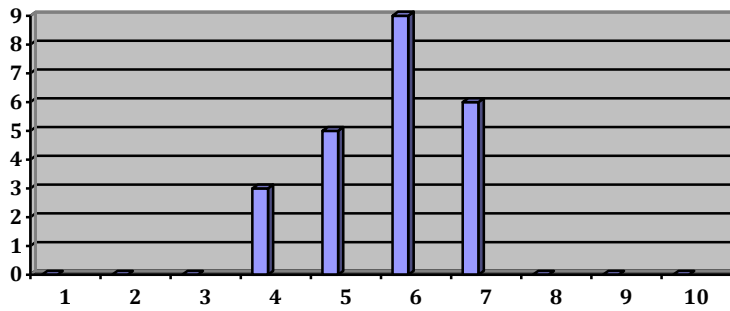
Einschätzung der 4B (27 Lernpersonen):



Einschätzung der 4C (22 Lernpersonen):



Einschätzung der 4D (23 Lernpersonen):



Diese Wissensüberprüfung (s. Anhang) schätzten alle Kinder als ziemlich schwer ein. Das Lösen der Theoriebeispiele setzte solide Grundkenntnisse über Säuren, Basen und Salze voraus, die in neuen Zusammenhängen kombiniert werden mussten. Für viele Kinder waren Beispiele dieser Art sehr anspruchsvoll.

Die Ergebnisse der Wissensüberprüfungen:

4B	5 (+)	6 (+/~)	15 (~)	1 (~/-)
4C	9 (+)	3 (+/~)	8 (~)	2 (Lernziel nicht erreicht)
4D	5 (+)	6 (+/~)	10 (~)	2 (~/-)

Bis auf 2 Kinder haben alle das Lernziel bei dieser Überprüfung erreicht. Mit den Aufgaben kamen sie unterschiedlich gut zurecht. Aus den Ergebnissen lässt sich weder eine Lösungshäufung bei einem der Beispiele noch ein Unterschied bei der Bewältigung der Aufgaben durch Mädchen oder Buben erkennen.

Die Erfahrungen aus diesem Schuljahr haben gezeigt, dass SchülerInnen der 4. Klasse in der Lage sind, ausgewählte und aus dem Unterricht bekannte chemische Reaktionen experimentell selbst durchzuführen und den Reaktionsverlauf auf mehrfache Weise zu beschreiben.

Praktische Aufgaben im Rahmen von Wissensüberprüfungen werden von den Kindern gut gemeistert. Es ist jedoch notwendig, sie auf Art und Durchführungsablauf solcher Experimentalbeispiele gründlich vorzubereiten.

Aufgaben mit theoretischem Schwerpunkt, z. B. Reaktionen zur Herstellung von Salzen, werden von den Kindern im Unterricht im Allgemeinen gut verstanden und können im Klassenverband gelöst werden. Es fällt aber vielen Kindern schwer, solche Aufgaben selbstständig zu lösen, sie benötigen dafür mehr Übungsmöglichkeiten.

4.3 Bearbeitung der Forschungsaufgaben

am Beispiel einer Experimentalaufgabe im Unterricht

Zum Beispiel 6 im Kapitel 3.2.2: Herstellen eines Feuerlöschers

Bei dieser Aufgabe sollten die Schülerinnen und Schüler der 4B Kohlenstoffdioxid (CO₂) herstellen und damit eine brennende Kerze löschen.

Herstellung und Eigenschaften von CO₂ waren den SchülerInnen aus dem Unterricht bekannt. Nun waren die eigenständige Herstellung von CO₂ und eine apparative Lösung für den Einsatz des Gases zum Flammlöschen gefragt.

Die Aufgabenstellung wurde den SchülerInnen mitgeteilt und die Durchführung für die darauffolgende Stunde angesetzt. Sie hatten ein paar Tage Zeit, sich über eine passende Durchführung im Experimentierteam abzusprechen.

Ergebnis der Durchführung:

Alle Gruppen führten ein Experiment durch, das zum Erlöschen der Kerzenflamme führte.

Die Mädchengruppe (1) löschte die Kerzenflamme mit festem Soda. Sie haben kein CO₂ als Löschmittel erzeugt und eingesetzt, sondern die Flamme durch einen Feststoff erstickt. Dahinter kann als Präkonzept stehen, dass Feuer durch Sauerstoffentzug (sicher) gelöscht werden kann. Der vorangegangene Unterricht brachte bei dieser Gruppe keinen Konzeptwechsel.

Die Mädchengruppe (2) löschte die brennende Kerze ebenfalls durch Sauerstoffentzug, was auch in der Beschreibung des Experiments angeführt wird. CO₂ kam zwar vor, stammte aber bei diesem Versuch aus der Verbrennung des Kerzenwachses. CO₂ als Löschgas wurde nicht hergestellt. Eine Umsetzung des Lernstoffs aus dem Unterricht hat auch hier nicht stattgefunden, Primärkonzepte waren für die Durchführung bestimmend.

Die Bubengruppe erzeugte aus Zitronensäure, Soda und Wasser CO₂, fing es in einem Luftballon auf und löschte damit die Kerze. Diese Gruppe übernahm die Lerninhalte aus dem Unterricht, kombinierte sie mit experimentellen Fertigkeiten und entsprach damit der erwarteten Lösung der Aufgabe.

Eine gemischte Gruppe (2 Mädchen + 1 Bub) führte die Aufgabe ebenfalls erwartungsgemäß durch, erzeugten CO₂, „brachten es mit der Flamme in Kontakt und sie erlosch.“

Einige Gruppen kombinierten ‚Sauerstoffentzug‘ und ‚CO₂ – Herstellung‘ und konnten die Aufgabe auf ihre Weise lösen.

Alle Gruppen haben sich gern mit dieser Experimentalaufgabe beschäftigt. Einige haben sich auf das Arbeiten vorbereitet, die anderen arbeiteten spontan. Tipps von Nachbargruppen waren willkommen. Die Protokollierung wurde von den meisten Gruppen sorgfältig durchgeführt; die Geräte wurden skizziert und die Arbeitsschritte notiert. In manchen Protokollen fehlten Notizen über die Beobachtungen und die entsprechenden Erklärungen.

Die Lösungswege der 5 Buben und 22 Mädchen wiesen keine nennenswerten Unterschiede auf.

Ein Blick auf die Protokolle der SchülerInnen und meine Beobachtungen während der Experimentierstunde zeigen, dass Inhalte aus dem Unterricht der vorherigen Stunde nicht von allen in einer neuen Aufgabe experimentell umgesetzt wurden.

Für viele SchülerInnen war die Zeit zu kurz, sich mit dem neuen „Stoff“ ausreichend auseinander zu setzen, ihn zu verankern und zu vertiefen. Dazu kommt, dass einige Wochen vorher das Thema „Brand und Brandbekämpfung“ im Unterricht ausführlich behandelt wurde. Einen Brand z.B. durch Sauerstoffentzug zu bekämpfen war also allgemein bekannt. Die Begriffe „Sauerstoffentzug“ und „Feuer ersticken“ finden sich auffallend oft in den Protokollen des „Feuerlöschexperiments“. Mit einer Brandbekämpfung durch CO₂ waren viele SchülerInnen noch zu wenig vertraut, um sie von sich aus einzusetzen.

Merkmale von Forschungsaufgaben (FA) sind (vgl. ID 1533):

1. FA können mit dem vorhandenem Wissen und bekannten Arbeitstechniken gelöst werden.
2. Das Problem der FA entstammt den Alltagserfahrungen der Kinder.
3. Es wird ein Lernprodukt hergestellt.
4. Es gibt Hilfestellungen für den Lösungsweg.

Entspricht die Aufgabe „Herstellung eines Feuerlöschers“ den Kriterien einer Forschungsaufgabe?

- Ad 1. Theoretisch konnte die Aufgabe mit dem Wissen und Können zum Zeitpunkt des Experiments von SchülerInnen der 4. Klasse gelöst werden.
- ad 2. Feuerlöschen ist ein Thema, mit dem Kinder vertraut sind (Feueralarm, Thema im Chemieunterricht: Brand,...), es ist aus dem Alltag bekannt.
- ad 3. Es soll ein Feuerlöscher hergestellt werden, d.h. ein Lernprodukt soll entstehen.
- ad 4. Mit einigen Hinweisen von der Lehrkraft für den Lösungsweg sollte den Kindern das Bearbeiten der Forschungsaufgabe gelingen.

Die Aufgabe wurde von allen richtig gelöst, eine Kerzenflamme erlosch.

Doch der von mir erwartete Lösungsweg - CO₂ selbst herstellen und damit die Flamme löschen - wurde nur von wenigen Gruppen gegangen.

Den Zusammenhang, dass aus Soda, Zitronensäure und Wasser CO₂ entsteht, sahen viele SchülerInnen nicht sofort. Sie verließen sich bei der Lösung der Aufgabe auf Bewährtes aus ihrer Erfahrung: bei Sauerstoffentzug erstickt jede Flamme!

Im Unterricht ist es bei neuen Themen wichtig, darauf zu achten, dass Zusammenhänge bei Reaktionen von verschiedenen Perspektiven aus betrachtet werden. Weiters soll der Einsatz bekannter Reaktionen in noch nicht bekannten Aufgaben beispielhaft geübt werden.

Hier zeigte sich deutlich, dass 2 Wochenstunden Chemie nicht ausreichen, einer ganzen Klasse experimentelle Kompetenzen grundlegend zu vermitteln!

4.4 Erntewagen

4.4.1 Erntewagen 1

Wie haben meine SchülerInnen ihren Chemieunterricht erlebt? Was blieb im Gedächtnis? Was war wertvoll für sie?

Ich fragte ihre Meinungen in der letzten Chemiestunde schriftlich ab. Ich zeichnete einen großen Erntewagen an die Tafel und bat die SchülerInnen, ihn mit dem zu beladen, was sie aus dem Jahr Chemieunterricht für sich mitnehmen, was „der Ernte dieses Jahres“ entspricht.

Einige Beispiele der Ernte:

„Ich habe gelernt, dass Experimentieren Spaß macht!“

„Bessere Gefahreinschätzung von Feuer.“

„Ich kenn mich jetzt besser im Haushalt aus. Periodensystem. Chemische Formeln.“

„Freude. Karamell.“

„Interessante Experimente. Chemische Vorgänge im Haushalt besser verstanden.“

„Wissen über Elemente. Experimente. Wissen über verschiedene Reaktionen.“

Diesen Rückmeldungen entnehme ich, dass

- meinen SchülerInnen bewusst ist, dass sie ziemlich viel gelernt haben.
- meine SchülerInnen das Experimentieren schätzen.
- meine SchülerInnen sich im Alltag besser zurecht finden.
- sich meine SchülerInnen in der Chemie jetzt besser auskennen.

4.4.2 Erntewagen 2

Welche Ziele haben meine SchülerInnen aus meiner Sicht erreicht? (vgl. Kap. 2.1)

„Handwerkszeug“: Die Laborgeräte haben alle SchülerInnen im Allgemeinen sorgsam behandelt. Sie haben versucht, die für sie neuen Geräte richtig zu verwenden und gute Ergebnisse zu erhalten. Das ist ihnen auch gelungen.

Arbeitstechniken: Die Instruktionen zu den erforderlichen naturwissenschaftlichen Arbeitsmethoden verfolgten die SchülerInnen meist aufmerksam. Ich konnte beobachten, dass sich bemühten, gut und richtig zu arbeiten. Das Einhalten der Regeln beim Arbeiten und das Tragen einer Schutzbrille waren nach kurzer Zeit selbstverständlich.

Kollegiale Zusammenarbeit: Die Bildung von Kleingruppen war in allen drei Klassen problemlos. Eine gemeinsame konstruktive Teamarbeit war auch in wechselnden Gruppenzusammensetzungen möglich, nur selten musste ich korrigierend eingreifen.

Solide Kenntnis der theoretischen Grundlagen: Die SchülerInnen wollten den theoretischen Hintergrund der Experimente verstehen und bemühten sich sehr darum. Manchmal baten sie bei Themen, die für sie besonders schwer waren, um vermehrte Übungsmöglichkeiten.

Verknüpfen von Wissen und praktischen Fertigkeiten: Bei den selbst durchgeführten Reaktionen konnten die Schülerinnen den Zusammenhang zwischen dem theoretischen Hintergrund und der praktischen Umsetzung in Experimenten in unterschiedlichem Ausmaß erfassen. Es hätte zusätzlicher Übungseinheiten bedurft, dem Ziel, bei jeder Reaktion Theorie und Praxis verknüpft zu erleben, näher zu kommen.

Die SchülerInnen meiner 4. Klassen haben im allgemeinen gern gelernt, sehr gern experimentiert und haben sich zu Forschungsfragen solange Lösungswege überlegt und Experimente durchgeführt, bis die Aufgaben gelöst waren.

5 REFLEXION UND AUSBLICK

Aufgaben des Chemieunterrichts:

Im **Chemieunterricht** wird dem Lehrplan entsprechend chemisches Grundwissen vermittelt.

Im **chemischen Experimentalunterricht** werden die SchülerInnen ins praktische naturwissenschaftliche Arbeiten eingeführt.

Im **praxis- und kompetenzorientierten Chemieunterricht** werden chemisches Grundwissen und naturwissenschaftliches Experimentieren verknüpft.

Am Ende der 4. Klasse sollten Schülerinnen und Schüler Aufgaben, die den Bildungsstandards der 8. Schulstufe entsprechen, lösen können.

Das bedeutet für die Unterrichtsgestaltung den Einsatz vielfältiger Methoden, um den Schülerinnen und Schülern differenziert die Theorie von Stoffeigenschaften und Stoffveränderungen altersadäquat und nachhaltig vermitteln zu können.

Das bedeutet für die Gestaltung von Experimentalunterricht die Auswahl passender Experimente mit jeweils klarer Vorgabe der Durchführung. Es bedeutet die Bereitstellung aller für die Experimente benötigten Materialien in Gruppen- bzw. Klassenstärke. Es bedeutet die Versorgung der Materialien nach dem Experimentieren. Das bedeutet die individuelle Betreuung der Kinder beim Experimentieren.

Das bedeutet für die Gestaltung eines kompetenzorientierten Chemieunterrichts das Zusammenstellen von Forschungsfragen zu den Unterrichtsthemen und die Begleitung der Kinder bei der Durchführung. Es bedeutet das Zusammenstellen von Forschungsaufgaben, die für die Klasse maßgeschneidert sein müssen, und wiederum die Begleitung der Kinder beim Lösen dieser Aufgaben.

Kompetenzorientierter Chemieunterricht in der 4. Klasse ist ein Meilenstein auf dem Weg zur neuen Reifeprüfung. In den Chemiestunden werden Arbeitsweisen und Lösungsstrategien für ein erfolgreiches Bearbeiten von Aufgaben aus dem Theoriebereich, Experimentalaufgaben und Forschungsaufgaben kennengelernt und trainiert. Prüfungsaufgaben im Rahmen der neuen mündlichen Reifeprüfung werden kompetenzorientierte Aufgaben sein. Auch für das Verfassen vorwissenschaftlicher Arbeiten (VWA), mit dem Blick auf Themen, die der Chemie zugeordnet werden können, sind das präzise Formulieren von Forschungsfragen und die theoretische wie praktische Durchführung selbstverständlich. Grundlegende Übungsschritte werden daher bereits in der Unterstufe gesetzt.

Die guten Erfahrungen aus dem Chemieunterricht der 4. Klassen des heurigen Schuljahrs mit den zahlreichen Experimentalbeispielen und Forschungsaufgaben bestärken mich, meinen Unterricht im kommenden Schuljahr in ähnlicher Weise zu gestalten und auch weiterhin meine Erfahrungen an Kolleginnen und Kollegen in Seminaren sowie an Studierende im Schulpraktikum weiterzugeben.

Verbesserungsmöglichkeiten meines Chemieunterrichts sehe ich in der Auseinandersetzung mit Forschungsfragen, die die Kinder auf die Beschäftigung mit einem (aus dem Lehrplan vorgegebenen) Thema neugierig machen, und in der Zusammenstellung guter Forschungsaufgaben. Im kommenden Jahr werde ich mich damit beschäftigen.

6 LITERATUR

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

KRANZ, Joachim, SCHORN, Jens (Hrsg.) (2008). *Chemie Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Cornelsen Verlag Scriptor. Berlin.

ANTON, Michael A. (2008). *Kompodium Chemiedidaktik*. Klinkhardt.

BARKE, Hans-Dieter (2006). *Chemiedidaktik. Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag

WEINERT, Franz, E. (2002). *Leistungsmessungen in Schulen*. Zweite unv. Aufl. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.

NIEL, Elisabeth (2009). *Naturwissenschaftliches Praktikum für die 5. bis 7. Schulstufe. Zum Design von Forschungsaufgaben*. IMST S5 ID 1533

NIEL, Elisabeth (2010). *Neue Forschungsaufgaben im praxisorientierten Chemieunterricht der Sekundarstufe I*. IMST S5 ID 1816

<https://www.bifie.at/node/1472> (30.6.2012) Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe

