



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
S4 „Interaktionen im Unterricht und Unterrichtsanalyse“**

**SCHÜLERINNENVORSTELLUNGEN
VON DER FACHWISSENSCHAFT
CHEMIE –
INITIIERUNG EINES KONZEPT-
WECHSELS**

Dr. Alice Pietsch

Gymnasium und ORG der Ursulinen, Graz

Graz, Juli 2006

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
1 EINLEITUNG	4
1.1 Zielsetzung der Studie.....	4
1.1.1 Ziele und Erwartungen	4
1.1.2 Zielindikatoren	5
2 THEORETISCHER HINTERGRUND	6
2.1 Scientific Literacy und Konzeptwechsel.....	6
2.2 Veränderung von SchülerInnenvorstellungen	7
2.3 Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht	11
2.3.1 Attraktivität von Naturwissenschaften.....	11
2.3.2 Koedukation versus Monoedukation	13
3 DARSTELLUNG DES UNTERRICHTSKONZEPTES	14
4 FORSCHUNGSFELDER UND -DESIGN.....	18
5 ENTWICKLUNGSPROZESSE UND FORSCHUNGS-ERGEBNISSE ITERATIV VERNETZT	21
5.1 Evaluation der Schülerinneninteressen.....	21
5.2 Evaluation der Schülerinnenvorstellungen von der	23
5.2.1 Beliebtheit des Unterrichtsfaches Chemie	27
5.3 Entwicklung und Evaluation des Unterrichts-konzeptes	28
6 DISKUSSION DER ERGEBNISSE.....	34
7 ZUSAMMENFASSUNG - AUSBLICK	38
8 LITERATUR.....	39
9 ANHANG	43

ABSTRACT

In dieser Fallstudie werden die Schülerinnenvorstellungen von den Inhalten der Fachwissenschaft Chemie einer monoedukativ geführten 11. Schulstufe untersucht, und darauf aufbauend wird ein Unterrichtskonzept für diese Naturwissenschaft entwickelt. Dieses soll Mädchen einerseits einen besseren Zugang zum entsprechenden Unterrichtsfach eröffnen, und andererseits den Konzeptwechsel in Richtung einer wissenschaftlichen Vorstellung von Chemie einleiten. Beginnend mit dem persönlichen individuellen Zugang der Schülerinnen zur Fachwissenschaft als grundlegenden Aspekt des Unterrichtsmodells, setzen sich diese in weiterer Folge über Interaktionen im Unterricht auch mit den thematischen Zugängen ihrer Mitschülerinnen auseinander, was zur Initiierung des Konzeptwechsels der ursprünglichen Vorstellungen und einer Steigerung der Beliebtheit des Unterrichtsfaches Chemie innerhalb des gesamten Fächerkanons führt.

Schulstufe: 11

Fach: Chemie

Kontaktperson: Dr. Alice Pietsch

Kontaktadresse: Gym und ORG der Ursulinen, Leonhardstraße 62, 8010 Graz

1 EINLEITUNG

Das Bewusstsein über die große Bedeutung von Scientific Literacy, die hier im Sinne von naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung¹ verstanden wird, löst heute mehr denn je eine brisante Diskussion über ihre Erreichbarkeit aber vor allem über ihre Nicht Erreichbarkeit im naturwissenschaftlichen Unterricht aus. In der Literatur finden sich zahlreiche Argumente, die ihre Wichtigkeit für jeden einzelnen Menschen unterstreichen und trotz Fokussierung unterschiedlicher Aspekte letztendlich zwei Kategorien -einer intrinsischen und einer instrumentellen² (Millar 1996a) - zugeordnet werden können. In dieser Studie soll ein wesentlicher Aspekt von Scientific Literacy, das Annehmen eines wissenschaftlichen Konzeptes von der Fachwissenschaft Chemie, durch Schülerinnen verfolgt werden.

Geht man im naturwissenschaftlichen Unterricht auf die individuelle Lebensrealität jedes jungen Menschen ein, werden nicht SchülerInnen an naturwissenschaftliche Phänomene herangeführt, sondern diese kommen in sehr persönlicher Form auf sie zu und eröffnen ihnen einen affektiven Zugang. Naturwissenschaften ermöglichen auf diese Weise die Erweiterung des Wissensstandes in persönlichen Interessensbereichen, wenn diese auch vordergründig nicht einschlägig orientiert sind und sie kann auf diese Weise eine Verankerung im Bewusstsein junger Menschen erfahren.

1.1 Zielsetzung der Studie

Die Fallstudie wird in zwei monoedukativ geführten Mädchenklassen der 11. Schulstufe durchgeführt. Eine bessere wissenschaftliche Sicht des Faches Chemie stellt das Rahmenziel dar, das durch die Erreichung in der Folge definierter Subziele angestrebt wird.

1.1.1 Ziele und Erwartungen

Mit Hilfe eines neuen Unterrichtskonzeptes soll

- eine Individualisierung im Zugang zur Chemie,
- das Kennenlernen der Vorstellungen der Schülerinnen von der Fachwissenschaft Chemie,
- eine wissenschaftliche Sichtweise auf das Fach und
- ein besserer Zugang zum Fach Chemie für Mädchen eröffnet werden.

Die Umsetzung der Ziele erfolgt auf der Basis von Interaktionen im Unterricht, die in unterschiedlicher Weise auf horizontaler und vertikaler Ebene stattfinden.

Entwicklungsprozesse, wie sie in der hier durchgeführten Studie dokumentiert und evaluiert werden sollen, benötigen Zeit und die ist im Rahmen eines Schuljahres äußerst knapp bemessen. Der tatsächliche Entwicklungszeitraum für eine Veränderung

¹ In der Literatur finden sich zahlreiche Versuche einer Begriffsdefinition für „Scientific Literacy“ einem Begriff, der 1952 erstmals von James Bryant Cohen benutzt wurde (Gräber, Nentwig 2002).

² Beide Kategorien werden in Kapitel 1.2.1. genau definiert.

reduziert sich auf 6 Monate³. Daher können als positives Ergebnis für die Wirksamkeit des erprobten Unterrichtskonzeptes nur Ansätze erhoben und in Richtung „Konzeptwechsel“ interpretiert werden.

1.1.2 Zielindikatoren

Die Erreichung der Projektziele wird im Unterricht durch mehrere Indikatoren angezeigt. Die Einleitung eines Konzeptwechsels der ursprünglichen Schülerinnenvorstellungen in Richtung einer fachwissenschaftlichen zeigt sich, wenn im Unterricht

- thematisch vernetztes Denken zu erkennen ist. Dies bedeutet, dass Schülerinnen bei der Bearbeitung lehrplanbasierter Themen Querverweise zu eigenen individuellen Zugängen oder denen ihrer Mitschülerinnen anbieten können.
- Die Darstellung der ursprünglichen Vorstellungen von der Fachwissenschaft müsste eine Erweiterung in der Anzahl und Art der Ausprägungen erfahren.
- Eine abgesenkte Hemmschwelle für das Herangehen an Experimente durch eine möglichst große Anzahl von Schülerinnen würde auf ein verändertes Chemiebild hinsichtlich der Gefährlichkeit und Undurchschaubarkeit von Experimenten der Fachwissenschaft hinweisen.
- Eine veränderte Rangordnung des Unterrichtsfaches Chemie innerhalb des gesamten Fächerkanons weist auf einen besseren Zugang der Mädchen und in der Folge auch auf eine größere Beliebtheit des Unterrichtsfaches hin.
- Die weiterführende Auseinandersetzung mit dem eigenen thematischen Zugang zum Fach in Form eines Spezialgebietes oder die Entscheidung in diesem Unterrichtsfach die Matura abzulegen bei einer größeren Anzahl von Schülerinnen im Vergleich zu den letzten Maturajahrgängen, weist ebenfalls auf eine gesteigerte Beliebtheit dieser Naturwissenschaft hin.

Die Weiterführung des erprobten Unterrichtskonzeptes im kommenden Unterrichtsjahr wird dessen Nachhaltigkeit anhand der angeführten Indikatoren unter Beweis stellen.

³ Auch die Vorarbeiten für die Durchführung des Projektes und die Auswertung der Ergebnisse müssen innerhalb der 10 Monate eines Schuljahres erfolgen.

2 THEORETISCHER HINTERGRUND

In der Folge werden für die Studie wesentliche Begriffe vor dem Hintergrund der Pro argumentation für naturwissenschaftliche Grundbildung in einen wissenschaftstheoretischen Rahmen eingebettet.

2.1 Scientific Literacy und Konzeptwechsel

Die schwindende Begeisterung für Naturwissenschaften im Unterricht lässt eine inhaltliche Auseinandersetzung mit zahlreichen Definitionen für Scientific Literacy⁴ in den Hintergrund treten. Eine Konfrontation mit Argumenten für naturwissenschaftliche Allgemeinbildung in der Literatur impliziert gleichzeitig den vielfältigen Mangel, der durch ihr Fehlen entsteht, und stellt daher eine aktuelle Thematik dar.

So unterschiedlich die Begründungen für Scientific Literacy auch sein mögen, es lassen sich doch zwei grundsätzliche Kategorien von Argumenten bilden -eine intrinsische und eine instrumentelle. Erstere rechtfertigt durch die intellektuelle Schönheit bzw. Erklärungsmächtigkeit der Naturwissenschaften, die schließlich dem Menschen die Möglichkeit gibt, sich selbst zu verstehen (*Sachsse 1976*), die Notwendigkeit naturwissenschaftlicher Bildung. In der instrumentellen Rechtfertigung geht es um den praktischen Nutzen von Naturwissenschaften wie beispielsweise deren große Bedeutung für die Wirtschaft bzw. die erwünschte Fähigkeit an öffentlichen Diskussionen teilzunehmen oder ihre Anwendung im täglichen Leben. Für beide Kategorien finden sich in der Literatur zahlreiche Ausprägungen, die unterschiedliche Aspekte fokussieren (*Gräber, Nentwig 2002, Bybee 2002, Shamos 2002, Dubs 2002, Schaefer, 2002, Evans, Koballa 2002, Gräber, Nentwig, Nicolson 2002*).

Die Vielzahl der Argumente führte schließlich zu einer hierarchischen Ordnung durch Rodger W. Bybee, in der Scientific Literacy als lebenslanges Bildungskonzept mit zunehmender Breite und Komplexität dargestellt wird:

- **Nominale Scientific Literacy**

Naturwissenschaftliche Fragestellungen und Begriffe werden als solche erkannt, sind aber mit falschen Kenntnissen, Informationen sowie lückenhaftem Verständnis gekoppelt. Falsche Vorstellungen bestehen bei naturwissenschaftlichen Konzepten und Phänomenen und sind mit naiven und niederschweligen Deutungen naturwissenschaftlicher Zusammenhänge gekoppelt.
- **Funktionale Scientific Literacy**

Naturwissenschaftliches Vokabular wird eingesetzt, technische Begriffe sind bekannt und naturwissenschaftliche Begriffe können korrekt definiert werden.
- **Konzeptionelle und prozedurale Scientific Literacy**

Grundlegende Prinzipien und Prozesse der Naturwissenschaften werden verstanden bzw. die Zusammenhänge der einzelnen Teilbereiche einer Disziplin in ihrer konzeptuellen Gesamtstruktur erfasst.

⁴Definitionsvorschläge für Scientific Literacy erfolgten vorallem in der 1960er bis 1990er Jahren (*Bybee 2002*).

- **Multidimensionale Scientific Literacy**

Das Verständnis über die Besonderheiten der Naturwissenschaften ist vorhanden und eine Differenzierung in Richtung andere wissenschaftliche Disziplinen ist gegeben. Die Kenntnis über das Wesen und die Geschichte der Naturwissenschaften ermöglicht ihre Betrachtung im gesellschaftlichen Konnex (*Bybee 1997, Bybee 2002*).

Zum einen ermöglicht diese Abstraktion die nicht trennende Unterstützung sowohl intrinsischer als auch instrumenteller Rechtfertigungen, und zum anderen eine Einordnung des durch naturwissenschaftlichen Unterricht erreichten Entwicklungsstandes. In vielen Fällen wird Letzterer maximal im Bereich der Funktionalen Scientific Literacy angesiedelt sein.

Fokussiert man in der Betrachtung von Bybees Hierarchie die „falschen naturwissenschaftlichen Vorstellungen“, die in der Phase der nominalen Scientific Literacy noch gegeben sind und jenes Stadium darstellen, in dem sich SchülerInnen zunächst befinden, kristallisiert sich ein Konflikt für den naturwissenschaftlichen Unterricht heraus. SchülerInnen bringen einerseits falsche Vorstellungen von naturwissenschaftlichen Fachwissenschaften und Phänomenen mit, die ihnen den Zugang zu einschlägiger Bildung erschweren und diese brauchen sie andererseits wieder, um in ihr eine höhere und komplexer Ebene zu erreichen, die ein umfassendes Verständnis dieser Wissenschaftsdisziplinen ermöglicht. Noch schärfer formuliert: Falsche Vorstellungen von einschlägigen Fachwissenschaften führen zur Ablehnung im Unterricht - eine denkbar schlechte Ausgangssituation für Lernende und Lehrende.

Es geht hier zunächst keineswegs um ein umfassendes und wahres Verständnis der Naturwissenschaften, sondern um den Konzeptwechsel von Alltagsvorstellungen, die bei SchülerInnen ein negatives Bild induzieren.

Um das angesprochene Konfliktpotential zu reduzieren, kann man bereits im Vorschulalter mit naturwissenschaftlicher Grundbildung in einer dem intellektuellen Entwicklungsstand entsprechenden Form beginnen und auf diese Weise der Manifestation falscher Vorstellungen entgegenwirken. Nach Gisela Lück sollte die in diesem Alter vorhandene Neugier und Begeisterung für naturwissenschaftliche Phänomene bis zum späten Einsetzen des einschlägigen Schulunterrichtes weitergetragen werden (*Lück 2005*). Bei Jugendlichen, die keinerlei Frühförderung in Naturwissenschaften mitbringen, kann man nur mit Hilfe gezielter Maßnahmen einen Konzeptwechsel fokussieren.

2.2 Veränderung von SchülerInnenvorstellungen

In den Unterricht mitgebrachte SchülerInnenvorstellungen⁵ von der Natur der Naturwissenschaften bzw. deren Grundkonzepte sind in den Köpfen der Lernenden fest verankert. Allein der Ansatz einer Veränderung ist nur durch einen bewusst gesteuerten Prozess zu initiieren. Dies kann auf kontinuierliche Weise passieren, indem man von vorhandenen Vorstellungen ausgeht und ohne Konfrontation mit gegenteiligen Aspekten kleine Revisionen erzielt. Man bezeichnet dies als `conceptual growth`.

⁵ Bei Martina Nieswandt findet sich eine Zusammenfassung jener Begriffe, die alternativ zu Schülervorstellungen in der Fachliteratur verwendet werden: preinstructional knowledge, misconceptions, pre-conceptions, alternative frameworks, children`s science (*Nieswandt 2001a*).

Setzt man diskontinuierlich an, so wird über eine den Alltagsvorstellungen konträre wissenschaftliche Vorstellung angesetzt, die zu einer grundlegenden Revision führt. Dies bezeichnet man nun als 'conceptual change' und im deutschsprachigen Raum als Konzeptwechsel, eine in der Fachdidaktik etablierte wenn auch unglückliche Übersetzung aus dem Englischen (Duit 1996). Der Begriff vermittelt den Eindruck eines Austausches von Konzepten bzw. des Auslöschens der mitgebrachten Vorstellungen, was nicht der Realität entspricht. Beim diskontinuierlichen Ansatz erfolgt der Aufbau einer neuen wissenschaftlichen Vorstellung neben der SchülerInnenvorstellung.

Im naturwissenschaftlichen Unterricht nehmen SchülerInnen einschlägige Konzepte und Phänomene in der Regel nicht so auf, wie sie die Lehrenden verstanden haben möchten, sondern interpretieren sie innerhalb ihres mitgebrachten Rahmens (Duit 1993) bzw. modifizieren diesen, jedoch nicht immer in Richtung wissenschaftliche Konzepte (Pfundt 1982). So hindern mitgebrachte Vorstellungen SchülerInnen am Lernen, am richtigen Verstehen und am längerfristigen Behalten des Gelernten (Nieswandt 2001b). Dies zeigt sich vor allem bei SchülerInnenexperimenten, wenn sie so durchgeführt werden, dass die Lernenden Hypothesen bezüglich des Ausganges des Experimentes formulieren. Selbst wenn durch den Versuch diese falsifiziert werden, sehen SchülerInnen „das, was sie sehen wollen oder - etwas präziser ausgedrückt - was ihnen ihre Vorstellungen zu sehen erlauben“ (Duit 1993).

Woraus bestehen nun SchülerInnenvorstellungen? Sie bestehen einerseits aus Alltagsvorstellungen, die durch Gespräche, das Lesen von Büchern oder durch den Kontakt mit Massenmedien genährt bzw. verstärkt werden (Nieswandt 2001a) und mit denen Lernende ihre Lebenswelt beschreiben und interpretieren. Sie tun dies nicht in Form einer persönlichen Darstellung, sondern geben ein innerhalb der Gesellschaft entstandenes und in dieser allgemein gültiges Bild wieder (Driver et al. 1994)⁶. Andererseits stammen sie auch aus vorangegangenem Unterricht und werden mit Alltagsvorstellungen zusammengeführt. Ersteres impliziert bereits die schwere Veränderbarkeit der mitgebrachten Vorstellungen, da diese ja im Alltag durchaus zur Lösung von Fragestellungen erfolgreich eingesetzt werden können (Duit 1993).

Unterricht kann Vorstellungen nur dann in eine wissenschaftliche Richtung weitertreiben, wenn auch Lehrende die richtigen Konzepte für sich angenommen haben und diese im Unterricht⁷ gezielt verfolgen. Studien, die sich mit dem Verständnis von der Natur der Naturwissenschaften auseinandersetzen, zeigen, dass teilweise auch Studierende (Meyling 1997) und Lehrer unzureichende Konzepte in dieser Hinsicht aufweisen (Ledermann, N.G. 1992, Mc Comas, W.F., Almazroa, H. 1998).

⁶ Franz Weinert differenziert in diesem Zusammenhang zwischen *Weltwissen* - den Alltagsvorstellungen- und *arbiträärem Wissen*, „das im wesentlichen die durch Wissenschaften definierten Systemzusammenhänge und die aus dem Alltag entfremdeten, abstrahierten, Gegenstände umfasst“ (Duit, Gräber 1993).

⁷ Aus eigener Unterrichtserfahrung ist bekannt, dass erstaunlicherweise richtige Konzepte im Unterricht auch hinderlich sein können. Schülerinnen, die eher mäßig an Naturwissenschaften interessiert sind und durchschnittliche bis schlechte Leistungen in diesen Fächern aufweisen, sind durch die Tatsache, dass die wissenschaftlichen Konzepte nicht einem Abbild der Natur entsprechen, sondern Modellvorstellungen sind, enttäuscht und demotiviert. Die Sinnhaftigkeit von naturwissenschaftlichem Unterricht wird durch diesen Umstand stark angezweifelt, da man sich lediglich mit Modellen und nicht mit dem auseinandersetzt, wie es wirklich ist, und die Funktion letzterer oft nicht glaubhaft vermittelt werden kann.

2.2.1 Veränderungsprozess

Veränderungsprozesse von SchülerInnenvorstellungen sind zweifelsohne schwierig zu initiieren bzw. in Gang zu halten und weiters durch kleine Fortschritte gekennzeichnet. Oftmals gelingt auch in länger dauernden Entwicklungsphasen oder durch empirische Beweise wie Experimente kaum eine Veränderung der mitgebrachten Vorstellungen.

Jürgen Langlet zeigt an einem Exempel aus dem Biologieunterricht, dass SchülerInnen sich auch durch die Ergebnisse von Versuchen nicht umstimmen lassen, sondern an die mitgebrachten Vorstellungen anknüpfen und durch eine Theorieerweiterung das Neue dem Vertrauten kompatibel machen. Das Auftröpfeln von Wasserstoffperoxid auf die Innenseite einer durchgeschnittenen Kartoffel führt zu einer Schaumbildung, die immer wieder hartnäckig als das Herausziehen der Stärke aus der Kartoffel interpretiert wird (*Langlet 1999*).

Eine andere Fokussierung der Thematik zeigt sich in einer jahrgangsübergreifenden Studie von Elke Sumfleth und Andrea Geisler zur Säure-Base Thematik. Hier geht es um die Nachhaltigkeit von im Unterricht konstruiertem Wissen, das je nach Jahrgangsstufe mehr oder weniger die Präkonzepte in den Hintergrund treten lässt. Es zeigt sich, dass die SchülerInnenvorstellungen in allen untersuchten Schulstufen (7. – 12.) gleich sind, jedoch in den höheren Klassen mit geringerer Häufigkeit auftreten. Durch den Unterricht konnte kurzzeitig Alltagswissen verdrängt werden, das aber langfristig und vor allem in den unteren Jahrgängen wieder zurückkehrt -speziell wenn Fachwissen bereits vergessen ist (*Sumfleth, Geisler 1999, Sumfleth, Geisler 2001*).

Die angeführten Beispiele stellen gleichzeitig praxisorientierte Ausschnitte aus der konstruktivistischen Lerntheorie dar. Sie hat seit dem Beginn der 1980er Jahre die Naturwissenschafts- und Mathematikdidaktik stark geprägt und ist heute die führende Theorie, aus deren Blickwinkel Lernen in den Naturwissenschaften untersucht wird (*Duit, Gräber 1993*). Aufbauend auf den Ideen Jean Piagets, dessen fachwissenschaftliche Prägung als Biologe seine Arbeiten zur kognitiven Entwicklung des Kindes beeinflusste, entwickelte sich die konstruktivistische Lerntheorie. Piaget selbst unterscheidet beim Lernen zwischen Assimilation und Akkomodation. Ersteres beschreibt das von der Person abhängige Wiedererkennen bekannter Situationen, das zu einer Handlung führt, die bereits zuvor zu einer angenehmen Folge geführt hat und aus diesem Grund wiederholt wird. Tritt eine Störung in einer bekannten Situation ein, wird die Handlung abgeändert oder es wird eine neue entwickelt, die schließlich auch wieder zu einer angenehmen Folge führt. Letzteres wird von Piaget als Akkomodation bezeichnet und ist keineswegs mit dem Gegenteil von Assimilation gleichzusetzen (*Duit, Gräber 1993*).

Die konstruktivistische Lerntheorie betrachtet den Prozess des Lernens als aktive Konstruktion aufbauend auf dem Vorwissen der Lernenden. Letztere können das Lernen entweder fördern oder behindern. Präkonzepte können entweder teilweise ergänzt oder ausgeweitet werden -im Sinne eines 'conceptual growth'- oder eine Neustrukturierung erfahren, sodass sich ihr Anwendungsbereich und Status in Form eines 'conceptual change' verändert (*Duit 1996*)⁸. Die konstruktive Tätigkeit des Ler-

⁸ In diesem Zusammenhang sei auf die Didaktische Rekonstruktion als Unterrichtsmodell verwiesen. Ihr Grundprinzip ist es fachwissenschaftliche Vorstellungen und Schülerperspektiven (in diesem Begriff sind Präkonzepte aber auch Einstellungen und Interessen subsummiert) miteinander in Bezie-

nens erfolgt aktiv durch den Lernenden und soll in einer Vernetzung von Begriffen und Daten münden. Dem Lehrenden kommt in diesem Prozess eine eher passive Rolle zu. Als aktiv Steuernder der „gelenkten Rekonstruktion“ (Stork 1995) trägt er jedoch große Verantwortung für das Gelingen des Konzeptwechsels.

Die wichtigsten Ratschläge der Konstruktivistinnen für einen Konzeptwechsel hat Heinrich Stork in vier Punkten zusammenfasst:

- „1. Die von den Schülerinnen und Schülern in den Unterricht mitgebrachten Vorstellungen (Alltagsvorstellungen, lebensweltliche Vorstellungen, alternative Vorstellungen, die sich auf den jeweiligen Unterrichtsinhalt beziehen, müssen berücksichtigt werden.
2. Dem Übergang von lebensweltlichen zu wissenschaftlichen Konzepten ist große Sorgfalt zu widmen. Zur Förderung dieses Lernprozesses haben sich bewusst herbeigeführte ‚kognitive Konflikte‘ und deren Lösung als wirksam erwiesen.
3. Der Lernprozess hat nicht immer das Ziel, die mitgebrachten Vorstellungen der Lernenden durch wissenschaftliche zu ersetzen. Oft ist es vorzuziehen, den alltagsweltlichen Vorstellungen einen eingeschränkten Geltungsbereich zu lassen.
4. Die Einordnung gleicher Phänomene in unterschiedliche Zusammenhänge und Redeweisen erfordert (einfache) metatheoretische Betrachtungen“ (Stork 1995).

Die völlige Auslöschung alter Konzepte ist weder möglich noch sinnvoll noch erwünscht, wie auch von Stork unter Punkt drei angeführt wird. Sie erfüllen im Alltag ihre Aufgabe und ermöglichen eine Kommunikation außerhalb des wissenschaftlichen Rahmens, die sonst nicht möglich wäre. Im Unterricht sollen daher Alltagsbegriffe, die aus fachwissenschaftlicher Sicht nicht korrekt sind, intakt bleiben, aber im Unterricht neu interpretiert werden (Duit, Gräber 1993, Duit 1996). Es kommt dabei für beide Konzepte zu einem „Herausarbeiten ihres jeweiligen Status in den ihnen zuzuordnenden Situationen“ (Duit 1993).

2.2.2 Kognitiver Konflikt

Um im Veränderungsprozess einen möglichst großen Fortschritt zu erzielen, muss der Lernende in eine Situation versetzt werden, die Unzufriedenheit mit seinen bisherigen Vorstellungen erzeugt und eine Revision der mitgebrachten Konzepte einleitet. Bei einem diskontinuierlichen Ansatz erfolgt die Initiierung eines Konzeptwechsels nach der konstruktivistischen Lerntheorie mit Hilfe des sogenannten ‚kognitiven Konfliktes‘, der in der Veränderung der Schülerinnenvorstellungen das größte Potential

hung oder besser „in Balance“ (Kattmann, Duit, Gropengießer, Komorek 1997) zu bringen. Auf diese Weise wird ein Thema wesentlich komplexer behandelt, da eine ausgeprägte didaktische Komponente dazukommt. So bekommen aber Lernende über den lebensweltlichen Kontext eher die Chance wissenschaftliche Konzepte zu konstruieren und somit einen Veränderungsprozess einzuleiten (Kattmann, Duit, Gropengießer, Komorek 1997). In diesem Zusammenhang sei auf eine Studie verwiesen, die im Rahmen der didaktischen Rekonstruktion die Rolle von Analogien in Lernprozessen untersucht. Analogien können einerseits sehr förderlich, jedoch andererseits auch hinderlich für den Lernprozess sein. Speziell wurde die Bildung und Entwicklung von Analogien bzw. die Mikrostruktur des analogen Denkens anhand der eingeschränkten Prognostizierbarkeit chaotischer Systeme untersucht (Duit, Roth, Komorek, Wilbers 2001).

beinhaltet. Die Methode muss jedoch hinsichtlich sozialer Aspekte wie Lernumgebung und Unterrichtsformen bzw. der Gabe von Denkwerkzeugen zur eigenen Konstruktion von Wissen gut eingebettet sein, um erfolgversprechend zu wirken (Duit 1993).

Bei der Erzeugung eines kognitiven Konfliktes und seiner damit verbundenen Auflösung in Richtung neuer Konzepte haben sich vier Aspekte als wesentlich herauskristallisiert:

- Unzufriedenheit der SchülerInnen mit den vorhandenen Vorstellungen.
- Neue Vorstellungen müssen für SchülerInnen verständlich sein.
- Die neuen Vorstellungen müssen von Anfang an plausibel sein.
- Die neuen Vorstellungen müssen fruchtbar sein.

Diese vier Bedingungen müssen laufend hinsichtlich der neuen Vorstellungen auf eine höhere Ebene gebracht werden, um methodisch wirksam zu werden (Posner 1982). Bis zur Erzeugung des kognitiven Konfliktes sind die Lernenden keineswegs unzufrieden mit ihren bisherigen Vorstellungen. Erst die bewusste Provokation der alten Konzepte durch fachwissenschaftliche Phänomene, die mit diesen nicht mehr zufriedenstellend erklärt werden können, leitet die Konstruktion anderer Konzepte ein. In diesem Prozess müssen die neuen Vorstellungen laufend verständlicher, plausibler und fruchtbringender für die SchülerInnen werden (Hewson, Hewson 1991). Dies kann nur Schritt für Schritt durch die Unterstützung geeigneter Unterrichtssituationen erfolgen. Die Lernenden müssen ja zunächst dazu gebracht werden, ihre Vorstellungen preiszugeben und dies ist nur in einem vertrauensfördernden Klima und nicht in einer Beurteilungssituation möglich. Für solche Lernsituationen eignen sich vor allem offene Unterrichtsformen, in denen SchülerInnen die Möglichkeit zum gegenseitigen Austausch ihrer Vorstellungen im Lernprozess haben (Duit 1993).

2.3 Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Eine zeitgemäße Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichem Unterricht kann ohne Berücksichtigung gendersensitiver Aspekte wohl kaum erfolgen. Die Forderung nach naturwissenschaftlicher Grundbildung setzt voraus, dass für beide Geschlechter nach optimalen Bedingungen im Unterricht gesucht wird, um dem Ziel der Scientific Literacy für alle ein wenig näher zu kommen. Da diese Studie in reinen Mädchenklassen durchgeführt wurde, soll in der theoretischen Auseinandersetzung lediglich das weibliche Geschlecht fokussiert werden.

2.3.1 Attraktivität von Naturwissenschaften

Geht man der Frage nach, wie und wodurch naturwissenschaftlicher Unterricht für Mädchen attraktiv wird, stößt man in der Literatur keineswegs auf externe oder formale Faktoren, sondern kommt sehr schnell mit dem Selbst- bzw. Fremdkonzept von Mädchen als wesentliches Kriterium für die Attraktivität von naturwissenschaftlichem Unterricht in Berührung. Auffallend ist, dass Mädchen zeitweise entgegen empirischer Befunde, an einem klischeehaft weiblichen und tradierten fachspezifischen Selbstkonzept festhalten und sich selbst geringere Kompetenz in gewissen Segmen-

ten des naturwissenschaftlich technischen Bereiches im Vergleich zu Knaben zuge- stehen⁹. Ähnlich steht es mit dem Fremdkonzept der Mädchen dargestellt von Bur- schen, welches ebenfalls durch klischeehaft tradierte Vorstellungen geprägt ist (Nys- sen 1996). Betrachtet man die Veränderung der Selbstkonzepte der Mädchen mit fortschreitendem Alter hinsichtlich des Physikunterrichtes erkennt man eine laufende Verschlechterung, was naturgemäß mit abnehmendem Interesse und schlechter Selbsteinschätzung einhergeht und schließlich in einer selteneren Wahl naturwissen- schaftlicher Lesitungskurse mündet (Baumert, Bos, Watermann 1998, Hannover, Bettge 1993, Hoffmann, Häußler, Lehrke 1998, Hoffmann, Häßler, Peters-Haft 1997, Landesschulamt Berlin 1999, Roeder, Gruehn 1997). Dies führt dazu, dass auch Mädchen weniger oft in der Berufswahl in den mathematisch-naturwissen- schaftlichen Bereich einsteigen, obwohl gerade hier die Chancen besser denn je sind (Kessels 2002, Hannover 1991). Es zeigt sich, dass SchülerInnen, deren Selbstkon- zept maskuline Anteile aufweist, eine wesentlich geringere Abneigung gegen Fächer wie z.B. Mathematik zeigen. Keineswegs soll jedoch im Unterricht auf Grund dieser Befunde eine maskuline Geschlechtsrollenidentifizierung der Mädchen fokussiert werden, sondern an der Reduktion von Stereotypisierungen gearbeitet werden (Kel- ler 1998).

Gerade in der Pubertät zeigt sich eine deutliche Aktivierung des Selbstkonzeptes der eigenen Geschlechtszugehörigkeit, was nun auch zu Unterschieden in den schu- lischen Leistungen durch Mädchen im Vergleich zu Knaben führen kann. Das Selbst- vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit in naturwissenschaftlichen Fächern nimmt ab, wäre aber eine wichtige Voraussetzung für die Interessensentwicklung in diesen (Häußler, Bündler, Duit, Gräber, Mayer 1998, Faulstich- Wieland, Weber, Willems 2004). Vergleicht man die Selbsteinschätzung von Leistungen in einschlägigen Fä- chern, zeigt sich die verallgemeinbare Tendenz, dass Mädchen sich unterschätzen, während Knaben wie auch Mädchen mit einem maskulin geprägten Selbstkonzept eher zur Überschätzung ihrer Leistungen neigen (Baumert et al. 1998).

Reiht man die naturwissenschaftlichen Disziplinen nach Beliebtheit bei Mädchen, er- weist sich Biologie als das beliebteste Fach und es folgen in absteigender Reihung Mathematik, Chemie und Physik. Es gibt jedoch Teilbereiche in der Physik, die Mäd- chen ebenso wie Buschen interessieren (Klangerzeugung, Lärmschutz) bzw. Berei- che, für die Mädchen sogar mehr Intresse zeigen (Naturphänomene, medizinische Geräte) als Knaben (Hoffmann, Häußler, Lehrke 1998, Hoffmann, Lehrke 1986). Ein durchaus erfolgversprechender Ansatz Naturwissenschaften für Mädchen attraktiver werden zu lassen, ist fachbezogenen Intressen zu Beginn des Unterrichtes zu erhe- ben und speziell zu verfolgen (Häußler, Bündler, Duit, Gräber, Mayer 1998). An den speziellen Interessenbereiche von Mädchen dürfte sich seit der 1992 von Gräber durchgeführten Untersuchung wie die eigene Unterrichtserfahrung zeigt, nicht viel geändert haben. Bevorzugte Themen sind solche zu denen bereits ein lebensweltli- cher Kontakt besteht wie beispielweise zu Seifen, Kohlenhydraten, Farbstoffen und Edelmetallen. Für Atome interessieren sich Mädchen und Knaben ungefähr gleich stark, während das Interesse für Säuren, Wasser, Kunststoffe, Erdöl und Gebrauchsmetalle wiederum bei den Burschen größer ist (Gräber 1992). Bezieht man auch Tätigkeiten des Chemieunterrichtes in die Betrachtung mit ein, sind natur-

⁹ Die eben angeführte Tatsache lässt Parallelen zum Konzeptwechsel naturwissenschaftlicher Schü- lervorstellungen erkennen. In beiden Bereichen lassen sich mitgebrachte Vorstellungen nur schwer und durch bewusst gesteuerte Prozesse verändern.

gemäß Versuche durchführen bzw. beobachten und Filme ansehen sowohl bei Schülerinnen als auch bei Schülern am beliebtesten.

Heidy Wiedekamp setzt sich mit der Rolle der Frau in den Naturwissenschaften bzw. mit der Biographie von berühmten Chemikerinnen auseinander (*Wiedekamp 1990*). Positive weibliche Beispiele stellen einen guten Ansatz zur Steigerung des Selbstvertrauens von Schülerinnen dar, und vor allem zeigen sie einen Weg auf, der -wenn auch oft mühsam- aber doch erfolgreich gegangen werden kann.

2.3.2 Koedukation versus Monoedukation

Monoedukation kann in drei Ausprägungen vorkommen. Zum einen geschieht sie in reinen Mädchenschulen, die oft als konfessionelle Privatschulen geführt werden, und zum anderen besteht die Möglichkeit einer zeitweiligen Aufhebung der Koedukation in bestimmten Fächern oder von monoedukativ geführten Klassen in koedukativen Schulen. In der Literatur zeigt sich eine Grundtendenz in der Beurteilung von Mono- und Koedukation: Für Mädchen ist die Monoedukation im naturwissenschaftlichen Unterricht besser und für Knaben die Koedukation (*Wienekamp 1990, Jimenez, Lockheed 1989*). Diese Grundaussage wird durch Detlef H. Rost und Christiane Pruisken relativiert, indem sie auf die in Studien oft nicht berücksichtigte Eingangsselektivität verweisen. Dies bedeutet, dass monoedukativ geführte Privatschulen eine spezielle SchülerInnenklientel haben, die in Untersuchungen berücksichtigt werden muss, was meist nicht geschieht. Ohne Berücksichtigung zeigt sich eine Verschiebung in den Ergebnissen in der Hinsicht, dass Schülerinnen in den angesprochenen Schulen von vornherein an allen Fächern und daher auch an Naturwissenschaften mehr Interesse zeigen. Bei Berücksichtigung des Störfaktors Eingangsselektivität sind nach Rost und Pruisken keine geschlechtsspezifischen Unterschiede erkennbar (*Rost, Pruisken 2000*).

In monoedukativ geführtem Unterricht herrscht für Mädchen eine ungestörte Unterrichtssituation, die eine ruhige Auseinandersetzung mit dem naturwissenschaftlichen Unterrichtsfach wie z.B. Physik ermöglicht (*Gillibrand et al.*). In koedukativen Klassen kommt es zu einer dauernden Benachteiligung von Mädchen, da der Unterricht auf die Interessen der Knaben - man spricht hier von einem heimlichen Lehrplan- ausgerichtet ist, die schon mit dem Vorteil der größeren Vorerfahrung einsteigen. Im Unterricht selbst erfahren sie weniger Beachtung und geringere intellektuelle Förderung. Bei monoedukativ geführtem naturwissenschaftlichem Unterricht, wie er in reinen Mädchenschulen stattfindet, zeigen Mädchen ein besseres Selbstkonzept in entsprechenden Fächern, vollbringen bessere Leistungen, wählen öfter naturwissenschaftliche Kurse und zeigen insgesamt ein höheres Interesse an naturwissenschaftlichen Disziplinen, was sich auch in einer öfteren Wahl naturwissenschaftlicher Studienfächer zeigt (*Kessels 2002, Holz-Eberling, Hansel 1993, Giesen, Gold, Hummer, Weck 1992*).

Die Ergebnisse einschlägiger Studien forcieren keineswegs einen Weg zurück zur Monoedukation, sondern zeigen selektiv deren Vorteile in speziellen Bereichen auf, was eher als Hinweis in Richtung differenzierte Formen der Koedukation interpretiert werden kann.

3 DARSTELLUNG DES UNTERRICHTSKONZEPTES

Das Unterrichtskonzept wurde für den Chemieunterricht einer katholischen Privat- und Mädchenschule¹⁰ in Graz in zwei Klassen der 11. Schulstufe unterschiedlichen Schultyps entwickelt. Der Entwicklungszeitraum dauerte von November 2005 bis Mai 2006 und erreichte mit einer Präsentation in der Schule unter dem Titel „Da stimmt die Chemie!“ einen Höhepunkt. Die beiden Mädchenklassen gehören den Schultypen eines Neusprachlichen Gymnasiums und eines Oberstufenrealgymnasiums¹¹ mit musikalischem Schwerpunkt an.

Auf Grund der Eingangsselektivität gibt es grundsätzlich zwei Kategorien von Schülerinnen, die die Differenzierung der Klientel von Gymnasium bzw. ORG widerspiegeln, wie die jahrelange Unterrichtserfahrung zeigt. Während das Gymnasium eher talentierte, interessierte und leistungsstarke Schülerinnen besuchen, ist das Oberstufenrealgymnasium von Mädchen, die unterschiedliche Ausgangssituationen und Leistungsreserven aufweisen, geprägt. Beiden Kategorien kommt der sehr persönliche und fördernde Unterrichtsstil der Lehrenden zugute.

Die Entwicklung des Unterrichtskonzeptes folgt dem Paradigma der Aktionsforschung. Der Prozess der Weiterentwicklung des Unterrichtes ist mit Forschung und Evaluation iterativ vernetzt. Dies ermöglicht und erfordert über eine laufende Neuformulierung der Problemstellung die Entwicklung neuer Handlungsstrategien.

Da Entwicklungs- und Forschungsprozesse ineinander verschränkt sind bzw. sich einer sich aus dem anderen ergibt, erscheint eine gemeinsame und die Forschungsergebnisse inkludierende Darstellung dieser in sachlogischer Abfolge sinnvoll. Das Unterrichtskonzept wird zunächst nur zur Basisorientierung anhand von Eckdaten vorgestellt, da bei der Ergebnispräsentation die einzelnen Begleitmaßnahmen im Sinne der guten Lesbarkeit nicht mehr miteinbezogen werden sollen:

November 2005

a) Untersuchung der Ausgangssituation:

1. Unterrichtsmaßnahme:

Charakterisierung der Schülerinnen über ihre persönlichen Interessen in Form einer „Interessensblume“, deren Blütenblätter mit einzelnen Interessensbereichen gefüllt wurden.

Didaktische Begründung: Die Erhebung der Schülerinneninteressen wurde bewusst in einer für naturwissenschaftlichen Unterricht atypischen Form durchgeführt und entspricht aus der Unterrichtserfahrung dem kreativen Potential der Schülerinnen beider Klassen.

Dauer: Eine Unterrichtsstunde

Sozialform: Einzelarbeit

¹⁰ Die Mädchenschule führt seit zwei Jahren koedukative Klassen, die im Zuge einer Umstellung von Mono- auf Koedukation beginnend mit der 5. Schulstufe etabliert werden. Der Entschluss des Schulerhalters nach einer circa 300-jährigen Tradition von der reinen Mädchenerziehung in einer katholischen Privatschule abzugehen und die Koedukation zu etablieren, ging ein jahrelanger Meinungsbildungsprozess voran. Es waren letztendlich vor allem wirtschaftliche Überlegungen, die den Entschluss katalysierten, der sich nach bisherigen Entwicklungen als richtig herausgestellt hat. Die an der Studie beteiligten Klassen wurden jedoch immer rein monoedukativ geführt.

¹¹ Oberstufenrealgymnasium wird in der Folge mit ORG abgekürzt

2. Unterrichtsmaßnahme:

Untersuchung der Schülerinnenvorstellungen von den Inhalten der Fachwissenschaft der Chemie. Die Erhebung wurde im Rahmen eines Stationenbetriebes auf der Basis von Sinneswahrnehmungen bzw. selbst erstellten Grafiken und Beschreibung der Schülerinnen aufgebaut. Jede Schülerin bekam einen Erhebungsbogen, in den sie die ausgewählten Stoffe, Düfte, Geschmäcker oder Fotos der einzelnen Stationen eintrug bzw. einige Stationen direkt im Erhebungsbogen bearbeitete.

Didaktische Begründung: Die Untersuchung der Schülerinnenvorstellungen sollte auf affektiver und kognitiver Ebene im Rahmen des Unterrichtes ohne Eingreifen der Lehrperson und in einer für die Schülerinnen aktiven Form erfolgen. Ein Stationenbetrieb forderte „geleitete“ Eigenaktivität, wobei ein klischeehafter Zugang zur Chemie wie beispielweise über Versuche oder Formeln vermieden wurde. Die spielerische Form der Untersuchung entspricht aus Unterrichtserfahrung einem von den Schülerinnen gut angenommenem Unterrichtsmodell.

Dauer: Eine Unterrichtsstunde

Sozialform: Einzelarbeit

b) Festlegung wesentlicher Schwerpunkte des Unterrichtskonzeptes:

- Individualisierung im fachlichen Zugang zur Initiierung einer wissenschaftlichen Sicht auf die Chemie: Bearbeitung eines chemischen Themas aus dem eigenen Interessensbereich durch jede Schülerin.
- Interaktionen im Unterricht sollen das Kennenlernen zahlreicher Themen individueller Zugänge zur Initiierung einer wissenschaftlichen Sicht der Chemie unterstützen.
- Einbeziehung der individuellen Zugänge in den lehrplanbasierten Unterricht.
- Eröffnung eines verbesserten Zuganges von Mädchen zur Chemie bzw. zu Naturwissenschaften durch Begleitmaßnahmen über das Förderprogramm FIT „Frauen in die Technik“ zur Berücksichtigung gendersensitiver Aspekte.

Dezember 2005/Jänner 2006

a) Erste Phase der Umsetzung von Schwerpunkten des Unterrichtskonzeptes:

3. Unterrichtsmaßnahme:

Selbstständige Materialsuche der Schülerinnen zu ihren individuellen Themen mit Unterstützung der Lehrkraft: Internetrecherchen, Fachliteratur, Informationseinholung über Telefonate, Suche nach Experimentieranleitungen.

Didaktische Begründung: Die Schülerinnen sollen zunächst die Möglichkeit bekommen, ohne Leistungsdruck Expertisen in ihrem Themenbereich aufzubauen.

Dauer: Zwei Monate

Sozialform: Einzelarbeit

4. Unterrichtsmaßnahme:

Einbeziehung der chemischen Elemente aus den Themengebieten der Schülerinnen in die Kapitel „Atomaufbau“ und „chemische Bindung“ im Chemieunterricht.

Didaktische Begründung: Die unterschiedliche Bedeutung der einzelnen chemischen Elemente für Verbindungen soll aufgezeigt werden. Das Vorkommen von gleichen Elementen in unterschiedlichen Themen der Schülerinnen soll das Interesse für die Themen der Mitschülerinnen entfachen.

Dauer: Zwei Monate

Sozialform: Gruppenarbeit

5. Unterrichtsmaßnahme:

Ein Vortrag unter dem Titel „**Mädchen an die TU - Graz**“ wurde durch Vertreterinnen der Technischen Universität Graz bzw. der Initiative FIT „Frauen in die Technik“ an der Schule abgehalten. Die Biographien von Marie Curie, Clara Immerwahr und Margot Becke Goehring wurden vorgestellt bzw. diskutiert.

Didaktische Begründung: Das Selbstbewusstsein von Mädchen im Zugang zu Naturwissenschaften und Technik soll gestärkt werden.

Dauer: Zwei Unterrichtsstunden

Sozialform: Vortrag, Gruppendiskussion

6. Unterrichtsmaßnahme:

Innovationshistorien bedeutender chemischer Innovationen (z.B. Babywindel, Antibabypille) wurden im Rahmen einer gemeinsamen „Weihnachtsstunde“ von Schülerinnen beider Klassen vorgestellt.

Didaktische Begründung: Schülerinnenwünsche sollten im Unterricht berücksichtigt werden. Das Interesse an der Geschichte von chemischen Entdeckungen war unter den Schülerinnen sehr groß.

Dauer: Eine Unterrichtsstunde

Sozialform: Vortrag, Gruppendiskussion

b) Festlegung eines weiteren Schwerpunktes des Unterrichtskonzeptes:

- Präsentation der ausgearbeiteten Schülerinthemen im April

Feber 2006/ März 2006

7. Unterrichtsmaßnahme:

Besuch einer **Informationsveranstaltung für Mädchen** im Rahmen der Aktion „Frauen in die Technik“ an der TU Graz wurde besucht.

Didaktische Begründung: Das Selbstbewusstsein von Mädchen im Zugang zu Naturwissenschaften und Technik soll gestärkt werden.

Dauer: Ein Halbtage

Sozialform: Vortrag

8. Unterrichtsmaßnahme:

Vorbereitung der Präsentation der Schülerinthemen: Gestaltung eines Plakates, Selektieren themenbezogener Versuche und solcher für Kinder im Vorschul- bzw. Volksschulalter, Ablaufplanung des Präsentationstages, Planung eines Mehlspeisen-Buffets.

Didaktische Begründung: Die Vorbereitungen zur Themenpräsentation steigern Interesse und Motivation der Schülerinnen für die Auseinandersetzung mit den selbst gewählten Themen.

Dauer: Ein Monat

Sozialform: Einzelarbeit, Partnerarbeit, Gruppenarbeit (klassenintern und -übergreifend)

9. Unterrichtsmaßnahme:

Besuch der Grazer Berufsfeuerwehr im Rahmen eines Lehrausganges mit der Vorführung einer imposanten Fettexplosion.

Didaktische Begründung: Der Besuch der Feuerwehr erfolgte auf Wunsch der Schülerinnen und sollte Interesse und Motivation durch die bewusste Unterstützung einer für die Mädchen interessanten Alltagsvorstellung steigern.

Sozialform: Vortrag

April 2006/ Mai 2006

10. Unterrichtsmaßnahme:

Präsentation der Schülerinthemen im Rahmen eines eintägigen Chemiejahrmarktes unter dem Motto „Da stimmt die Chemie!“.

Didaktische Begründung: Das Präsentieren an sich und das Lob der BesucherInnen waren gleichzeitig Anerkennung für ihren großen Einsatz und steigerten Interesse und Motivation der Schülerinnen für die in der Folge durchgeführten Experimentiereinheiten im lehrplanbasierten Unterricht.

Dauer: Ein Schultag

Sozialform: Einzelarbeit, Partnerarbeit, Gruppenarbeit (klassenintern und -übergreifend)

11. Unterrichtsmaßnahme:

Experimentiereinheiten zum Thema „Chemische Bindung“ und „Säuren und Basen“ im Rahmen des lehrplanbasierten Unterrichtes.

Didaktische Begründung: Der durch die Präsentation verbesserte Zugang zu Experimenten sollte weiter ausgebaut werden und letztere das Interesse und die Motivation für den Chemieunterricht verstärken. Für kognitiv erarbeitetes Wissen sollte durch die praktische Veranschaulichung ein besseres Verständnis bzw. ein affektiver Zugang ermöglicht werden.

Dauer: Ein Monat

Sozialform: Partnerarbeit, Gruppenarbeit (klassenintern)

4 FORSCHUNGSFELDER UND -DESIGN

Das Unterrichtskonzept und dessen Entwicklung eröffnen zwei Untersuchungs- und Entwicklungsfelder. Zunächst eröffnen die Interessen der Schülerinnen und ihre Vorstellungen von der Fachwissenschaft Chemie das erste Forschungsfeld. Eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Schülerinnenvorstellung bzw. ein in Beziehung setzen dieser mit ihren Interessensprofilen soll erfolgen. Darauf aufbauend erhebt sich die Fragestellung, inwieweit das Unterrichtskonzept eine Veränderung der Schülerinnenvorstellungen von der Fachwissenschaft Chemie nach sich zieht bzw. wie stark die Veränderung der Vorstellung ist. Handelt es sich um eine Erweiterung der vorhandenen Vorstellung im Sinne von *conceptual growth* oder sogar um den Aufbau eines neuen Konzeptes im Sinne von *conceptual change*? Die Forschungsfragen dazu lauten:

- F 1:* Welche inhaltlichen Vorstellungen von der Fachwissenschaft Chemie bringen die Schülerinnen mit?
- F 2:* Zeigt sich eine Beeinflussung der fachwissenschaftlichen Vorstellung durch den bisherigen Chemieunterricht?
- F 3:* Beeinflusst das persönliche Interessensprofil der Schülerinnen die mitgebrachten Vorstellungen von der Fachwissenschaft Chemie?
- F 4:* Kann ein Unterrichtskonzept auf der Basis von Individualisierung eine Veränderung der Schülerinnenvorstellungen initiieren?

Im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchung sollen die Problemstellungen durch die Überprüfung folgender Hypothesen beantwortet werden:

- H 1:* Die mitgebrachten Schülerinnenvorstellungen von der Fachwissenschaft Chemie stellen eine Zusammenführung von lebensweltlichen Vorstellungen und solchen, die durch bereits erfolgten Schulunterricht entstanden sind, dar.
- H 2:* Schülerinnen, die durch unterschiedliche Interessensprofile charakterisiert sind, weisen auch unterschiedliche Vorstellungen von der Fachwissenschaft Chemie auf.
- H 3:* Mitgebrachte Schülerinnenvorstellungen erfahren durch das erprobte Unterrichtskonzept eine Veränderung im Sinne von *conceptual growth* oder *conceptual change*.

Im zweiten Forschungsfeld geht es um die Beliebtheit des Unterrichtsfaches Chemie. Eine zwischen 1984 und 1986 durchgeführte Interessenserhebung in der Sekundarstufe 1 in Deutschland zeigt, dass das Unterrichtsfach Chemie für Mädchen dann interessant erscheint, wenn Inhalte der Organischen Chemie, die den Interessen der Mädchen entgegenkommen, unterrichtet werden (*Hoffmann, Lehrke 1986*). In der

hier durchgeführten Studie zeigten Vorgespräche mit den Schülerinnen, dass der Chemieunterricht als interessant und lebendig bewertet wird, jedoch die fachlichen Interessen doch vorwiegend in anderen Bereichen angesiedelt sind. Die tatsächliche Positionierung des Unterrichtsfaches Chemie innerhalb des gesamten Fächerkanons und ihre mögliche Veränderung durch das Unterrichtskonzept stellen interessante Aspekte für eine Untersuchung dar, die zur Formulierung folgender Forschungsfragen führt:

F 5: Welche Positionierung erfährt das Unterrichtsfach Chemie innerhalb des gesamten Fächerkanons?

F 6: Erfolgt eine Veränderung der Positionierung innerhalb des Fächerkanons durch das Unterrichtskonzept?

Die Überprüfung nachfolgender Hypothesen soll eine Beantwortung der Forschungsfragen mit sich bringen:

H 4: Das Unterrichtskonzept bewirkt eine verbesserte Positionierung des Faches Chemie innerhalb des gesamten Fächerkanons.

Die Überprüfung der Hypothesen soll mit Methoden qualitativer Sozialforschung erfolgen. Um die Validität der Ergebnisse zu gewährleisten, werden die Messdaten in Form einer Daten-Triangulation erhoben, was auch Abwechslung in der Evaluationsmethodik im Unterricht für die Schülerinnen mit sich bringt. Die in der Literatur angeführte Kritik, dass die Kombination verschiedener Methoden dem jeweiligen theoretischen Hintergrund zu wenig Rechnung trägt bzw. eine Kombination von Methoden kein „totales“ Bild verleiht (*Silverman 1985, Blaikie 1991,*) kann hier nicht nachvollzogen werden. Die Kombination der drei Datenerhebungen lieferte Ergebnisse nicht in additiver sondern in bestätigender Form und soll eher zu einer pragmatischen Empirie führen als zu einer theoretischen Auseinandersetzung über einzelne Methoden.

Zu Beginn der Studie wurde zur Bestimmung der Ausgangssituation für das Unterrichtskonzeptes eine Charakterisierung der Schülerinnen über ihre persönlichen Interessen und eine Erhebung der Schülerinnenvorstellungen von der Fachwissenschaft Chemie durchgeführt. Letztere wurde zur Halbzeit bzw. am Ende der Studie durch zwei weitere Erhebungen mit geänderter Methodik ergänzt bzw. abgeschlossen. Somit besteht die Evaluation aus insgesamt vier Schritten:

- a) Die Erhebung der Schülerinneninteressen erfolgte in fünf Bereichen durch offene Fragen, die durch die Technik der Zusammenfassung der qualitativen Inhaltsanalyse hinsichtlich Qualität und Quantität ausgewertet und deskriptiv dargestellt wurde.
- b) Die Erhebung der Schülerinnenvorstellungen von den Inhalten der Fachwissenschaft Chemie erfolgte in einem Stationenbetrieb auf der Basis von Sinneswahrnehmungen bzw. selbst erstellter Grafiken und Beschreibungen der Mädchen. Die Datenauswertung erfolgt wieder durch die Technik der Zusammenfassung in der qualitativen Inhaltsanalyse bei offenen Fragen und wird deskriptiv dargestellt. Fragebatterien werden prozentuell ausgewertet und in Diagrammen dargestellt. Im Anschluss wird in deskriptiver Weise ein Gesamtbild der Präkonzepte erstellt und mit den Interessensprofilen deskriptiv korreliert.

Gleichzeitig wurde eine Reihung aller Unterrichtsfächer des gesamten Fächerkanons nach Beliebtheitsgrad durchgeführt, indem die einzelnen Fächer von eins abwärts nach persönlichem Interesse durchnummeriert werden und in der Auswertung der Mittelwert über alle Werte eines Faches gebildet wird.

- c) Kurz vor der Präsentation der Schülerinthemen, wurden in Gruppenarbeiten von jeweils drei bis vier Mädchen an einem Schülerinnenarbeitstisch folgende Fragen beantwortet:
- Hat sich euer Bild von Chemie durch den bisherigen Unterricht verändert?
 - Würdet ihr das Unterrichtsfach Chemie jetzt an anderer Stelle innerhalb des Fächerkanons positionieren?

Die Daten wurden durch die Technik der Zusammenfassung ausgewertet und deskriptiv dargestellt.

- d) Die letzte Datenerhebung erfolgte als Gruppendiskussion mit Tonbandaufnahme am Ende des Entwicklungszeitraumes. Die Aufnahme wurde transkribiert und durch die Technik der Zusammenfassung mit qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Es ging in dieser Erhebung wieder um die gleichen Fragestellungen wie unter Punkt c). Sie wurden jedoch durch das Stellen von Zwischenfragen während der Gruppendiskussion in den Ergebnissen deutlich differenziert.

5 ENTWICKLUNGSPROZESSE UND FORSCHUNGS- ERGEBNISSE ITERATIV VERNETZT

Um den Störfaktor Eingangsselektivität aufzuheben, wurden die Schülerinnen zu Beginn der Studie im November 2005 während des Unterrichtes nach ihren Interessen auf unterschiedlichen Ebenen charakterisiert.

5.1 Evaluation der Schülerinneninteressen

Eine klassenübergreifende Kategorisierung nach Qualität und Quantität der Interessen wurde durchgeführt. Die Erhebung der Schülerinneninteressen erfolgte während des Unterrichtes und konnte innerhalb einer Schulstunde abgeschlossen werden. Die Schülerinnen beider Klassen beschäftigten sich mit einer sogenannten Interessensblume¹², deren fünf Blütenblätter für einzelne Lebens- oder Persönlichkeitsbereiche standen. Auf dem Erhebungsbogen war eine große Blume mit fünf leeren Segmenten zu sehen. Die Mädchen hatten nun die Aufgabe in die einzelnen Blütenblätter der Blume ihre Interessen in den geforderten Bereichen einzutragen. Sie charakterisierten sich durch gemeinsame familiäre Interessen bzw. solche im Freundeskreis und durch ihre Hobbies, indem sie die Aktivitäten in das entsprechende Segment der Blume eintrugen. Weitere Blütenblätter wurden mit den Lieblingsfächern in der Schule, den beruflichen Präferenzen und Interessensfeldern relevanter gesellschaftlicher Themen gefüllt. An dieser ersten Erhebung der Studie nahmen 43 der insgesamt 52 beteiligten Schülerinnen teil. Bei der Auswertung kristallisierten sich vier Kategorien von Schülerinnen heraus, wobei sich die Differenzierung der Schülerinnen in den Kategorien vor allem über die Segmente „Familie“ und „Freunde bzw. Hobbies“ durchführen ließ, wie folgendes Schema zeigt:

Kategorie 1 „nicht anspruchsvoll und einseitig“: 14 Schülerinnen (32%)

Segment „Familie“: keine ausgeprägten Interessen

Segment „Freunde & Hobbies“: keine ausgeprägten Interessen

Segment „schulische Lieblingsfächer“: aus den Bereichen Geisteswissenschaften,
Sprachen und musisch-kreative Fächer¹³

Segment „Beruf“: ausschließlich Sozialbereich.

Segment „gesellschaftliche Interessen“: Politik¹⁴, Soziales, Filme, Kultur.

Kategorie 2 „wenig anspruchsvoll und einseitig“: 13 Schülerinnen (31%)

Segment „Familie“ und Segment „Freunde & Hobbies“: einseitige Interessen in einem der Bereiche: Sport, Soziales, Kultur.

Segment „schulische Lieblingsfächer“: aus den Bereichen Geisteswissenschaften, Sprachen und musisch-kreative Fächer; vereinzelt auch Naturwissenschaften

Segment „Beruf“: Sozialbereich

Segment „gesellschaftliche Interessen“: Soziales, Politik

¹² vgl. Anhang 1

¹³ Die musisch-kreativen Bereiche werden vor allem von ORG-Schülerinnen genannt.

¹⁴ Die Wahl des Interessensbereiches Politik durch die Schülerinnen ist zum Teil anzuzweifeln, da dieser als Beispiel auf dem Erhebungsbogen angeführt wurde.

Kategorie 3: „anspruchsvoll und vielseitig“: 11 Schülerinnen (25%)

Segment „Familie“: Interessen i aus den Bereichen Sport und Kultur.

Segment „Freunde & Hobbies“: ausgeprägte Interessen in erster Linie aus den Bereichen Sport und Kultur.

Segment „schulische Lieblingsfächer“: Naturwissenschaften, Geisteswissenschaften, Sprachen.

Segment „Beruf“: aus den Bereichen Rechtswissenschaften, Medizin, Soziales, Wirtschaft, IKT.

Segment „gesellschaftliche Interessen“: Politik, Medizin, Soziales

Kategorie 4: „sehr anspruchsvoll und sehr vielseitig“: 5 Schülerinnen (9%)

Die Verteilung der Interessen ist hier sehr ausgewogen und in jedem Bereich mehrfach ausgeprägt.

Segment „Familie“: vielfältige Interessen aus den Bereichen Sport und Kultur.

Segment „Freunde & Hobbies“: aus den Bereichen Sport, Kultur, Soziales

Segment „schulische Lieblingsfächer“: gleichermaßen aus den Bereichen Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften

Segment „Beruf“: aus den Bereichen Natur- und Geisteswissenschaften, Medizin, Soziales, Wirtschaft, Architektur.

Segment „gesellschaftliche Interessen“: Politik, Medizin, Forschung, Umweltschutz: Integration sozialer Komponenten in allen Bereichen.

Schülerinnen der Kategorie 1 weisen lediglich familiäre Aktivitäten wie gemeinsame Einkäufe oder Familienfeiern auf und zeigen auch im Freundeskreis oder bei Hobbies nur konsumorientierte Aktivitäten wie „in der Stadt einkaufen“ oder „im Kaffeehaus sitzen“. Spezielle Interessen mit intellektuellem Anspruch treten nicht auf. Auffallend ist, dass bei den Lieblingsfächern in dieser Kategorie Naturwissenschaften nicht vertreten sind und die beruflichen Interessen ausschließlich aus dem Sozialbereich stammen.

Bei Schülerinnen der Kategorie 2 zeigt sich entweder im familiären Bereich oder bei eigenen Hobbies zumindest ein spezielles Interesse. In dieser Kategorie treten erstmals vereinzelt auch Lieblingsfächer aus dem naturwissenschaftlichen Bereich auf. Die beruflichen Interessen fokussieren auch hier vor allem den sozialen Bereich.

Schülerinnen der Kategorie 3 pflegen sowohl im familiären Bereich als auch mit Freunden Hobbies, die unterschiedlichen Bereichen zuzuordnen sind. Erstmals treten die Naturwissenschaften als Bereich, in dem die Lieblingsfächer angesiedelt sind, deutlich hervor und bekommen gleiches Gewicht wie die Geisteswissenschaften oder Sprachen. In den beruflichen Interessen führt die Tendenz vom reinen Sozialbereich eindeutig weg und andere Berufsfelder wie Rechtswissenschaften oder Medizin treten in den Vordergrund.

In Kategorie 4 sind lediglich fünf Schülerinnen anzutreffen, die in allen fünf Interessensbereichen anspruchsvolle Vielfalt zeigen. In den familiären Interessen und Hobbies zeigt sich eine vielfältige Ausgewogenheit zwischen Sport und Kultur, die sich im schulischen Bereich in einer Gleichverteilung zwischen Natur- und Geisteswissenschaften widerspiegelt. Bei beruflichen Interessen ist in den angeführten Feldern auch eine soziale Komponente integriert.

5.2 Evaluation der Schülerinnenvorstellungen von der Chemie

In der darauffolgenden Unterrichtsstunde wurde in beiden Klassen die Schülerinnenvorstellungen von der Fachwissenschaft Chemie erhoben. Dazu musste im Chemiesaal der Schule ein Stationenbetrieb auf der Basis von Sinneswahrnehmungen bzw. selbst erstellten Grafiken und Beschreibung der Schülerinnen aufgebaut werden. Jede Schülerin bekam einen Erhebungsbogen, in den sie ihre Antworten zu den einzelnen Stationen eintrug bzw. einige Stationen direkt im Erhebungsbogen bearbeitete. Folgende Abbildung zeigt das Konzept des Stationenbetriebes¹⁵:

Stationenbezeichnung	Stationenbeschreibung	Aufgabenstellung
„Riechen“ 	In sechs „black boxes“ waren unterschiedliche und intensiv riechende Substanzen (Erdöl, Zimt, Ammoniak, Orangenöl, Aceton und Parfum) verborgen.	Die Schülerinnen sollten an den verschiedenen Düften riechen und jene in einem Erhebungsbogen kennzeichnen, die sie der Chemie zugeordnet hatten.
„Schmecken“ 	Auf sechs Uhrgläsern waren Substanzen zum Kosten (Löskaffee, Vanillezucker, Essig, Rumaroma, Energy-Drink, Salz) verteilt.	Die Schülerinnen sollten die einzelnen Substanzen kosten und jene in einem Erhebungsbogen kennzeichnen, deren Geschmack sie der Chemie zugeordnet hatten.
„Fühlen“ 	Auf einem Tisch lagen verschiedenen Gegenstände und Stoffe (Sekt, Fleece Schal, Glas, Nudeln, Spülmittel, Schutzbrille) zum Angreifen und Fühlen.	Die Schülerinnen sollten die einzelnen Gegenstände angreifen und in einem Erhebungsbogen jene kennzeichnen, die sie der Chemie zugeordnet hatten.
„Sehen“	Im Erhebungsbogen waren acht Fotos von Personen abgebildet, die unterschiedliche äußerliche Charakteristika aufwiesen bzw. bedeutende historische Personen sind.	Die Schülerinnen sollten die Personen, bei denen sie vermuteten, dass sie ChemikerInnen sind, kennzeichnen.
„Beschreiben“	Im Erhebungsbogen waren zwei Felder zur Beschreibung der Tätigkeit einerseits eines/er ChemikerIn und andererseits der Inhalte der Chemie.	Die Schülerinnen sollten Tätigkeiten und Inhalte beschreiben, die sie mit der Fachwissenschaft in Verbindung brachten.
„Zeichnen“	Im Erhebungsbogen war ein Feld für die Anfertigung einer Zeichnung zu Assoziationen zur Chemie bzw. die Aufforderung fünf Schlagworte anzuführen.	Die Schülerinnen sollten eine Zeichnung anfertigen, die ihre Vorstellung von der Fachwissenschaft wiedergeben und charakterisieren konnte.

Abb.1: Konzept des Stationenbetriebes zur Erhebung der Schülerinnenvorstellungen von Chemie

¹⁵ Erhebungsbogen zum Stationenbetrieb vgl. Anhang 2

Bei der Station „Riechen“ werden Aceton und Ammoniak und Erdöl von 75% von allen Schülerinnen der Chemie zugeordnet. Dahinter rangiert Parfum mit 67% und weit abgeschlagen Orangenöl und Zimt. Die Abbildung verdeutlicht die Ergebnisse:

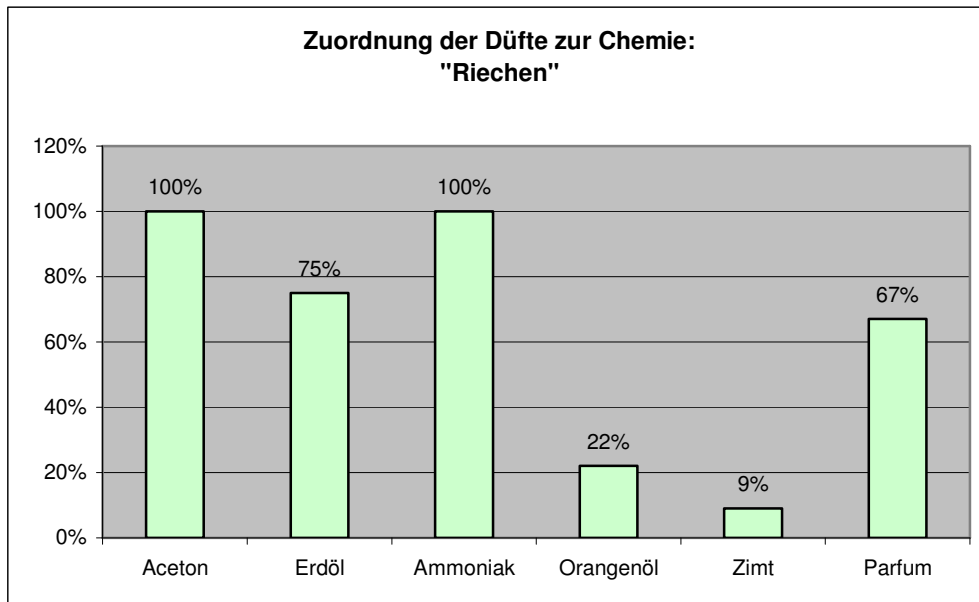


Abb.2: Ergebnisse der Erhebung zur Station „Riechen“

In der Folge ordnen die Schülerinnen im Bereich „Schmecken“ mit hohem Prozentsatz Rumaroma¹⁶(83%) und Essig (80%) der Chemie zu. Knapp dahinter rangiert der Energydrink, während Kaffee und Salz nur von etwa einem Drittel der Fachwissenschaft zugeordnet werden. Folgende Abbildung fasst zusammen:

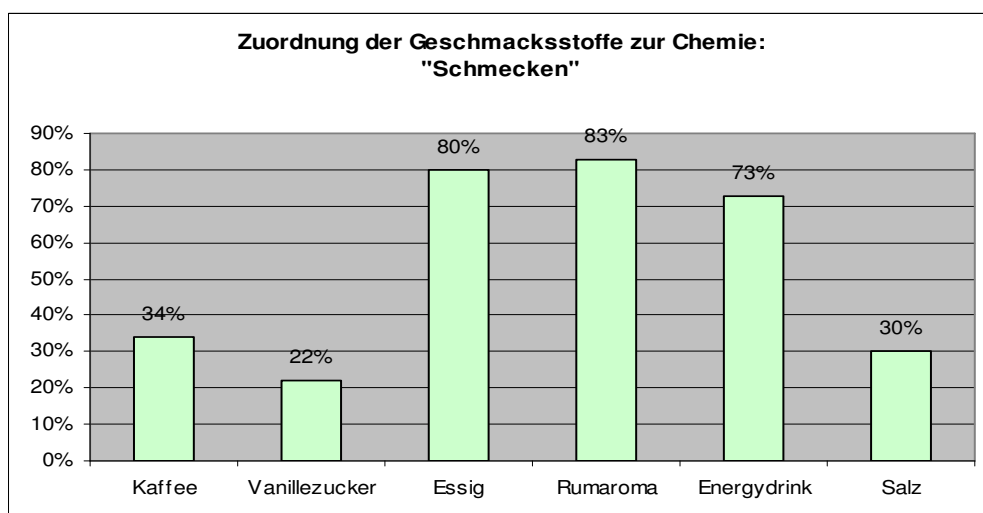


Abb.3: Ergebnisse der Erhebung zur Station „Schmecken“

¹⁶ Rumaroma in konzentrierter Form weist einen sehr intensiven und keineswegs angenehmen Geschmack auf, was das Ergebnis beeinflussen könnte.

Bei der Station „Fühlen“ ordnen alle Mädchen lediglich die Schutzbrille und das Spülmittel eindeutig der Chemie zu. Weniger als 50% der Schülerinnen sehen das Glas und den Sekt dieser Fachwissenschaft zugehörig an, während der Fleece Schal überhaupt nur 27% der Nennungen erhält. Die Teigwaren werden von keiner einzigen Schülerin mit Chemie in Zusammenhang gebracht. Folgende Abbildung fasst die Ergebnisse zusammen:

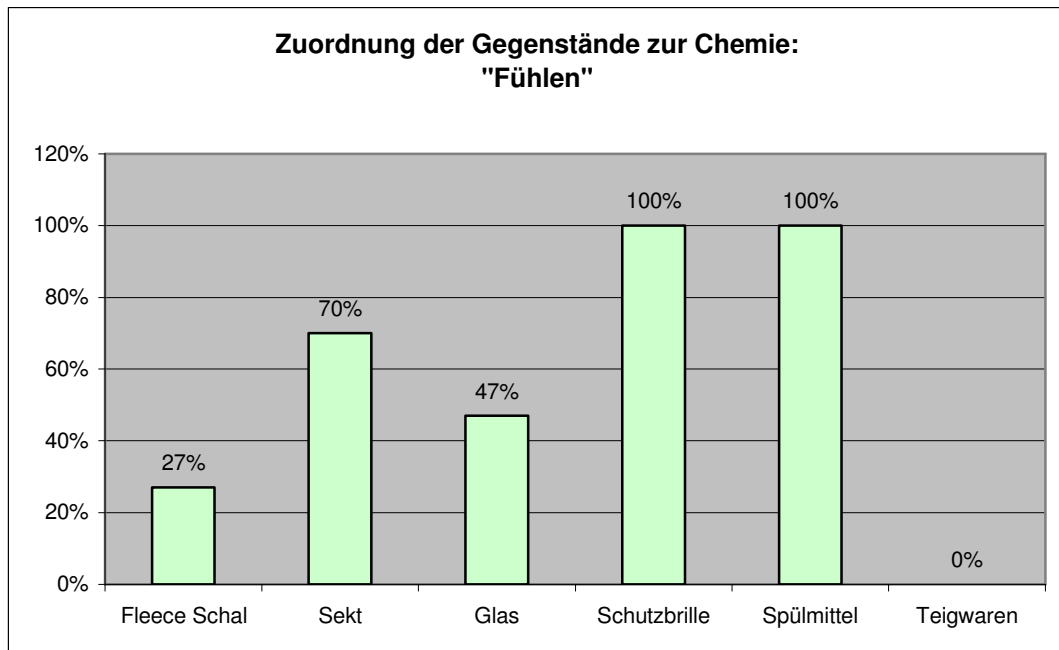
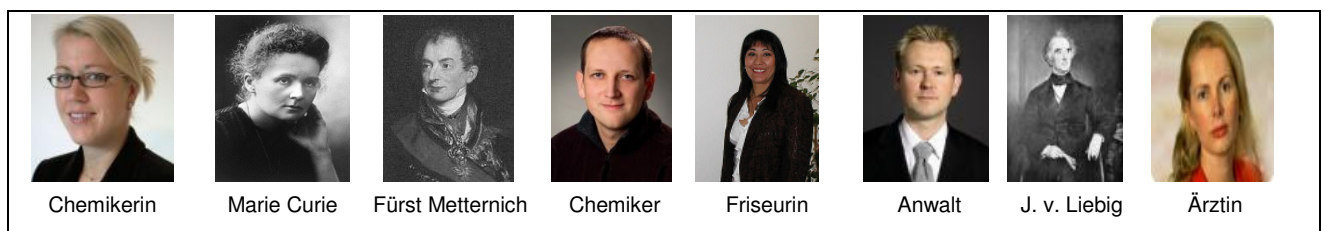


Abb.4: Ergebnisse der Erhebung zur Station „Fühlen“

Auf dem Erhebungsbogen werden bei der Station „Sehen“ einer jungen Frau mit Brille der Beruf der Chemikerin von 65% der Schülerinnen richtig zugeordnet, da sie ihren Vorstellungen von dieser Berufsgruppe durch ihr Erscheinungsbild, aber vor allem durch den Sehbehelf entspricht. Der männliche Vertreter dieser Berufsgruppe und nach Schülerinnendefinition¹⁷ klischeehaft untypische Chemiker wird nur von 14% als solcher eingestuft. Die Abbildung von Marie Curie wird vielen Mädchen erkannt und von 69% mit Chemie in Zusammenhang gebracht und Justus von Liebig von 51% als Chemiker eingestuft, da er wie ein Gelehrter aussieht.



¹⁷ Als klischeehaft typischer Chemiker wird von den Schülerinnen ein „schrulliger Mann mit Brille“ bezeichnet.

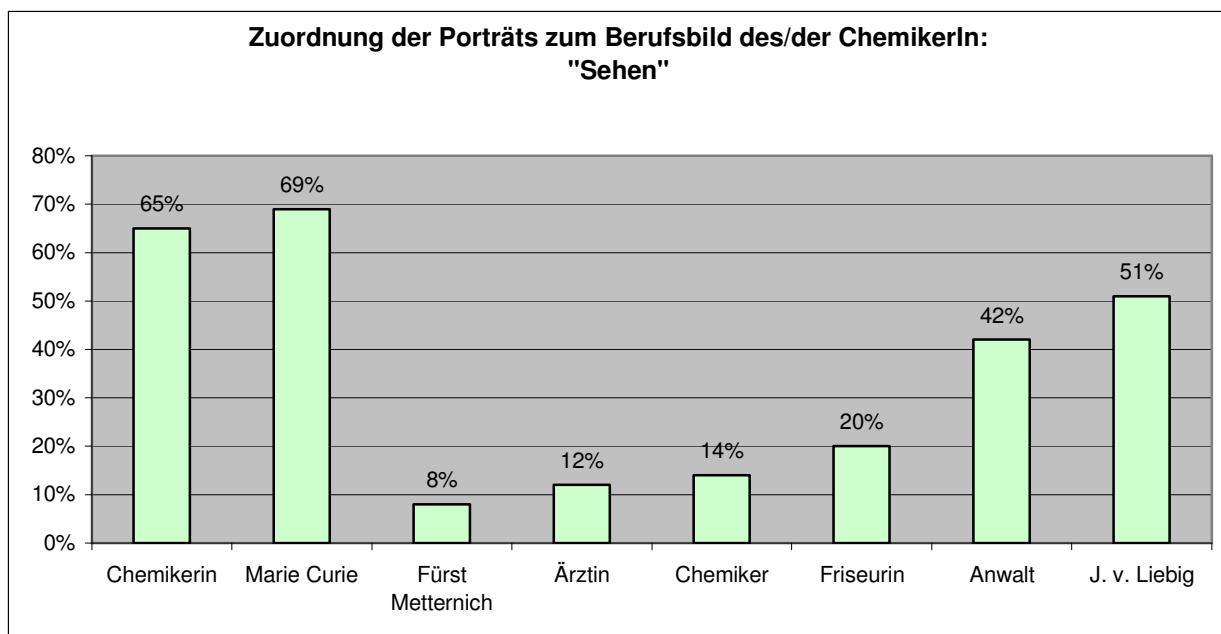


Abb.5: Ergebnisse der Erhebung zur Station „Sehen“

Nur 14% rechnen fälschlicherweise Fürst Metternich der Chemie zu. 42% der Schülerinnen halten einen Anwalt in Anzug und Krawatte für einen Chemiker, da er „wie ein Techniker in Schale“ aussieht. 20% sehen eine Friseurin und weitere 12% eine Ärztin für eine Chemikerin an, wobei in diesen Fällen keine Erklärung dafür abgegeben werden kann. Abbildung 5 spiegelt das Ergebnis wider:

Beim „Beschreiben“ zeigt sich, dass Inhalte der Fachwissenschaft und Tätigkeiten von ChemikerInnen vor allem mit Stoffgebieten, die aus dem bereits erfolgten Chemieunterricht bekannt sind bzw. mit Interessenbereichen der Mädchen innerhalb der Chemie gleichgesetzt werden. Sämtliche Begriffe der Allgemeinen Chemie wie „Atome, Atombau, Formeln, Periodensystem, chemische Bindung, Säuren und Basen bzw. anorganische und organische Verbindungen“ werden aufgezählt und weiters durch „im Labor Experimente machen“, „Forschen“ (neue Stoffe entdecken), bzw. durch „Tätigkeiten und Inhalte, die der Pharmazie (Medikamente herstellen und untersuchen), Medizin (Krankheiten erforschen), Toxikologie (Chemie hat mit Giften zu tun) und Technik“ zugeordnet werden können, ergänzt. Eine besondere Bedeutung haben „Explosionen“, denn sie werden sehr häufig angeführt und vehement mit Chemie in Verbindung gebracht.

Bei der Station „Zeichnen“ werden die Assoziationen zur Chemie bildlich¹⁸ dargestellt und sämtliche Abbildungen sind ähnlich gestaltet und fokussierten die gleichen Merkmale wie Epruvetten, farbige Lösungen, Atome, Molekülmodelle, Reagensglasgestelle, Bunsenbrenner und Explosionen. Der oder die ChemikerIn wurde immer mit Brille¹⁹ und als schrullige Person dargestellt und verdeutlicht erneut

¹⁸ Nur wenige Schülerinnen verschriftlichten ihre Assoziationen und diese fielen wieder unter die bereits bei der Station „Beschreiben“ dargestellten Begriffe.

¹⁹ Durch die Brille soll von einigen Schülerinnen die Schrulligkeit unterstrichen werden oder sie steht für die Schutzbrille bei der Laborarbeit.

die mitgebrachte Vorstellung von dieser Berufsgruppe. Folgende Abbildungen sollen exemplarisch einen Einblick in die Zeichnungen der SchülerInnen geben:

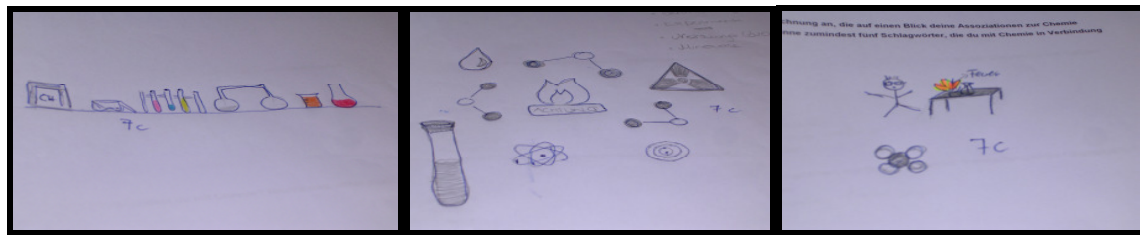


Abb. 6: Assoziationen der Schülerinnen zur Chemie

Fügt man die Teilergebnisse zu einem Gesamtbild der Schülerinnenvorstellung von der Fachwissenschaft Chemie zusammen, zeigt sich große Einheitlichkeit in den mitgebrachten Vorstellungen aller Mädchen. Die Schülerinnen reduzieren die Chemie einerseits auf wenige Teilgebiete bzw. -aspekte, die ihnen aus dem Chemieunterricht bekannt sind und führen diese mit gesellschaftlich manifestierten Klischeebildern, die auf markante Weise durch den Ausspruch „Chemie raucht, stinkt und kracht“ charakterisiert werden können, zusammen.

Eine Korrelation mit den Interessensfeldern der Schülerinnen bringt keinerlei Differenzierung der Ergebnisse mit sich. Alle vier Interessenskategorien an Schülerinnen bringen ähnliche Vorstellungen von der Chemie mit. Sowohl ausgeprägte naturwissenschaftliche Neigungen, als auch breit gefächerte geistes- und naturwissenschaftliches Interesse sind kein Garant für eine wissenschaftliche Sichtweise der Fachwissenschaft. In einzelnen Fällen zeigt sich sogar, dass Mädchen ohne deutliches Interessensprofil eine differenzierte Sichtweise der Chemie hinsichtlich Wissenschaftlichkeit aufweisen.

5.2.1 Beliebtheit des Unterrichtsfaches Chemie

In der gleichen Schulstunde reichten die Schülerinnen alle Unterrichtsfächer nach Beliebtheit²⁰ und es konnte eine Positionierung der Chemie innerhalb des Fächerkanons der 11. Schulstufe in den beiden Schultypen erfolgen. Im Gymnasium steht Chemie an Platz 9 und im ORG an Platz 11 gleich auf mit Mathematik bei insgesamt 14 Fächern. Folgende Abbildung gibt die gesamte Reihung wieder:

<p>ORG: BE – D – E – ME – L – F – PuP – GWK – LUB – Y – CH/M – Rel – GSK</p> <p>GYM: D – E – Y – ME – PuP – GSK – F – Rel – CH – LUB – BE/GWK – L – M</p>

Abb. 7: Reihung der Unterrichtsfächer nach Beliebtheit

Auf Grund der Ergebnisse der Eingangserhebungen sollte die Basis des Unterrichtskonzeptes ein individueller Zugang über den eigenen Interessensbereich jeder Schülerin zur Chemie sein, um als Endziel einen Konzeptwechsel der Schülerinnenvor-

²⁰ Die Schülerinnen sollten so weit möglich die Sympathie zur jeweiligen Lehrperson in der Fächerreihung außer Acht lassen und lediglich das fachliche Interesse beurteilen, obwohl Ersteres natürlich nie völlig ausgeschaltet werden kann!

stellung zur Fachwissenschaft im Sinne von *conceptual growth* bzw. *conceptual change* einzuleiten. Die Interessensblume konfrontierte die Schülerinnen bereits mit ihren thematischen Vorlieben. Die Umsetzung soll über Interaktionen zwischen Schülerinnen erfolgen, um den Mädchen möglichst viele Zugänge zur Chemie zu zeigen und auf diese Weise zu versuchen, den Konzeptwechsel einzuleiten. Die Umsetzung über Interaktionen im Unterricht bietet sich an, da zwei Klassen an der Studie beteiligt sind, das bauliche Konzept des Chemiesaals diese auf horizontaler Ebene fördert bzw. das Vorhandensein weiterer Bildungseinrichtungen wie Kindergarten, Volksschule und Hauptschule vertikale Interaktionen im eigenen Haus ermöglichen.

Das Unterrichtskonzept fokussiert somit den Aspekt des

- individuellen Zugangs zur Chemie und versucht die Vielzahl der Einzelzugänge über
- Interaktionen im Unterricht zur Initiierung einer Veränderung im

Sinne von *conceptual growth* bzw. *conceptual change* einzuleiten.

5.3 Entwicklung und Evaluation des Unterrichtskonzeptes

Zu Beginn konnte jede Schülerin aus ihrem persönlichen Interessensbereich ein Thema wählen, worüber sie aus chemischer Sicht mehr wissen wollte. Schülerinnen, die an Chemie interessiert waren, fanden schnell einen Themenbereich, während Mädchen mit geringerem naturwissenschaftlichem Interesse immer wieder die Äußerung taten: „Ich weiß nicht, was ich nehmen soll, denn ich interessiere mich nicht für Chemie, sondern für“. In diesen Fällen wurde ein chemischer Aspekt im persönlichen Interessensbereich der Schülerinnen in einem intensiven LehrerIn/SchülerIn oder SchülerIn/SchülerIn Gespräch aufgedeckt und in der Folge von diesen bearbeitet. Als Beispiel sei hier die Auseinandersetzung einer Flötistin mit dem Thema Silber anzuführen, da die Querflöte aus diesem Material besteht. Sie weigerte sich zunächst heftig über ihre persönlichen Interessen in die Chemie einzusteigen, denn die haben ja „wirklich nichts mit Chemie zu tun“ und ließ sich jedoch durch die Themenvorstellung der Lehrenden und die Aussicht einen Versuch durchführen zu können, überzeugen.

Die Schülerinnen waren in dreifacher Weise von der Umsetzung des Unterrichtskonzeptes betroffen. Sie erarbeiteten sich ein Thema ihres Interessensbereiches, gleichzeitig wurden im lehrplanbasierten Unterricht ihre individuellen Themen miteinbezogen und schließlich durch Begleitmaßnahmen ergänzt, die den Mädchen einen besseren Zugang zu einem naturwissenschaftlich-technischen Studium eröffneten sollten. Der Höhepunkt des Entwicklungszeitraumes war eine Projektpräsentation in der Schule.

Störungen in der Konzeptentwicklung traten in dreierlei Form auf. Einige Schülerinnen konnten durch längere Krankheit ihr eigenes Thema nicht bearbeiten und beteiligten sich schließlich an dem einer Freundin. Manche Themen erwiesen sich als schwierig und die Schülerinnen verloren die ursprüngliche Begeisterung und schlos-

sen sich dann einer Kollegin an²¹. Bei einigen Themen konnte kein Experiment im Rahmen der schulischen Möglichkeiten durchgeführt werden. In diesen Fällen befassten sich die Schülerinnen mit ihren Themen nur theoretisch, indem sie ein Plakat gestalteten und einen Chemieversuch für Kinder in der Volksschule oder im Kindergarten im Rahmen der Abschlusspräsentation vorbereiteten. So wurden schließlich 33 unterschiedliche Themen von 53 Schülerinnen bearbeitet, die den Bereichen Kosmetik, Nahrungsmitteln, Metallchemie, Kunststoffchemie, Wachse, Elektrochemie, Biographien berühmter Chemikerinnen, Drogen, Forensik, Sprengstoffe, Basen, Pharmazie, Textilfärbung, Trenn- und Analysemethoden, Chemieberufe und chemische Evolution²² zuzuordnen sind. Damit wählten 54% der Schülerinnen ein nach Unterrichtserfahrung und Ergebnissen in der Literatur typisch weibliches Thema, während sich 46% einem Thema zuwendeten, das laut Untersuchungen eher für Jungen interessant ist. Vergleiche dazu die Ergebnisse von Hoffman, Häußler und Lehrke (Hoffmann, Häußler, Lehrke 1998, Hoffmann, Lehrke 1986).

Jede Schülerin sammelte zunächst Informationsmaterial, das dann gemeinsam mit der Lehrenden in der Schule gesichtet und wurde in der Folge wurde aus den interessantesten Informationen bzw. einer Erklärung über den Zugang zum Thema ein Plakat gebastelt. Weiters gingen die Schülerinnen auf die Suche nach interessanten Experimenten zu ihrem Thema, probierten diese aus und wählten schließlich eines aus, das sich gut für die Präsentation eignen würde. Der fachliche Hintergrund zu den Experimenten wurde erarbeitet, um beim Vorführen fachliche Auskünfte erteilen zu können.

Kurz vor der Projektpräsentation wurde eine Zwischenerhebung in Form einer Gruppenarbeit durchgeführt, die überprüfen sollte, inwieweit das Unterrichtsmodell bereits zur Einleitung des Konzeptwechsels bzw. zu einer verbesserten Positionierung der Chemie innerhalb des Fächerkanons beigetragen hatte. Die Schülerinnen beantworteten in Vierer- und Dreiergruppen folgende beiden Fragen:

- Hat das Projekt bisher eure Vorstellungen von Chemie verändert?
- Würdet ihr das Fach Chemie jetzt anders innerhalb des Fächerkanons reihen?

Wie die Ergebnisse zeigen, konnte das Unterrichtskonzept bereits in Ansätzen wirksam werden und eine Veränderung in beiden Bereichen einleiten. 28% der Schülerinnen geben an, dass sie erkannt haben, dass Chemie im Alltag allgegenwärtig ist und 15% der Schülerinnen würden nun das Fach innerhalb des Fächerkanons besser positionieren²³. Abbildung 8 fasst zusammen.

Am Tag der Projektpräsentation waren in zwei naturwissenschaftlichen Unterrichtssälen und in den dazugehörigen Gängen -nach Grobthemen strukturiert- Stände wie auf einem Jahrmarkt aufgebaut, an denen die Schülerinnen Wissen über ihre Themen an BesucherInnen und Kolleginnen aus derselben Schulstufe weitergaben

²¹ Anfängliche Hinweise bezüglich des zu hohen Schwierigkeitsgrades wurden von den Mädchen ignoriert und sollten auch nicht von der Lehrenden mit Vehemenz vertreten werden, da ja das Prinzip des persönlichen Zuganges im Vordergrund gestanden ist.

²² Die einzelnen Themen waren Silber, Koffein, Chromatographie, Mais, Glas, Drogen, Silikon, CD-Rom, Sprengstoffe, Chemieberufe, Skiwachs, Dopingmittel, Gesichtscreme, Haarspray, Haarfärbemittel, Haarshampoo, Forensik, Lippenstift, Nylon, PVC, Baumwolle, Alkoholische Gärung, Verbundwerkstoffe, Antidepressiva, Chlor, Aspirin, Kaugummi, Alkali-Mangan-Batterie, bedeutende Chemikerinnen, Millerscher Versuch, Ammoniak und vom Erz zum Stahl.

²³ Sehr häufig wurde in der Gymnasiums-Klasse der Vermerk gemacht, dass eine Doppelstunde am Schultagesrand sehr unangenehm und der Beliebtheit von Chemie abträglich ist.

und Versuche vorführten. Zu den Besucherinnen zählten sechs Klassen aus der Sekundarstufe 1, die für das richtige Beantworten von Fragen zu den Themen der SchülerInnen mit Preisen belohnt wurden. Einer der Säle war für Versuche mit Kindergartenkindern und VolksschülerInnen adaptiert, deren eifriges Mitmachen mit Spielzeug belohnt wurde. Für die SchülerInnen war vor allem der Besuch von 18 SchuldirektorInnen, die zeitgleich an einer Tagung im eigenen Schulgebäude teilgenommen hatten sehr motivierend, da diese durch großes Interesse und intensives Ausprobieren der Experimente den Mädchen viel Lob und Anerkennung angedeihen ließen.

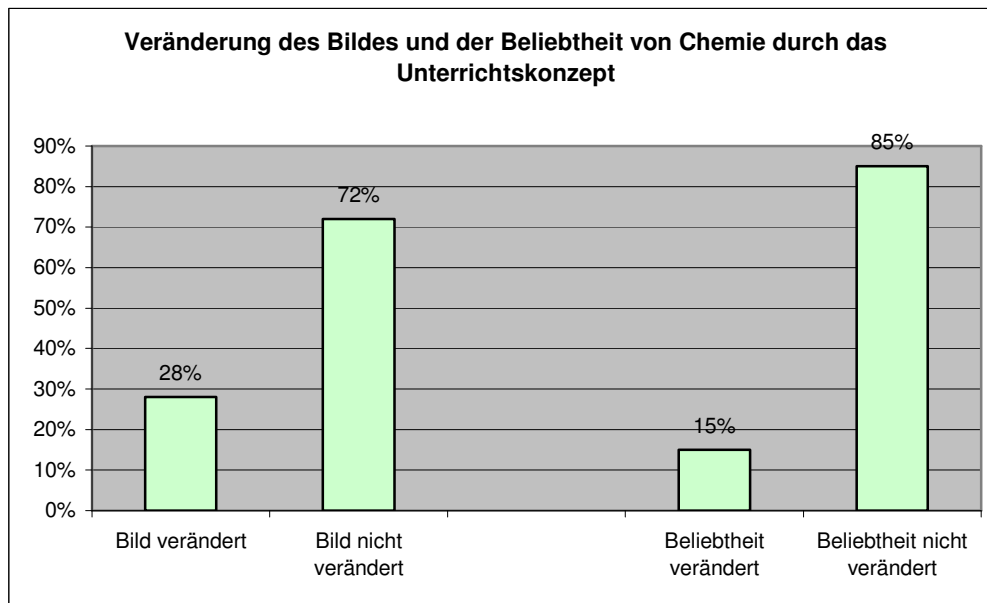
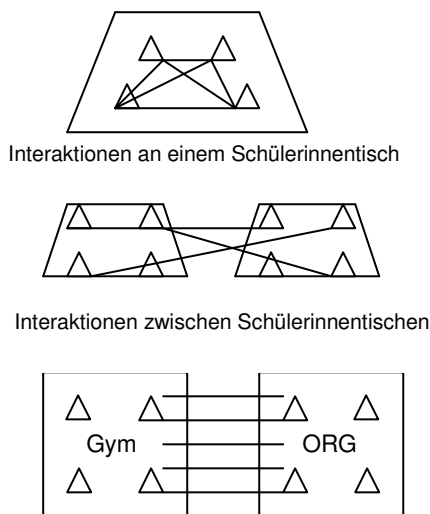


Abb. 8: Ergebnisse der Zwischenerhebung

Weiters war für die SchülerInnen sehr anregend, dass die BesucherInnen einen Verkaufsstand für Kuchen eifrig nutzten und auch ein nachhaltiges Ergebnis der Präsentation hinsichtlich eines ansehnlichen monetären Beitrages für die Klassenkasse erzielt werden konnte.

Der wesentlichste Aspekt in der Umsetzung des Unterrichtskonzeptes sind Interaktionen auf horizontaler und vertikaler Ebene, um SchülerInnen die Möglichkeit zu geben, mit den persönlichen Zugängen ihrer Kolleginnen in Berührung zu kommen und möglichst viele Chemithemen kennen zu lernen. Die Interaktionen fanden auf horizontaler Ebene im Klassenverband oder klassenübergreifend zwischen den beiden beteiligten Klassen statt und können wie folgt dargestellt werden:



Interaktionen von Schülerinnen im Klassenverband bei der Einbeziehung individueller Zugänge in den lehrplanbasierten Unterricht, in der Bearbeitung der individuellen Themen bzw. in der Vorbereitung der Präsentation.

Interaktionen zwischen den beiden Klassen im Rahmen der Begleitmaßnahmen zur Berücksichtigung gendersensibler Aspekte und in zwei Fällen auch in der Bearbeitung der Themen nach individueller Interessenslage.

Die intensivsten klasseninternen und klassenübergreifenden Interaktionen fanden im Rahmen der Projektpräsentation statt, da die Schülerinnen die Präsentationsstände ihrer Kolleginnen besuchten und sich so mit zahlreichen Themenbereichen auseinandersetzten.

Abb. 9: Horizontale Interaktionen in der Entwicklungsphase

Vertikale Interaktionen ereigneten sich vor allem am Tag der Projektpräsentation, da BesucherInnen unterschiedlichsten Alters -beginnend mit Kindergartenkindern bis hin zu SchuldirektorInnen- kamen. Das wiederholte Präsentieren der eigenen Themen und Begründung für die Themenwahl verstärkten den Zugang zur Chemie auf positive Weise. Im Laufe des Präsentationsvormittages tauschten die Schülerinnen ihre Plätze an den Ständen und fanden großen Spaß daran, nun ein Thema einer Kollegin zu präsentieren, das plötzlich für sie interessant geworden war.

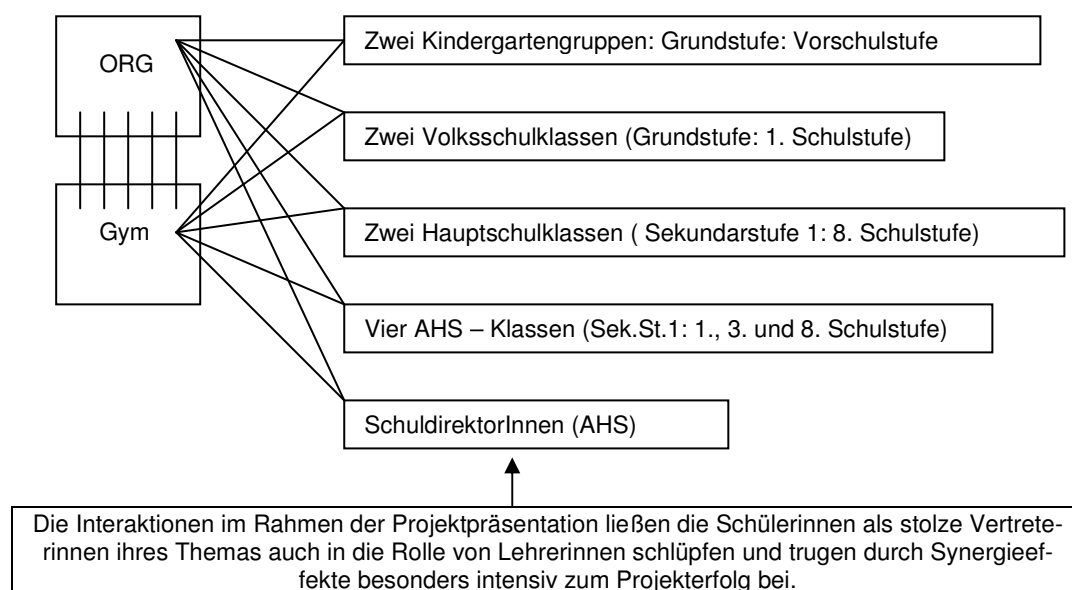


Abb. 10: Vertikale Interaktionen im Rahmen der Projektpräsentation

Die Interaktionen zwischen den Kindergartenkindern, VolksschülerInnen und den BesucherInnen aus der Sekundarstufe 1 wurden durch eine soziale Komponente verstärkt. Die Schülerinnen wurden selbst zu Chemielehrerinnen und hatten eine große Anzahl an begeisterten SchülerInnen unterschiedlichen Alters, sodass die Vielzahl an Interaktionen und das Kennenlernen verschiedener chemischer Themen Synergien bezüglich eines besseren Zuganges zur Fachwissenschaft zeigten. Abbildung 10 stellt die vertikalen Interaktionen im Detail dar.

In den Chemiestunden nach der Projektpräsentation wurde ein großer Versuchsblock in Gruppenarbeit zu Eigenschaften von chemischen Verbindungen mit unterschiedlichem Bindungstyp durchgeführt. Die Schülerinnen gingen mit großer Selbstverständlichkeit und ohne Furcht an die Durchführung der Experimente heran und vernetzten in Versuchs begleitenden Gesprächen ihr Wissen aus der Auseinandersetzung mit ihrem eigenen Thema in theoretischer und praktischer Form mit den Aufgabenstellungen in den Experimentierstunden. Zwei Mädchen aus dem Oberstufenrealgymnasium baten eine Woche nach der Projektpräsentation um zusätzliche Materialien zu ihrem chemischen Interessensbereich, da sie im kommenden Schuljahr im Fach Chemie maturieren und ihr Thema gleich zu einem Spezialgebiet ausbauen wollen. Eine Schülerin aus dem ORG wird angeregt, durch das Projekt im kommenden Schuljahr eine Fachbereichsarbeit zu verfassen.

Die Gruppendiskussion der Enderhebung zeigte, dass der Präsentationstag das größte Initiationsvermögen für den Konzeptwechsel aufweist. Alle Schülerinnen gaben an, dass sich ihr Bild von Chemie verändert hat und die Fachwissenschaft wird nun durch Aspekte wie

- Chemie ist überall im Alltag,
- Chemie ist nichts Abstraktes,
- Chemie ist in allem Einfachen,
- Chemie ist nichts Gefährliches,
- Chemie ist etwas Angewandtes,
- ohne Chemie geht gar nichts und generalisierend durch
- alles ist Chemie

beschrieben. Das veränderte Bild der Fachwissenschaft bezieht sich auch auf den Berufsstand der ChemikerInnen, die nun nicht mehr als schrullig mit Brille auf der Nase sondern als „ganz normale Menschen“ angesehen werden. Dieses Ergebnis wurde vor allem durch die konzentrierten vertikalen und horizontalen Interaktionen während der Präsentation erzielt: Lediglich 15% der Schülerinnen hatten nur mit ihrem eigenen Thema zu tun. 77% der Schülerinnen waren mit mehr als drei und 8% sogar mit 8 bis 10 anderen Themen konfrontiert.

Alle Schülerinnen würden mittlerweile sämtliche Gegenstände, diverse Düfte und jeden Geschmacksstoff der Eingangserhebung mit Chemie in Zusammenhang bringen, wobei dies in einem zweistufigen Prozess abläuft: Zunächst kommen die alten Assoziationen, die dann durch die neuen Vorstellungen ergänzt werden. Exemplarisch sei die Äußerung einer Schülerin angeführt: „Ich denke bei Zimt immer an Weihnachten, aber wenn ich genauer überlege, denke ich jetzt auch an Chemie!“ Die Fixierung auf Themen aus bereits erfolgtem Chemieunterricht konnte aufgehoben werden. Bereits der Chemieunterricht der Unterstufe kämpfte laut Schülerinnen

gegen die mitgebrachten Vorstellungen an. Mit zunehmendem zeitlichem Abstand zum Unterricht kehren die Schülerinnen jedoch wieder zu den lebensweltlichen Bildern zurück. Dies wurde an der Säure-Base Thematik bereits von Sumfleth und Geisler gezeigt (Sumfleth, Geisler 1999, Sumfleth, Geisler 2001) und in dieser Studie bestätigt.

Betrachtet man die Beliebtheit des Unterrichtsfaches zeigt sich ein Anstieg an potenziellen Maturantinnen um 75 – 100%. In den letzten Jahren legten im Schnitt 4-5 Schülerinnen in Chemie die Matura ab, während nun im Rahmen der Gruppendiskussion 8 Mädchen Interesse bekundeten und eine Schülerin seit fünf Jahren erstmals wieder eine Fachbereichsarbeit erstellen möchte. Die Beliebtheit des Unterrichtsfaches Chemie konnte seit der Zwischenerhebung nicht mehr gesteigert werden. 15% der Mädchen würden dem Fach zum Zeitpunkt der Enderhebung eine bessere Position innerhalb des Fächerkanons zuordnen.

6 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Eingangs diskutierte Studien zeigen, was auch in dieser Untersuchung ein wesentliches Ergebnis darstellt: Mitgebrachte Schülerinnenvorstellungen von der Fachwissenschaft Chemie setzen sich aus Alltagsvorstellungen und solchen aus bereits absolviertem Chemieunterricht zusammen. Die Erhebung der mitgebrachten Vorstellungen zeigt sehr deutlich ein lebensweltliches Bild, das mit einem gesellschaftlichen Klischee gleichgesetzt werden kann und bringt zusätzlich in unterschiedlichen Ausprägungen Inhalte und Materialien aus dem Chemieunterricht zutage. Die Vorstellungen der Schülerinnen sind nicht anders als die von Knaben, was auf den undifferenzierten Einfluss gleicher gesellschaftlicher Klischeebilder auf beide Geschlechter zurückzuführen ist. Ähnliches gilt für den Chemieunterricht, der in seinen methodischen Ansätzen bisher kaum zwischen Knaben und Mädchen unterscheidet. In der Themenwahl zur Veranschaulichung chemischer Grundkonzepte wird generell noch wenig die Lebenswelt der SchülerInnen berücksichtigt und vor allem die der Mädchen findet noch selten Berücksichtigung.

Die SchülerInnen stellen zwischen den Inhalten des Chemieunterrichtes und ihrem Alltag keinerlei Beziehung her oder noch schärfer formuliert, sie trennen bewusst zwischen Chemie und Alltag, um ihrem manifestierten Bild von dieser Naturwissenschaft wohl ja im Unterricht „in richtiger Weise“ zu folgen.

Der mangelnde Aufbau des Chemieunterrichtes auf dem Alltag der SchülerInnen²⁴ führt dazu, dass jene Stoffe, die ihnen aus ihrer lebensweltlichen Umgebung vertraut sind, keinesfalls der Chemie zugeordnet werden. Der Geschmack von Kaffee, Vanillezucker oder Salz gehören zur täglichen Ernährung und haben für sie nichts mit Atomen, Bunsenbrennern oder Reagensglashaltern zu tun. Saurer Essig, Rumaroma-Konzentrat - es erinnert wohl kaum durch seinen intensiven Geschmack an das alkoholische Getränk- und auch eine billige und wenig aromatische Marke eines Energydrink stellen jedoch den Bezug zur Chemie bei den Schülerinnen her. Sie folgen dem Klischeebild, da sie nicht angenehm schmecken.

Noch deutlicher zeigt sich die Entfremdung des Chemieunterrichtes von der kindlichen Lebenswelt am Beispiel von Teigwaren. Sie wurden von keiner einzigen Schülerin mit Chemie in Verbindung gebracht, während die Schutzbrille und das Spülmittel von allen Mädchen ihrer Vorstellungen nach „richtig“ zugeordnet werden. Aus dem Chemieunterricht ist bekannt, dass Schutzbrillen beim Experimentieren getragen werden müssen und Substanzen wie Spül- oder Waschmittel als „künstlich“ und somit chemisch eingestuft werden.

Das Experiment der Alkoholgärung dürfte für die Schülerinnen sehr einprägsam sein, da sie dafür die Lebensmitteln mit den Reaktanten selbst in den Unterricht mitbringen und deren Reste mit großer Begeisterung verspeisen. Die Tatsache, dass man aus Rosinen und Hefe Alkohol herstellen kann, beeindruckt Jugendliche sehr und regt aus eigener Unterrichtserfahrung auch ihre Phantasie, wie man „zusätzlich zu Geld kommen könnte“, sehr an. Dies bleibt im Gedächtnis und führt dazu, dass 70% der Schülerinnen Sekt mit Chemie in Verbindung bringen. Hier wird eine Umkehrung des „story telling“ im naturwissenschaftlichen Unterricht, das man als „story making“ bezeichnen könnte, wirksam.

²⁴ Die Formulierung, die „Einbeziehung des Alltags“ erscheint auf Grund der in dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse zu schwach in der Aussagekraft!

Fleece wird selten mit Kunststoffen in Zusammenhang gebracht und daher auch nur in wenigen Fällen der Chemie zugeordnet. Glas ist ein Werkstoff, über den man in der Regel erst in der Sekundarstufe II etwas im Unterricht erfährt. Er ist den Schülerinnen aber von Becher- oder Reagensgläsern her bekannt, sodass sie ihn doch fast zur Hälfte der Chemie zuordnen.

Bei den Düften wurden die unangenehmen Düfte wie der von Ammoniak oder Aceton von allen Mädchen und das Erdöl von einem Großteil der Chemie zugeordnet. Die mitgebrachte Vorstellung, dass Chemie unangenehm riecht, drückt sich deutlich in diesem Ergebnis aus. Interessant ist das Ergebnis bei Aceton. Alle Mädchen stellen die Verbindung zu Nagellackentferner her, einem aus dem Alltag wohl bekannten Stoff. Die Interpretation ist einfach: Die Schülerinnen meinen, dass Aceton *wie* Nagellackentferner riecht, aber erkennen nicht, dass dieses tatsächlich Nagellackentferner ist. Daher wird es der Chemie zugeordnet, während der Nagellackentferner zum Alltag gehört. Das Parfum mit seinem intensiven Geruch, der für viele Mädchen eher unangenehm ist, wurde aus diesem Grund wieder der Chemie zugeschrieben. Nur Zimt und Orangenöl -sehr angenehme und aus dem Alltag hinlänglich bekannte Stoffe- werden nicht der Chemie zugeordnet, da hier sofort andere Assoziationen in den Vordergrund treten.

Selbst das Aussehen von ChemikerInnen ist klischeehaft besetzt. Eine Brille oder die Vermittlung eines sachlichen, adretten, gelehrten oder schrulligen Eindrucks wird als typisch für diesen Berufsstand angesehen. Marie Curie und Fürst Metternich werden erkannt und in der Folge richtig eingeordnet. Justus von Liebig auf Grund seines gelehrten Aussehens als Chemiker angesehen, ist aber den SchülerInnen nicht bekannt. Der frauliche Typ der Ärztin bzw. die auf modisches Äußeres bedachte Friseurin werden ebenso wenig als ChemikerInnen eingestuft wie der Chemiker, der für die Schülerinnen zu attraktiv bzw. philosophisch zu wirken scheint.

Ein klischeehaftes Bild der Schülerinnen, das über die Inhalte des Chemieunterrichtes hinausgeht und Themen der Pharmazie oder Medizin wie „Medikamente herstellen oder Krankheiten erforschen“ impliziert, verleiht dieser Naturwissenschaft eine gewisse soziale Dimension, die positiv besetzt ist und gerade für Mädchen attraktiv zu sein scheint.

Besonders interessant erscheint das Phänomen der Explosion zu sein, die einerseits die Chemie bedrohlich und andererseits ungeheuer spannend macht und dies gerade auch bei Mädchen. Der Wunsch nach „die Schule in die Luft jagen“ oder etwas explodieren lassen, „dass es so stinkt, dass eine Woche keine Schule ist“ gehört aus eigener Unterrichtserfahrung zu den beliebtesten Schülerinnenwünschen hinsichtlich des Chemieunterrichts. Hier wird eine an sich klischeehaft negative Seite der Chemie durch die Mädchen ins Positive verwandelt: Man möchte die Naturwissenschaft auf Lust betonte Weise instrumentalisieren, um einige Tage dem Schulunterricht entfliehen zu können.

Die Untersuchungsergebnisse verifizieren somit *Hypothese 1*, dass Präkonzepte zur Chemie aus den Komponenten Alltagsvorstellungen und Erfahrungen aus bisherigem Chemieunterricht zusammengesetzt sind.

Die jahrelange Unterrichtserfahrung ließ bei der Lehrkraft die Annahme entstehen, dass vereinzelt Mädchen, die gute Leistungen in der Schule und breit gefächerte Interessen aufwiesen, einen eher wissenschaftlichen Zugang zur Chemie zeigen. Dies dürften jedoch Einzelfälle sein oder ihre Argumente, die die Vermutung bei der Lehrenden entstehen ließen, hätten sich bei näherer Betrachtung als haltlos erwiesen.

Die Erhebung der Schülerinneninteressen ließ sich in dieser Studie gut als Ausgangspunkt für einen individuellen Zugang zur Chemie verwenden -eine Korrelation der einzelnen Interessenkategorien mit den erhofften, unterschiedlichen Präkonzepten zur Chemie ließ sich nicht nachweisen. Dies kann so interpretiert werden, dass alle Schülerinnen dem gleichen gesellschaftlichen Klischeebild „ausgesetzt“ sind und ähnliche Unterrichtserfahrungen mitbringen. Die Einheitlichkeit der mitgebrachten Vorstellungen wurde bereits von Sumfleth und Geisler anhand der Säure-Base-Theorie nachgewiesen (Sumfleth, Geisler 1999, Sumfleth, Geisler 2001). Da eine Differenzierung der Präkonzepte über die Interessensprofile der Schülerinnen nicht möglich ist, kann *Hypothese 2*, die diese prognostiziert hatte, falsifiziert werden.

Ansätze einer Veränderung der Schülerinnenvorstellungen von der Fachwissenschaft Chemie kann über das in dieser Studie erprobte Unterrichtskonzept initiiert werden. Eine Wandlung im Sinne eines *conceptual growth* wird in vielen Fällen durch den Ansatz der Individualisierung und Interaktionen im Unterricht eingeleitet. Dies gilt für Schülerinnen, die dem Fach Chemie neutral bis positiv gegenüber stehen. Sie bearbeiten ein Thema aus ihrem persönlichen Interessensbereich und entdecken plötzlich den Konnex zur Chemie. Gleiches geschieht über Interaktionen in der Folge mit den Themen der Klassenkolleginnen. Es erfolgt eine Erweiterung der ursprünglichen Vorstellung, die durch die klasseninternen bzw. -übergreifenden Interaktionen katalysiert wird.

Bei Schülerinnen, die kein naturwissenschaftliche Vorlieben zeigen, kann die Auseinandersetzung mit einem Thema aus ihrem persönlichen Interessensbereich aus chemischer Sicht mit der Erzeugung eines kognitiven Konfliktes gleichgesetzt und Ansätze eines *conceptual change* erzielt werden. Beispielsweise war eine Schülerin völlig erstaunt, dass das Material einer Compact-Disk zu den Kunststoffen zählt und mit Chemie zu tun hat²⁵, da sie ursprünglich erklärte, kein chemisches Thema zur Bearbeitung zu finden, da sie sich nur für Informations- und Kommunikationstechnologie interessiere. Hier muss bei dem Mädchen tatsächlich ein massiver Umdenkprozess einsetzen, der tiefgreifender ist als das Erweitern einer mitgebrachten Vorstellung wie zuvor beschrieben. Auch hier katalysieren Interaktionen auf verschiedenen Ebenen den Veränderungsprozess.

Die mitgebrachten Schülerinnenvorstellungen können weder ausgelöscht noch ersetzt werden, sondern erfahren durch neue Vorstellungen eine Ergänzung, wie es der konstruktivistischen Lerntheorie nach den Ausführungen von Duit entspricht (Duit, Gräber 1993, Duit 1996). Die Aussage einer Schülerin, dass sie beim Duft von Zimt immer zuerst an Weihnachten denkt, aber dann auch an Chemie im Rahmen der Gruppendiskussion, zeigt sehr deutlich den Ablauf eines konstruktivistischen Lernprozesses. Die Klassenkameradinnen bestätigten die Ausführungen ihrer Mitschülerin und erwähnten, dass es Ihnen mit den Düften eines Parfüms oder des Orangenöls nun ähnlich ergeht. Sie haben zunächst sehr persönliche Assoziationen und erweitern diese nun mit der Vorstellung von Chemie. Die Assoziation zu dieser Naturwissenschaft wird aber immer erst an zweiter Stelle kommen. Die „chemische Ergänzung“ in der Vorstellung wird wieder schwinden, wenn ein aktives Bemühen um ihre Erhaltung und Weiterentwicklung aufhört. Letzteres wurde auch von den Schülerinnen selbst besonders hervorgehoben. Die Ergebnisse der Studie konnten *Hypothese 3* verifiziert.

25

Ein Vergleich der Beliebtheit des Unterrichtsfaches Chemie mit den Ergebnissen aus der Literatur ist nur bedingt möglich, da in der 11. Schulstufe kein Biologieunterricht stattfindet und dieses Fach laut Studien gerade bei Mädchen eine sehr große Beliebtheit erzielt. Die weitere Reihung aus der Literatur beginnend mit Mathematik, gefolgt von Chemie und Physik²⁶ lässt sich hier nicht bestätigen, jedoch rangieren die Naturwissenschaften auch wie in der von Hoffmann, Häußler und Lehrke 1998 veröffentlichten Untersuchung im hinteren Bereich (*Hoffmann, Häußler und Lehrke 1998*). Das Unterrichtskonzept dieser Studie führt bei 15% der Schülerinnen zu einer größeren Beliebtheit. Der nun bei allen SchülerInnen veränderte fachwissenschaftliche Zugang zur Chemie führte dazu, dass sie Bereiche, die sie persönlich spannend finden, der Chemie zuordnen und daher das Fach an Attraktivität gewinnt. Vergleichswerte aus der Literatur sind nicht bekannt, jedoch konnte *Hypothese 4*, die eine bessere Positionierung angenommen hat, verifiziert werden.

²⁶ Das Fach Physik nimmt im Gymnasium den eher unüblichen Platz zwei ein. Dieser Umstand ist weniger auf die Inhalte zurückzuführen als auf die Lehrende, deren Beliebtheit in der Klasse besonders hoch ist.

7 ZUSAMMENFASSUNG - AUSBLICK

In dieser Studie konnte nachgewiesen werden, dass bei Schülerinnenpräkonzepten von der Fachwissenschaft Chemie, die sich aus lebensweltlichen und unterrichtsbasierten Vorstellungen zusammensetzen, eine Veränderung durch den gezielten Einsatz eines Unterrichtsmodells einleiten lässt. Auf der Basis eines individuellen Zuganges jeder Schülerin zum Fach und dem Kennenlernen weiterer Zugänge -jene der Klassenkolleginnen- durch Interaktionen im Unterricht konnte bei allen Schülerinnen in Ansätzen eine Veränderung des Chemiebildes in Richtung einer wissenschaftlichen Vorstellung erreicht werden. Dieser verbesserte Zugang der Mädchen, der durch gendersensitive Begleitmaßnahmen zusätzlich gefördert wurde, führte zu einer Steigerung der Beliebtheit des Unterrichtsfaches bei 15% der Schülerinnen.

Ein Konzeptwechsel lässt sich längerfristig nur erhalten, wenn dazu kontinuierlich gezielte Maßnahmen gesetzt werden. Eine interessante und weiterführende Forschungsfrage wäre somit die Untersuchung des Veränderungspotentials des Unterrichtskonzeptes bei weiterführendem Einsatz -einerseits hinsichtlich des Konzeptwechsels, und andererseits bezüglich der Beliebtheit des Faches Chemie innerhalb des Fächerkanons.

Für den Unterricht ließen sich auf Grund der Ergebnisse folgende Handlungstheorien entwickeln:

1. Naturwissenschaftlicher Unterricht muss möglichst früh einsetzen, um einer Manifestation gesellschaftlich tradiertter Klischeevorstellungen entgegenzuwirken.
2. Chemie -Unterricht muss zunächst aus der Lebenswelt der SchülerInnen heraus entwickelt bzw. die entsprechenden fachlichen Konzepte von Alltagsbeispielen ausgehend erarbeitet werden, um im Unterricht ein wissenschaftliches Bild der Naturwissenschaft zu vermitteln. Erst dann kann der Weg in die Abstraktion beschriftet werden.
3. Zu Beginn des Chemieunterrichtes müssen die Präkonzepte der SchülerInnen erhoben werden, um durch die Initiierung eines Konzeptwechsels einen besseren Unterrichtsertrag bzw. eine gesteigerte Beliebtheit des Faches zu erlangen.
4. An der Veränderung der SchülerInnenvorstellungen zur Chemie muss permanent gearbeitet werden, um eine Regression in bereits überwundenen Vorstellungen zu verhindern.
5. Der individuelle Zugang zur Chemie ist ein erprobtes und erfolgreiches Unterrichtsmodell zur Initiierung des Konzeptwechsels.
6. Schülerinnenvorstellungen von der Chemie unterscheiden sich nicht von denen der Schüler. Daher ist das Unterrichtsmodell eines individuellen Zugangs auch bei Burschen bzw. in koedukativ geführten Klassen einsetzbar.
7. Interaktionen im Unterricht katalysieren den Konzeptwechsel und sollen daher auf unterschiedlichen Ebenen stattfinden.

8 LITERATUR

BAUMERT, J., BOS, W., WATERMAN, R. (1998). TIMSS/III. Schülerleistungen in Mathematik und den Naturwissenschaften am Ende der Sekundarstufe II im internationalen Vergleich. Zusammenfassung deskriptiver Ergebnisse. In: Studien und Berichte, Vol. 64. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.

BYBEE, R. (1997). *Achieving Scientific Literacy*. Portsmouth: Verlag Heinemann.

BYBEE, R. (2002). *Scientific Literacy - Mythos oder Realität?* In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, Th., Evans, R. (Hrsg.). *Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Verlag Leske + Budrich.

DRIVER, R., LEACH, J., MILAAR, R., SCOTT, PH. (1997). *Young People`s Images of Science*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.

DUBS, R (2002). *Scientific Literacy: Eine Herausforderung für die Pädagogik*. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, Th., Evans, R. (Hrsg.). *Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Verlag Leske + Budrich.

DUIT, R. (1993). *Schülervorstellungen - von Lerndefiziten zu neuen Unterrichtsansätzen*. *Naturwissenschaften im Unterricht-Physik*, Vol 4 (16), 1993, 4-10.

DUIT, R. (1996). *Lernen als Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht*. In: Duit, R., von Rhöneck, C. (Hrsg.). *Lernen in den Naturwissenschaften, Beiträge zu einem Workshop an der pädagogischen Hochschule Ludwigsburg*, Kiel: o.V.

DUIT, R., GRÄBER, W. (1993). *Kognitive Entwicklung und Lernen der Naturwissenschaften - Einführung in den Tagungsband*. In: Duit, R. , Gräber, W. (Hrsg.). *Kognitive Entwicklung und Lernen der Naturwissenschaften*. Kiel: o.V.

DUIT, R., ROTH, W.-M., KOMOREK, M. WILBERS, J (2001). *Fostering conceptual change by analogies – between Scylla and Charybdis*. *Learning and Instruction*, Vol. 11, (2001), 283-303.

EVANS, R.H., KOBALLA, TH.R. (2002). *Umsetzung der Theorie in die Praxis*. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, Th., Evans, R. (Hrsg.). *Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Verlag Leske + Budrich.

FAULSTICH-WIELAND, H., WEBER, M., WILLEMS, K. (2004). *Doing Gender im heutigen Schulalltag. Empirische Studien zur sozialen Konstruktion von Geschlecht in schulischen Interaktionen*. München, Weinheim: Verlag Juventa.

GILLIBRAND, E., ROBINSON, P., BRAUN, R., OSBORN, A., (1999). *Girls` participation in physics in single sex classes in mixed schools in relation to confidence and achievement*. *International Journal of Science Education*, Vol. 21 (4), 1999, 349-362.

GIESEN, H., GOLD, A. HUMMER, A., WECK, M. (1992). *Die Bedeutung der Koedukation für die Genese der Studienfachwahl*. *Zeitschrift für Pädagogik*, Vol 38 (1), 1992, 66-81.

GRÄBER, W. (1992). *Untersuchung zum Schülerinteresse an Chemie und am Chemieunterricht*. *Chemie in der Schule*, Vol. 39 (7/8), 1992, 270-273.

GRÄBER, W., Nentwig, P. (2002). *Scientific Literacy - Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion*. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, Th., Evans, R.

(Hrsg.). Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Verlag Leske + Budrich.

GRÄBER, W., NENTWIG, P., NICOLSON, P. (2002). Scientific Literacy - von der Theorie zur Praxis. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, Th., Evans, R. (Hrsg.). Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Verlag Leske + Budrich.

HANNOVER, B. (1991): Zur Unterrepräsentanz von Mädchen in Naturwissenschaften und Technik: Psychologische Prädiktoren der Fach- und Berufswahl. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, Vol 5 (3), 1991, 169-186.

HANNOVER, B., Bettge, S. (1993). Mädchen und Technik. Göttingen: Verlag Hogrefe.

HÄUSSLER, P., BÜNDER, W., DUIT, R., GRÄBER, W., MAYER, J. (1998). Naturwissenschaftsdidaktische Forschung. Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.

HEWSON, P., HEWSON, M. (1991). The status of students conceptions. In: Duit, R., Goldberg, F., Niedderer, H. (Hrsg.). Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.

HOFFMANN, L., HÄUSSLER, P., LEHRKE, M. (1998). Die IPN Interessensstudie Physik. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.

HOFFMANN, L., HÄUSSLER, P., PETERS-HAFT, S. (1997). An den Interessen von Mädchen und Jungen orientierter Physikunterricht. Ergebnisse eines BLK-Modellversuches. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.

HOFFMANN, L., LEHRKE, M. (1986). Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik. Zeitschrift für Pädagogik, Vol. 32. 1986, 189-204.

HOLZ-EBERLING, F., HANSEL, S. (1993). Gibt es Unterschiede zwischen Schülerinnen in Mädchenschulen und koedukativen Schulen? Psychologie in Erziehung und Unterricht, Vol.40, 1993, 21-33.

JIMENEZ, E., LOCKHEED, M.E. (1989). Enhancing Girl`s Learning Through Single-Sex Education: Evidence and a Policy Conundrum. Educational Evaluation and Policy Analysis, Vol. 11 (2), 1989, 117-142.

KATTMANN, U., DUIT, R., GROPENGIESSER, H., KOMOREK, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Vol. 3 (3), 1997, 3-18.

KELLER, C. (1998). Geschlechterdifferenzen in der Mathematik: Prüfung von Erklärungsansätzen. Eine mehrbenenanalytische Untersuchung im Rahmen der 'Third international Mathematics and Science Study' (Unveröffentlichte Doktorarbeit). Zürich: Philosophische Fakultät I der Universität Zürich.

KESSELS, U. (2002). Undoing Gender in der Schule. Eine Studie über Koedukation und Geschlechtsidentität im Physikunterricht. München, Weinheim: Verlag Juventa.

- LANDESSCHULAMT BERLIN (1999). Statistik der Grund- und Leistungskurse Schuljahr 1999/2000. Berlin: Landesschulamt Berlin.
- LANGLET, J. (1999). „Bei Kartoffel denken wir nur an Stärke“ das Beharren auf Konzepten: ein Beispiel aus der Praxis. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Vol. 5 (2), 1999, 51-56.
- LEDERMANN, N.G. (1992). Students` and Teachers` Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. Journal of Research in Science Teaching, Vol. 29 (4), 1992, 331-359.
- LÜCK, G. (2005). Neue leichte Experimente für Eltern und Kinder. Freiburg im Breisgau: Verlag Herder.
- MC COMAS, W.F., ALMAZROA, H. (1998). The Nature of Science in Science Education: An Introduction. Science and Education, Vol. 7, 1998, 511-532.
- MEYLING, H. (1997). How to change Students` Conceptions of the Epistemology of Science. Science 6 Education, Vol. 6, 1997, 397-416.
- MILLAR, R. (1996a). Towards a Science Curriculum for Public Understanding. School Science Review, Vol. 77, 1997, 7-18.
- NIESWANDT, M (2001a). Problems and Possibilities for learning in an introductory chemistry course from a conceptchange perspective. Science Education, Vol 85, 158-179.
- NIESWANDT. M. (2001b). Von Alltagsvorstellungen zu wissenschaftlichen Konzepten: Lernwege von Schülerinnen und Schülern im einführenden Chemieunterricht. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Vol 7, 2001, 33-52.
- NYSSSEN, E. (1996). Mädchenförderung in der Schule. Ergebnisse und Erfahrungen aus einem Modellversuch. München, Weinheim: Verlag Juventa 1996
- PFUNDT, H. (1982). Vorunterrichtliche Vorstellungen von der stofflichen Veränderung. Chimica didactica, Vol 8, 1982, 161-180.
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W., GERTZOG, W.A. (1982). Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. Science Education, Vol. 66, 1982, 211-227.
- ROEDER, P.M., Gruehn, S. (1997). Geschlecht und Kurswahlverhalten. Zeitschrift für Pädagogik, Vol. 42, 1997, 497-518.
- ROST, D.H., PRUISKEN, C. (2000). Vereint schach? Getrennt stark? Mädchen und Koedukation. Zeitschrift für pädagogische Psychologie, Vol. 14 (4), 2000, 177-193.
- SACHSSE, H. (1976). Was ist die naturwissenschaftliche Bildung? MNU, Vol 29, 1976, 260-271.
- SCHAEFER, G. (2002). Scientific Literacy im Dienste der Entwicklung allgemeiner Kompetenzen – „Fächerübergreifende Fächer“ im Schulunterricht. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, Th., Evans, R. (Hrsg.). Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Verlag Leske + Budrich.
- SHAMOS, M.H. (2002). Durch Prozesse ein Bewusstsein für Naturwissenschaften entwickeln. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, Th., Evans, R. (Hrsg.). Scientific Li-

teracy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Verlag Leske + Budrich.

SILVERMAN, D. (1985). *Qualitative Methodology and Sociology*. Aldershot: Verlag Gower

STORK, H. (1995) Was bedeuten die aktuellen Forderungen „Schülervorstellungen berücksichtigen, ‚konstruktivistisch` lehren!“ für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe I? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Vol 1, 1995, 15-28.

SUMFLETH, E., GEISLER, A. (1999). „Veränderungen von Schülervorstellungen im Bereich Säuren und Basen“. In: Brechel, R. (Hrsg.). *Zur Didaktik der Chemie und Physik*. Alsbach: Leuchtturm Verlag.

SUMFLETH, E., GEISLER, A. (2001). „Entwicklung von Schülervorstellungen im Laufe der Schulzeit am Beispiel der Säure-Base-Thematik“. *Chimica Didactica*, Vol. 27 (2), (2001), 122-157.

WIEDEKAMP, H. (1990). Mädchen im Chemieunterricht. Unbewusstes Lehrerverhalten und rollenspezifische Einstellungen als Ursache für das Desinteresse und die schlechten Leistungen der Mädchen im Chemieunterricht. Essen: Westarp-Wiss. Naturwissenschaft und Unterricht, Band 8, Gramm, A., Just, K., Möller, Soostmeyer, M. Sumfleth, E. (Hrsg.).

9 ANHANG

Ich möchte in Chemie mehr über folgendes Thema erfahren:
Begründung:

Interessensblume

Was unternimmst du mit deiner/n Familie/Mutter/Vater?

Was unternimmst du mit deinen Freundinnen/ deiner Freund. Welche Hobbies hast du? Was tust du in deiner Freizeit ?

Für welche Fächer interessierst du dich in der Schule?

Name:

7 ... Klasse

Für welche Gesellschaftsthemen interessierst du dich? (z.B.: Politik, Umweltschutz, ...)

Welche berufliche Tätigkeit würdest du dich bereiten?

ANHANG 2

Assoziationen zur CHEMIE

Name: _____ Klasse: _____

1. Wähle die Gegenstände aus, die für dich etwas mit Chemie zu tun haben!

„Fühle“!

- Fleece – Schal
- Sekt
- Glas
- Schutzbrille
- Kochsalz
- Nudeln

2. Welche Tätigkeiten verrichtet in deiner Vorstellung ein/e Chemiker/in? „Beschreibe“!

3. Welche Düfte verbindest du mit Chemie? „Rieche“ und wähle aus!

- Nr. 1
- Nr. 2
- Nr. 3
- Nr. 4
- Nr. 5
- Nr. 6







4. Mit welchen Inhalten befasst sich deiner Meinung nach die Chemie?



„Beschreibe“!

5. Welcher Geschmack ist für dich „chemisch“? „Schmecke“ und wähle aus!

- 0 Nr. 1
- 0 Nr. 2
- 0 Nr. 3
- 0 Nr. 4
- 0 Nr. 5
- 0 Nr. 6

6. Welche der abgebildeten Personen sind deiner Meinung nach Chemiker? Kreuze an!

7. Fertige eine Zeichnung an, die auf einen Blick deine Assoziationen zur Chemie wiedergibt? Nenne zumindest fünf Schlagwörter, die du mit Chemie in Verbindung bringst!
„Zeichne“!