



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„ZUR ENTWICKLUNG EINER FACHSPRACHE IM CHEMIEUNTERRICHT DER VIERTEN SCHULSTUFE“

EINE FALLSTUDIE

Verfasserin

Karin Steinmetz

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.^a rer.nat.)

Wien, 2010

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 423 347

Studienrichtung lt. Studienblatt: UF Chemie, UF Französisch

Betreuerin / Betreuer: Prof. Dr. Anja Lembens

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

„Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.“

Wien, im Juni 2009

Unterschrift der Verfasserin

„Es klingt freilich verwunderlich, wenn man etwas ausspricht, was sich ohnehin versteht; doch nur indem man sich über das Bekannte völlig verständigt, kann man miteinander zum Unbekannten fortschreiten.“

(Johann Wolfgang von Goethe)

INHALTSVERZEICHNIS

1	VORWORT	1
2	EINLEITUNG	2
3	FORSCHUNGSFRAGE UND HYPOTHESE	4
3.1	Forschungsfrage.....	4
3.2	Hypothese	4
	THEORETISCHER TEIL	6
4	GRUNDLAGEN	6
4.1	Begriffsklärung.....	8
4.1.1	Alltagssprache	8
4.1.2	Unterrichtssprache	12
4.1.3	Fachsprache.....	13
4.1.3.1	Fachtermini und Modelle	17
4.1.3.2	Synonymie und Homonymie	20
4.2	Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht.....	25
4.2.1	Bedeutung der Fachsprache im Chemieunterricht	25
4.2.2	Wechselspiel zwischen Alltags- und Fachsprache	28
5	ENTWICKLUNG VON ALLTAGS- ZU FACHSPRACHE	33
5.1	Begriffsbildung.....	33
5.1.1	Motiviertheit chemischer Termini.....	37
5.1.1.1	Morphologische Motiviertheit.....	37
5.1.1.2	Semantische Motiviertheit	38
5.2	Prozess der Bedeutungsveränderung	39
5.2.1	Bedeutungserweiterung.....	40
5.2.2	Bedeutungsverengung	42
5.2.3	Differentiellere Bedeutungsunterschiede.....	43
5.2.4	Der Begriff „Kalk“ als Beispiel in der Alltags- und Fachsprache	44

5.3	Relevante Faktoren für Lehr- und Lernprozesse.....	48
5.3.1	Drei Ebenen der chemischen Fachsprache	49
5.3.2	Vorerfahrungen und Vorstellungen von Lernenden	52
5.3.3	Soziales Umfeld	55
5.3.4	Unterrichtsplanung und Einsatz von Fachsprache.....	56
EMPIRISCHER TEIL.....		60
6	FORSCHUNGSMETHODEN.....	60
6.1	Begründung der Auswahl.....	60
6.1.1	Triangulation	61
6.2	Forschungsablauf	62
6.2.1	Feldzugang und Rollenwahl.....	63
6.2.2	Datenerhebung, –auswertung und Feldrückzug	63
6.3	Beschreibung der Methoden	64
6.3.1	Teilnehmende Beobachtung	64
6.3.1.1	Tonbandaufzeichnungen	65
6.3.1.2	Videoaufzeichnungen	66
6.3.2	Mündliche Befragung: Interview.....	67
6.3.3	Schriftliche Befragung.....	69
6.3.3.1	Concept Map	69
6.3.3.2	Minute Paper	72
6.4	Auswertung der Daten	73
7	DIE FALLSTUDIE.....	75
7.1	Rahmenbedingungen.....	76
7.1.1	Schule und Umfeld.....	76
7.1.2	Klasse und Umfeld.....	77
7.1.3	Lehrperson.....	78
7.1.4	Auswahlkriterien für die beobachtete Kleingruppe.....	78
7.2	Beschreibung des Unterrichtes in der beobachteten Klasse.....	80
7.2.1	Unterrichtsthema.....	80
7.2.1.1	Einbettung im Stoff der Sekundarstufe I	80
7.2.2	Vorbereitungen	81
7.2.3	Ablauf der Unterrichtseinheit.....	82

8	ERGEBNISSE	87
8.1	Darstellung und Beschreibung der empirischen Daten.....	87
8.1.1	Interview.....	87
8.1.2	Video- und Audioanalyse.....	94
8.1.3	Concept Maps (CM).....	97
8.1.4	Minute Papers (MP).....	101
8.2	Interpretation der erhobenen Daten.....	103
8.2.1	Interview.....	103
8.2.2	Videoanalyse.....	106
8.2.3	Concept Maps.....	109
8.2.4	Minute Papers.....	111
8.2.5	Methodentriangulation.....	111
9	SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK	115
10	ANHANG	122
11	LITERATURVERZEICHNIS	150
11.1	Wörterbücher und Lexika.....	150
11.2	Schulbücher.....	150
11.3	Fachliteratur.....	150
11.4	Internetquellen.....	154
12	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	156
13	ABSTRACT	158
14	LEBENS LAUF	159

1 VORWORT

Ich bin als zukünftige Lehrerin für die Fächer Chemie und Französisch nicht nur an Naturwissenschaften, sondern ebenso an Sprachen und Sprachwissenschaft interessiert, weshalb mir die Analyse der Fachsprachenentwicklung im Chemieunterricht als wissenschaftsübergreifendes Thema ein großes Anliegen ist.

Es ist unbestritten, dass viele Schüler und Schülerinnen große Schwierigkeiten beim Erlernen der chemischen Fachsprache haben. Sie ist eine besondere Sprachform, da sie vom Sprachgebrauch anderer Unterrichtsgegenstände und jenem der Alltagssprache der Schüler und Schülerinnen stark abweicht.

In meiner Arbeit möchte ich auf die Faktoren eingehen, die für den Erwerb und die Anwendung einer chemischen Fachsprache unabdingbar sind. Ich möchte den Weg der Fachsprachenentwicklung identifizieren und hoffe, anhand der verfassten Forschungsergebnisse anderen Lehrern und Lehrerinnen neue Ideen für ihren Unterricht darbieten zu können.

Der Schüler bzw. die Schülerin soll, wie es auch der Lehrplan vorsieht, einerseits durch geeignete Lerngelegenheiten zu einem kritik- und urteilsfähigen Menschen ausgebildet werden, andererseits hat Schule die Aufgabe, den Lernenden durch die aktive Auseinandersetzung mit chemischen Fachinhalten eine naturwissenschaftliche Grundbildung zu ermöglichen.

Einer der Gründe, warum mich das Thema der Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht besonders interessiert, ist mein persönliches Anliegen, die Naturwissenschaften der Öffentlichkeit verständlich zu machen. Verständigung passiert durch Sprache. Dazu sind Modelle für einen aktiven Diskurs zwischen Experten und Laien, sowie neue Kommunikationsstrukturen notwendig (vgl. Lembens, *Science goes Public*, in Druck).

Ich möchte in meiner Diplomarbeit den Lesern und Leserinnen die Wichtigkeit von Sprache im Chemieunterricht nahelegen, wodurch erst die Möglichkeit zur Kommunikation zwischen Fachleuten und der Gesellschaft entstehen kann.

2 EINLEITUNG

Das Unterrichtsfach Chemie trägt das Image, ein schwieriges, abstraktes und komplexes Fach zu sein. Einer der Ursachen dafür liegt in der chemische Symbolsprache, die für Schüler und Schülerinnen nicht selten ein geradezu unbezwingbares Hindernis darstellt. Gerade aus diesem Grund möchte ich erforschen, in welchen Schritten der Fachsprachenentwicklung die Lehrperson dem Schüler bzw. der Schülerin im Prozess des Erlernens dieser Fachsprache unterstützend beistehen kann. Dabei geht es nicht um die Diskussion einer Abschaffung der chemischen Fachsprache, denn in der Chemiedidaktik ist man sich einig, dass ein Verzicht auf die Einführung in die Symbolsprache, wie die Verwendung chemischer Symbole, Formeln und Gleichungen, unmöglich ist: durch sie können Sachverhalte der Chemie knapp und präzise dargestellt werden, was zu einer Verbesserung der Informationsübermittlung und Denktechnik beiträgt. Es muss ein richtiger Umgang mit dieser so bedeutenden Fachsprache erlernt und geübt werden, damit sie auch tatsächlich als Ressource, anstatt als Hindernis angesehen wird.

Immer mehr Probleme gehen mit dem wissenschaftlichen Sprachgebrauch einher. So beklagen die Universitäten die mangelnde Sprachkompetenz der Studenten und Studentinnen. Die Medien fordern von den Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen vermehrt, Forschung für die Allgemeinheit verständlich zu machen. Dieser Druck verpflichtet die Fachkundigen, verständliche Antworten auf die Fragen der breiten Öffentlichkeit zu formulieren, was eine große Herausforderung darstellt. Bereits im Laufe der schulischen Ausbildung muss das Bewusstsein gestärkt werden, dass Wissenschaftssprache als Wechselwirkung mit der Gesellschaft keinesfalls isoliert gelingt (vgl. <http://sciencev1.orf.at/science/news/150781>).

Der Sinn der naturwissenschaftlichen Grundbildung, der sogenannten „Scientific Literacy“, liegt in der Ausbildung der Fähigkeit, informierte Urteile vernünftig zu fällen und die Entscheidungen des Alltags im Hinblick auf naturwissenschaftliche und technische Kontexte, wie z.B. Lebensmittelauswahl und -einkauf, Medikamenteneinnahme oder die Nutzung von Energie, zu treffen. Jeder Bürger und jede Bürgerin hat das Recht auf wissenschaftliche

Informationen und trägt somit Mitverantwortung für politische und gesellschaftliche Entscheidungen, die einer ökologischen Nachhaltigkeit dienen sollen. Aus diesem Grund muss bereits in der Schule ein verantwortungsbewusster Umgang mit Stoffen, Energie und technologischen Produkten gelernt werden, wodurch die Jugendlichen zu mündigem Freizeit- und Konsumverhalten angeleitet werden können (vgl. Lembens, *Politische Bildung im Fach Chemie*, in Druck). Das Lesen und Verstehen von Zeitungsartikeln, sowie die Beurteilung von Werbungen sind Beispiele für die alltägliche Möglichkeit, sich mit naturwissenschaftlichen Inhalten auseinanderzusetzen. Diese Mitverantwortung ist neben einer Persönlichkeitsentwicklung und einem Bewusstsein für Eigenverantwortung ein wichtiges pädagogisches Ziel im Chemieunterricht. Um die Informationen wissenschaftlicher Erkenntnisse jedoch zu verstehen, muss eine Kommunikation zwischen Öffentlichkeit, Wissenschaft und Politik ermöglicht werden. Aufgrund all dieser Tatsachen und Ziele soll einer angemessenen Fachsprache im Chemieunterricht große Wichtigkeit beigemessen werden.

3 FORSCHUNGSFRAGE UND HYPOTHESE

3.1 Forschungsfrage

In dieser Arbeit setze ich mich mit folgenden Fragen auseinander:

Gibt es erfassbare Schritte, um konkrete Aussagen über die Wege der Fachsprachenentwicklung machen zu können? Welcher Art sind diese Schritte? Durch welche Unterrichtsbedingungen werden sie gefördert?

3.2 Hypothese

- *„Durch aktives Erarbeiten eines Unterrichtsthemas in Kleingruppen wird die Aneignung einer chemischen Fachsprache der Schüler und Schülerinnen gefördert.“*

Arbeiten die Schüler und Schülerinnen in Kleingruppen, teilen sie eher ihre Vorstellungen zu einem Fachthema mit, als vor der gesamten Klasse. Mögliche unterschiedliche Auffassungen führen zu einem verbalen Austausch, wodurch im idealen Fall rege Diskussionen entstehen.

- *„Durch die aktive Anwendung der gelernten Fachbegriffe in unterschiedlichen Kontexten wird die Aneignung der Fachsprache begünstigt.“*

Lernt der Schüler oder die Schülerin einen Fachterminus in verschiedenen Situationen zu verwenden, festigt dies den Umgang mit und das Verstehen der chemischen Fachsprache.

- *„Auswendiglernen und Wiedergeben von Fachbegriffen fördert das Erlernen der chemischen Fachsprache nicht.“*

Die Schüler und Schülerinnen würden zwar die Termini zum Zeitpunkt der Leistungskontrolle wiedergeben können, allerdings im Anschluss daran wieder vergessen, da mit dem Begriff keinerlei Inhalte verknüpft worden sind.

Mittels einer Fallstudie über eine Kleingruppe von Schülern der Sekundarstufe I wird versucht, diesen komplexen Zusammenhängen nachzugehen und die Schritte auf dem Weg zur Entwicklung einer Fachsprache zu identifizieren.

4 GRUNDLAGEN

Experten und Expertinnen sehen die Fachsprachen als eine Möglichkeit zu einem weltweit einheitlichen Verständnis von Fachkundigen untereinander, welches zu einer beinahe uneingeschränkten Fachkommunikation führen soll. Dabei basiert die chemische Fachsprache auf Fachbegriffen und Symbolsystemen und die übliche Kommunikationsform des Prosatextes wird stark reduziert. Das Erwerben solch einer Fachsprache bedeutet allerdings eine große Herausforderung, sowohl für Anfänger, als auch für Fachunkundige (vgl. Parchmann 2008, S. 10).

Die Bildungs- und Lehraufgabe des Chemieunterrichtes ist zum einen die Ausstattung der Schüler und Schülerinnen mit „Wissen und Grundfähigkeiten zur Bewältigung stofflicher Alltags-, Freizeit-, Lebens- und Berufssphänomene“ und zum anderen der Auftrag, „die gesellschaftliche Erziehung im Bereich von Natur und Materie vorzunehmen“ (<http://www.bmukk.gv.at/medienpool/780/ahs6.pdf>). Der Lehrplan spricht von dem wesentlichen Ziel, die Lernenden und somit die Gesellschaft zu einem chemisch-naturwissenschaftlichen Denken hinzuführen. Sie sollen in erster Linie zur Kritikfähigkeit ausgebildet werden. Die Schüler und Schülerinnen sollen ihrem Alter entsprechend einschätzen können, welche Bedeutung die Chemie und die Technik für die Volkswirtschaft und die Gesellschaft hat. Sie sollen außerdem auf die Berufs- und Arbeitswelt vorbereitet werden. Die Kinder und Jugendlichen sollen lernen, sich kritisch mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen, aber auch mit unterschiedlichsten Vorurteilen gegenüber Naturwissenschaften und Technologie auseinanderzusetzen. Kurzum, den Schülern und Schülerinnen muss in der Schule der Zugang zu einer naturwissenschaftlichen Grundbildung ermöglicht sein: sie sollen naturwissenschaftliches Wissen anwenden, naturwissenschaftliche Fragen erkennen und aus unterschiedlichsten Belegen und Quellen schlussfolgern können. Auf diese Weise erlernen sie, die natürliche Welt und ihre von

Menschen verursachten Veränderungen zu verstehen und schließlich begründete Entscheidungen zu treffen. Um diesen Aufgaben gerecht werden zu können, ist ein Verwenden von fachlich korrekten Ausdrücken von wesentlicher Wichtigkeit. Ein präziser Sprachgebrauch unterstützt das Argumentieren in Gesprächen und das Planen, Beobachten, Beschreiben und Protokollieren chemischer Abläufe (vgl. <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/780/ahs6.pdf>).

Ein weiterer wesentlicher Punkt ist die Bedeutung der Kommunikation im Unterricht und im Lernen. Der Kommunikationswissenschaftler Watzlawick versteht unter Kommunikation nicht nur Sprache, sondern jede Form von gegenseitiger Wahrnehmung: „Man kann nicht nicht kommunizieren“ (Watzlawick 2002, S. 41). Eine „Mitteilung“ ist zu unterscheiden von einer „Interaktion“, welche eine wechselseitige Folge von Mitteilungen zwischen Personen darstellt. Kommunikation besteht nicht nur aus Worten, sondern auch aus paralinguistischen Phänomenen, wie Tonfall, Geschwindigkeit der Sprache, Lachen, Pausen, Körperhaltung, Mimik und Gestik. Im Unterricht sind beide Aspekte gleichwertig. Die Kommunikation bestimmt das Unterrichtsgeschehen. Mühlen-Achs weist darauf hin, dass im Unterricht die sachliche Wissensvermittlung verbal stattfindet, hingegen Disziplinierungs- und Evaluierungsmaßnahmen eher non-verbal erfolgen. Non-verbale Äußerungen wird oft ein höherer Wahrheitsgehalt als sprachlichen Aussagen zugesprochen, da jene Äußerungen als unmittelbar, direkt und unbewusst nicht reflektiert werden (vgl. Mühlen-Achs 1983, S. 130f).

Um nun auf die einzelnen Begriffe und das Zusammenspiel der im Unterricht verwendeten Sprachformen detailliert einzugehen, muss zuerst die Bedeutung der verschiedenen Bezeichnungen von Sprache definiert und klar voneinander abgegrenzt werden.

4.1 Begriffsklärung

In diesem Kapitel werden zunächst die Definitionen von Fachsprache, Alltags- oder Gemeinsprache sowie Unterrichtssprache dargelegt, um die Sprachformen klar voneinander abzugrenzen.¹

4.1.1 Alltagssprache

In den folgenden Absätzen werden die unterschiedlichen Formen von Alltagssprache aufgezeigt. Alltagssprache beinhaltet mehrere Subsprachen, die, je nach Zugang, z.B. über soziale Schicht, geographische Lage, Sprachfunktion oder Berufsgruppe, verschieden definiert werden können, wie in Abbildung 1 ersichtlich ist.

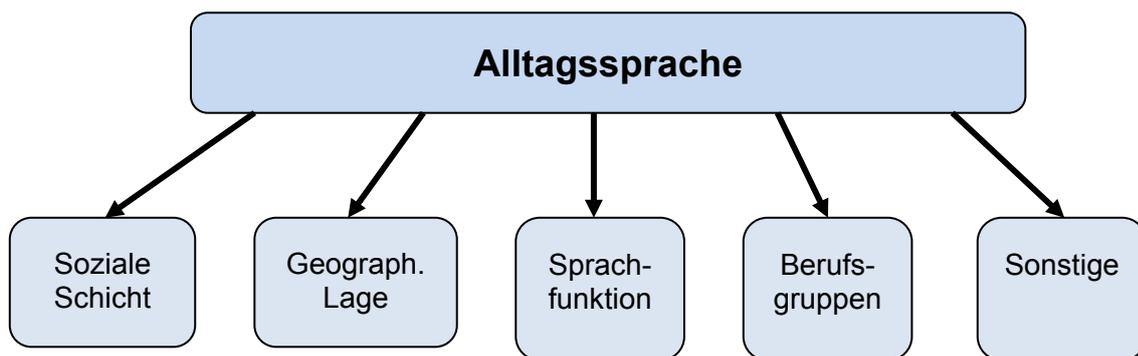


Abbildung 1: Subgruppen von Alltagssprache (eigene Darstellung).

Als Synonyme für Alltagssprache treten des Öfteren die Bezeichnungen „Umgangssprache“, „Gemeinsprache“ oder „Gebrauchssprache“ auf, die im Folgenden genauer betrachtet werden.

Auf der Ebene der Sprachfunktion kann man erkennen, dass die Umgangssprache eine wesentliche Charakteristik in ihrer Mündlichkeit hat. In der Kleinen Enzyklopädie Deutscher Sprache steht die alltagssprachlich-umgangssprachliche Ebene wie folgt beschrieben: „Hierzu gehören Wörter, die

¹ Die genannten Festlegungen entstammen dem Großen Duden (Ahlheim et al. 1966), dem Österreichischen Wörterbuch (Back et al. 2001), dem Meyers Lexikon (Bibliographisches Institut 1997), der Kleinen Enzyklopädie Deutsche Sprache (Fleischer et al. 2001), Sprache und Begriffsbildung im Chemieunterricht (Vollmer 1980) und Fachdeutsch in Naturwissenschaft und Technik (Fluck 1997).

in der zwanglosen mündlichen Kommunikation verwendet werden. Weitgehend die gleichen Wörter werden zur Umgangssprache als Existenzform der Sprache gerechnet“ (Fleischer et al. 2001, S. 97).

Daraus kann abgeleitet werden, dass die Umgangssprache als Summe der für die mündliche Kommunikation notwendigen Wörter betrachtet werden kann, denn ohne sie würde die Umgangssprache als solche nicht existieren. Die Bezeichnung „notwendig“ bezieht sich auf den Grenzfall der verbalen Kommunikation, die ein Minimum an Wörtern benötigt. Das bedeutet gleichzeitig, dass sie einem ständigen Wandel unterzogen ist und dadurch nicht dauerhaft definierbar ist: „Umgangssprachen haben in der Regel einen transitorischen, vorübergehenden Status. Das macht es so schwer, sie exakt zu beschreiben“ (Fleischer et al. 2001, S. 420). Deshalb wird Umgangssprache im Meyers Lexikon als „lockere Anwendung der Hochsprache“ definiert. Sie ist, wie in Abbildung 2 demonstriert ist, eine: „zwischen den Mundarten und der überregionalen Standardsprache stehende Sprachebene, die die Normen der Hochsprache nur locker anwendet“ (Meyers Lexikon 1997).



Abbildung 2: Umgangssprache als Verbindung zwischen Mundarten und Hochsprache (eigene Darstellung).

Betrachtet man den überregionalen Aspekt dieser Definition, kann man feststellen, dass Umgangssprache die Subgruppierungen der regional begrenzten Mundarten mit der Hochsprache verbindet und somit als Verkehrssprache fungieren kann. „Verkehrssprache“ ist als „gemeinsame Sprache zwischen Angehörigen verschiedener Sprachen“ (Back et al. 2001, S. 657) zu verstehen.

Im Österreichischen Wörterbuch findet man ebenso folgende Definition: „Sprachform mit landschaftlichen Eigenheiten zwischen der Mundart und der Standardsprache/Hochsprache“ (Back et al. 2001, S. 624).

Eine besonders treffende Definition liefert Fleischer in der Kleinen Enzyklopädie: „Umgangssprachen entstehen zunächst durchaus [...] im Ergebnis der [...] Mischung von Sprechern sprachlandschaftlich heterogener Herkunft, die in den neuentstandenen großstädtischen Kommunikationsgemeinschaften vordergründig auf die Vermeidung von Kommunikationskonflikten aus sein müssen und primäre Mundartmerkmale deshalb tunlichst zu vermeiden trachten. [...] Sprachkommunikation im industriellen und großstädtischen Alltag [...] bedarf begreiflicherweise anderer kommunikativer Muster, sprachlicher Verhaltensweisen und Mittel als die traditionsgeprägte Verständigung in der einzelbäuerlichen Landwirtschaft und in dörflichen oder kleinstädtischen Sozialstrukturen“ (Fleischer et al. 2001, S. 637).

Hier wird besonders auf die Funktion von Umgangssprache als regional übergreifende Sprache eingegangen, um Konflikte in der Kommunikation zu vermeiden. Begriffe, die aus der Mundart bzw. aus regionalen Dialekten kommen, werden vermieden, um eine großflächige Verständigung zu garantieren.

Welche Bezeichnung für Alltagssprache in wissenschaftlichen Arbeiten nun tatsächlich verwendet wird, ist oft mit persönlicher Präferenz verbunden. Günter Vollmer u.a. benutzt in seinem Buch „Sprache und Begriffsbildung im Chemieunterricht“ allein den Begriff „Gemeinsprache“, wenn er von Alltagssprache im oben definierten Sinne spricht. Es ist davon auszugehen, dass er die Alltagssprache einer Fachsprache gegenüberstellt, nicht unbedingt einer Hochsprache (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Umgangssprache als Verbindung zwischen Mundarten und Fachsprache (eigene Darstellung).

Insofern ist es einsichtig, dass die Standard- bzw. Hochsprache ebenso in die Kategorie Alltagssprache fällt, da sie sich wie eine Vermittlungssprache zwischen Mundarten und der Fachsprache verhält. Trotz dieses Aspektes ist sie laut Meyers Lexikon jedoch nicht mit der Umgangssprache gleichzusetzen, da sie stärker genormt ist. Die Standardsprache ist „die über Mundarten, Umgangssprache und Gruppensprache stehende, allgemein verbindliche (genormte) Sprachform“ (Meyers Lexikon 1997). Im Österreichischen Wörterbuch ist diese Definition mit der Bezeichnung „Überregional geregelte Sprachform“ ergänzt und es wird klar die allgemeine Verbindlichkeit von Standardsprache der nicht verbindlichen Anwendung von Umgangssprache und Mundart gegenübergestellt (Österreichisches Wörterbuch 2001, S. 562), wie in Abbildung 4 ersichtlich ist.

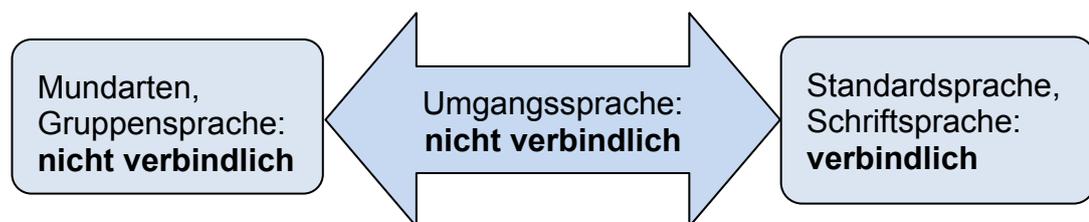


Abbildung 4: Allgemeine Verbindlichkeit (eigene Darstellung).

Es ist beinahe unmöglich, zwischen den einzelnen Sprachformen klare Grenzen zu ziehen. Mundarten nehmen u.a. Wörter und Strukturen von der Standardsprache auf und die Schriftsprache wird von Begriffen der Umgangssprache und Gruppensprachen beeinflusst. Der Fall, dass Mundarten den Weg über die Umgangssprache in die Standardsprache nehmen, ist nicht immer gültig. Fleischer betont sogar: „Nur selten noch gehen Mundartwörter auf dem Weg über die Umgangssprache in die Standardsprache ein. Im Gegenteil: Mundarten nehmen standardsprachliches Material auf und integrieren es phonologisch/phonetisch. Das erklärt sich durch moderne Kommunikationsbedürfnisse und die wachsende Mobilität der Menschen; denn auch der Mundartsprecher kann nicht ohne fach- und standardsprachliches Wortgut auskommen“ (Fleischer et al. 2001, S. 90-91).

Die dargelegten Definitionen von Alltagssprache und ihrer Unterformen lassen den Schluss ziehen, dass kaum eindeutige Linien zwischen den einzelnen Subgruppen von Sprache gezogen werden können, da man jeweils den Fokus der Gegenüberstellung, also Mundart/Fachsprache oder Mundart/Schriftsprache, betrachten muss. Umgangssprache kann sowohl als zwischensprachliche Ebene von Mundarten und Schriftsprache, mit dem Blickpunkt auf die Mündlichkeit, als auch von Mundarten und Fachsprache, als Kommunikationsmöglichkeit zwischen Experten und Laien in einem bestimmten fachlichen Bereich fungieren.

In weiterer Folge dieser Arbeit wird der Begriff „Alltagssprache“ verwendet, welcher im oben definierten Sinne den Ausdrücken „Gemeinsprache“ und „Umgangssprache“ gleichbedeutend ist.

4.1.2 Unterrichtssprache

Unterrichtssprache ist definiert als eine „Sprache, in der in einer Schule der Unterricht grundsätzlich abgehalten wird“ (Österreichisches Wörterbuch 2001, S. 639). Das bedeutet gleichzeitig, dass Unterrichtssprache weder als reine Alltagssprache, noch als ausschließliche Fachsprache anzusehen ist. Die Alltagssprache ist die Grundlage, an die die Lehrkraft die Erweiterung Richtung Fachsprache anknüpfen kann und muss. Vollmer beschreibt sehr einleuchtend folgende Tatsache: „Im Vergleich zur Wissenschaftssprache ist eine Unterrichtssprache notgedrungen umso mehr zu muttersprachlichem Sprechen hin verschoben, je geringer das fachliche Vorwissen der Schüler ist“ (Vollmer 1980, S. 29). Die Unterrichtssprache deckt eine große Bandbreite von möglichen Sprachformen ab und ist je nach Rahmenbedingung in den Klassen unterschiedlich weit fortgeschritten. Welche Faktoren nun tatsächlich für die Begriffsbildung und das Erlernen einer Fachsprache ausschlaggebend sind, wird in Punkt 5.1 detailliert dargelegt.

In gewisser Weise tritt Unterrichtssprache als Verkehrssprache auf, wenn man auf die in Punkt 4.1.1 gelieferte Definition von Verkehrssprache zurückgreift. Angehörige verschiedener Sprachgemeinschaften – hier stehen die Schüler und Schülerinnen als Anwender der Alltagssprache der Lehrperson als Anwender der Fachsprache gegenüber – machen sich die Verkehrssprache

zunutze, um miteinander kommunizieren zu können. Als Unterrichtssprache können sowohl die besprochenen Sprachformen, als auch Fremdsprachen gezählt werden. Nicht selten findet naturwissenschaftlicher Unterricht auf Englisch statt. Die Sprachproblematik der Wissenschaften wird stark von der Globalisierung des Wissenschaftsbetriebes beeinträchtigt. Im Zuge dessen gilt häufig Englisch als die „dominierende sprachliche ‚Leitwährung‘“ (<http://sciencev1.orf.at/science/news/150781>).

4.1.3 Fachsprache

Hans-Rüdiger Fluck definiert in „Fachdeutsch in Naturwissenschaft und Technik“ den Begriff „Fachsprache“ als eine „insbesondere in den Bereichen Wissenschaft und Technik häufig verwendete Bezeichnung, die alle möglichen, verbalen und nichtverbalen (Text-)Formen der fachbezogenen Verständigung meint und oft in einem Gegensatz zum Begriff der üblicherweise verwendeten ‚Gemein-‘ oder ‚Standardsprache‘ gestellt wird“ (Fluck 2000, S. 14). Unter „nichtverbalen Formen“ versteht Fluck z.B. Symbole, Formeln und Graphiken und in den Begriff „fachbezogene Verständigung“ schließt er „Fachkommunikation“ und „Fachdiskurs“ ein.

Eine Übereinstimmung hiermit findet man in vereinfachter Form im Österreichischen Wörterbuch, welches den Begriff „Fachjargon“ synonym für „Fachsprache“ verwendet (Österreichisches Wörterbuch 2001, S. 195). Trotz Gleichstellung dieser beiden Begriffe, wird „Fachjargon“ häufig mit abweichenden Merkmalen als jene der Fachsprache charakterisiert. Um diverse Assoziationen zu diesem Begriff zu erheben, wurden für diese Studie drei Personen, davon ein Student, eine Hauptschullehrerin und eine Schulpsychologin, gebeten, Versuche einer Definition zu bringen. Die Hauptschullehrerin (28 Jahre) umschreibt „Fachjargon“ als *„Ausdrücke in einem gewissen Umkreis einer sozialen/örtlichen/o.ä. Gesellschaft zu einem bestimmten Thema. Die Chemie z.B. verwendet mehr lateinische Begriffe, [...] mehr verblümete Ausdrücke in der kindlichen Sprache, freche Ausdrücke bei Jugendlichen. [...] Fachjargon bei Medizinern wirkt eindeutig gehobener. [...] Bewunderung – je mehr Leute Fachjargon verwenden, umso höher ist die Bewunderung. Ein Text wird aufgewertet, wirkt schwieriger und dadurch*

wichtiger. Der Umkreis macht es aus, ob ein Jargon positiv oder negativ zu bewerten ist.“ Diese Person geht in ihrer Beschreibung vielmehr auf den Begriff „Jargon“ ein und vernachlässigt die Fokussierung auf das „Fach“. Der Student (20 Jahre) verbindet mit „Fachjargon“ „*Ausdrücke eines bestimmten Fachbereichs. [...] einzelne Begriffe eines Gebietes, die nur auf dieses Fachgebiet zutreffen. [...] wird manchmal abwertend benutzt, wenn man sich über eine Gruppe von Experten lustig macht, die sich in einer Sprache verständigen, die sie nur selber verstehen, [...] auf Außenstehende kann ihre Ausdrucksweise befremdend wirken. Ist ausgrenzend für andere.*“ Die Schulpsychologin (29 Jahre) definiert den Begriff als „*Dialekt in Fachkreisen. [...] spezielle Wörter und Ausdrucksweisen, die in einem bestimmten Arbeitskontext verwendet werden und die oft nur diesen Menschen, als eine Art „Insiderkreisen“, geläufig ist, denen, die diese Arbeit ausführen. [...] eher ein sachlich neutraler Begriff. Fachsprache ist sowas wie ein ‚offizieller Standard‘ und Fachjargon entsteht eher von unten, aus dem Arbeitskontext.*“

Man sieht die unterschiedlichen Konnotationen, die mit dem Begriff „Fachjargon“ einhergehen. Das Fazit aus diesen Definitionen ist, dass „Jargon“ als eine „Gruppensprache“, „Fachjargon“ also als eine „Gruppensprache unter Experten eines Faches“ aufzufassen und je nach Situation oder Umfeld individuell als auf- oder abwertend zu betrachten ist.

In seinem Werk „Fachsprachen“ grenzt Fluck „Fachsprache“ mit Gewichtung auf die Funktion folgendermaßen ein: „Die allgemein anerkannte Aufgabe der Fachsprachen ist die Bereitstellung eines Zeichenvorrats zur Verständigung über bestimmte Gegenstands- und Sachbereiche, die möglichst präzise und ökonomisch erfolgen soll. Fachsprachen können demnach als sprachliche Zeichensysteme mit instrumentalem Charakter betrachtet werden“ (Fluck 1985, S.12-13).

Auch Möhn und Pelka sehen in der Fachsprache in erster Linie die Aufgabe, die Fachsprache hat, denn sie ist „die Variante der Gesamtsprache, die der Erkenntnis und begrifflichen Bestimmung fachspezifischer Gegenständen sowie der Verständigung über sie dient und damit den spezifischen kommunikativen Bedürfnissen im Fach allgemein Rechnung trägt“ (Möhn 1984, S. 26). Hierbei wird die Wichtigkeit der Fachsprache eindeutig auf

die Funktion im fachlichen Kommunikationsprozess gelegt. Dies impliziert, dass die Sprecher und Sprecherinnen dieser Sprache primär Fachleute bzw. fachlich Interessierte sind, jedoch die öffentliche Leserschaft keineswegs ausschließen: „Fachsprachen sind grundsätzlich öffentlich, zumindest aber der Öffentlichkeit zugänglich, was nicht im gleichen Maße für die fachlich bestimmten Situationen gilt.“ (Möhn 1984, S. 26).

Soviel zur funktionalen Abgrenzung von Fachsprache. Weiterführende Definitionen werden nun auf der Ebene von sprachlichen Charakteristika von Fachsprache gebracht.

Vollmer bezeichnet die chemische Fachsprache als eine künstliche Sprache. „In dieser künstlichen Sprache können die Formeln als chemische Wörter, die Gleichungen als chemische Sätze angesehen werden“ (Vollmer 1980, S. 32). Er sieht dabei in erster Linie auf die äußere Form von Fachsprache, die einen erkennbaren Unterschied zur Alltagssprache darstellt. Vergleicht man beider Sprachen Vokabular, zeichnen sich die Fachwörter dadurch aus, „dass sie präziser und kontextautonomer als Alltagsvokabular sind“ (Fluck 1985, S.47).

Stäudel, Franke-Braun und Parchmann heben in ihrem Artikel „Sprache, Kommunikation und Wissenserwerb im Chemieunterricht“ zwei charakteristische Merkmale von Fachsprache hervor: die spezielle Syntax und die notwendige Übersetzung von einer Darstellungsform in eine andere. Die syntaktische Besonderheit zeigt sich durch den vorherrschenden Nominalstil, die zahlreichen Passivsätze und substantivierten Verben. Des Weiteren werden häufig „diskontinuierliche Texte“ verwendet, d.h. Kombinationen von geschriebenen Texten und grafischen Elementen. Dadurch werden das Lesen und Erfassen von Informationen aufgrund von Hin- und Herspringen zwischen den genannten Einheiten erschwert und nicht selten vermischt man die Darstellungsebenen in ihren Interpretationen. Als Illustration verwenden die Autoren das Beispiel der Fotosynthese (Abbildung 5).

Unterschiedlichste Darstellungsebenen der Fachsprache werden miteinander verknüpft und Beziehungen zu Bildern und Informationen jeglicher Art, wie z.B. chemischer Symbole, hergestellt. Sie setzen sich aus der mathematischen, symbolischen, sprachlichen, bildlichen und gegenständlichen Ebene zusammen. Zum Verständnis der unterschiedlichen Stufen, sind domänenspezifische Übersetzungen oft unentbehrlich.

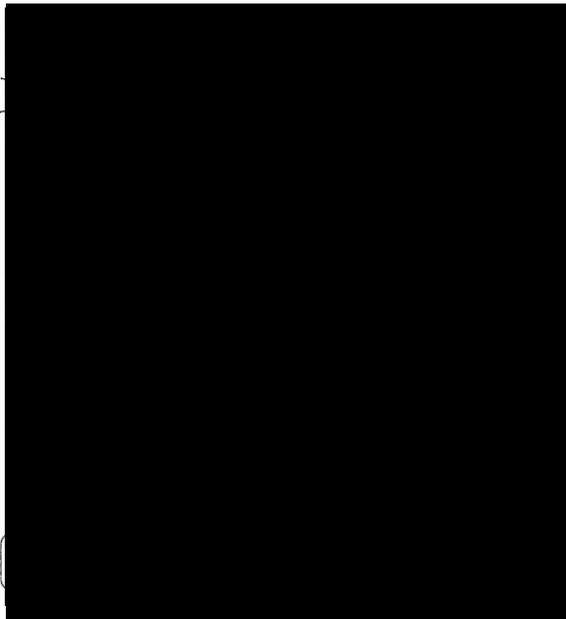


Abbildung 5: Verknüpfung unterschiedlicher Darstellungsebenen am Beispiel „Fotosynthese“ (Stäudel 2008, S.7).

Das stellt die zweite Eigenschaft von Fachsprache für Stäudel et al. dar und beinhaltet u.a. die Interpretation von Graphen, die Umsetzung von experimentell ermittelten Werten in Tabellen- oder Diagrammform, das Filtern relevanter Informationen aus längeren Texten und ihre Darstellung als Skizzen, sowie, besonders im Chemieunterricht von Bedeutung, die Übersetzung von Reaktionsgeschehen in Wort- und Formelgleichungen. Den Schülern und Schülerinnen kann im Zuge dessen von der Lehrkraft verdeutlicht werden, wie man sich als Leser oder Leserin von Fachtexten nicht von deren Sprache abschrecken lässt (vgl. Stäudel 2008, S.7-8). Schüler und Schülerinnen müssen lernen, wie man mit naturwissenschaftlichen Informationen umgehen soll, wie z.B. wissenschaftlichen Zeitschriften zu verstehen oder Dokumentationen kritisch zu betrachten sind. Diese Teilkompetenz der „Scientific Literacy“ zu schärfen, ist eines der wesentlichsten Bildungsziele des Chemieunterrichtes.

Als Schlussfolgerung der zahlreichen Definitionsversuche von Fachsprache sollte man sich der Behauptung von Fluck bedienen, dass der Terminus „Fachsprache“ oder auch „Technolekt“ trotz seines Anscheins der Einfachheit und guten Verständlichkeit bis heute nicht gültig definiert ist. Diese Tatsache führt er erstens darauf zurück, dass dieses Wort häufig als Gegensatz zur Alltagssprache verwendet wird, welche ebenso wenig definiert ist. Zweitens

deckt der Fachsprachenbegriff viele unterschiedliche Bereiche ab, wie z.B. die handwerkliche, technische oder wissenschaftliche Sprache und ihre Übergangsformen (vgl. Fluck 1985, S. 11). Die dritte Begründung für die Schwierigkeit der Definition von Fachsprache sieht er darin, „dass Fachsprache aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet werden kann und daher unterschiedliche Beschreibungsschwerpunkte gesetzt werden, je nachdem ob z.B. kommunikativ-funktionale, soziologische, pragmatische oder textuelle Aspekte im Vordergrund stehen“ (Fluck 1985, S.193).

4.1.3.1 Fachtermini und Modelle

Nach Fluck (1997) lässt sich der Begriff „Fachwort“ mit „Benennung“, „Bezeichnung“, „Fachausdruck“ oder „Terminus“ umschreiben. Fachwörter sind von besonderer Wichtigkeit für Fachsprachen, da sie die Hauptinformationen der fachlichen Kommunikation tragen. Ihr Charakteristikum liegt im Vergleich zu alltagssprachlichen Begriffen in ihren fachbezogenen Inhalten und ihrer Kontextautonomie. Den Fachtermini werden Eigenschaften wie die „Tendenz zur Exaktheit, Eindeutigkeit, Begrifflichkeit, Systematik, stilistische Neutralität und Ausdrucksökonomie“ zugeschrieben. Allerdings wurde diese Auffassung von Fachsprache weiteren Studien unterzogen. Diese führten zu dem Ergebnis, dass Termini relativiert und, durch Betrachtung des Kontextes, differenziert werden müssen. Somit hat sich die Fachsprachenforschung weg von der Untersuchung des isolierten Terminus, hin zu jener des gesamten Textes weiterentwickelt (Fluck 1997, S. 35f).

„Exaktheit‘ ist die möglichst genaue Bedeutungsfestlegung des Fachwortes und seine Abgrenzung gegenüber anderen Fachwörtern. [...] ‚Begrifflichkeit‘ ist die Einbindung des Fachwortes in ein Begriffssystem und seine Funktion als sprachliches Zeichen für eine gedankliche Einheit, den Begriff. [...] ‚stilistische Neutralität‘ weist auf die Rationalität und Objektbezogenheit fachlicher Verständigung hin, die sich im weitgehenden oder völligen Fehlen ästhetischer, expressiver und modalen Komponenten im Fachwortschatz äußern“ (Fluck 1997, S. 36f). Ein Fachwort wird erst durch die inhaltliche Festlegung in Bezug zur fachspezifischen Bedeutung gebracht. Die strengste Form, einen facheigenen Inhalt festzulegen, ist die Definition. Erst durch Vorhandensein einer Definition wird ein Fachausdruck Terminus genannt.

Durch die Mehrdeutigkeit vieler Fachwörter wird in manchen naturwissenschaftlich-technischen Bereichen der Fachwortschatz genormt, d.h. standardisiert, um eigene Technologien aufzubauen. Beispiele für solche Begriffe sind in dargestellt.

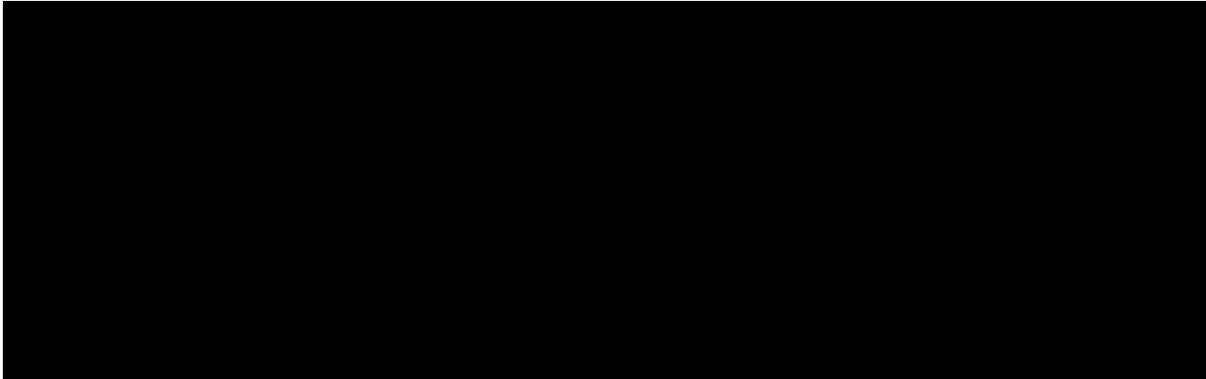


Abbildung 6: Inhaltliche Festlegung von Fachwörtern (Fluck 1997, S. 27).

Durch die Verwendung von chemischen Fachwörtern wird die Informationsweitergabe im Hinblick auf die inhaltliche Korrektheit und Unmissverständlichkeit wesentlich verbessert. Vollmer (1980) beweist diese Behauptung mit dem Aufschwung der Naturwissenschaft zu Beginn des 19. Jahrhunderts, die mit der Einführung einer chemischen Zeichensprache und somit Verbesserung der Eindeutigkeit in der fachlichen Kommunikation einhergeht. Er teilt die chemischen Fachwörter aufgrund ihrer Art und Herkunft in fünf Klassen:

1. Wörter mit deutschem Sprachstamm,
2. Fremdwörter,
3. Kunstwörter,
4. Namen enthaltende Fachwörter,
5. Abkürzungen und Sonderzeichen.

Zurückgehend auf die Arbeit von Alchimisten und Handwerkern, wurden muttersprachliche deutsche Fachwörter, wie z.B. Kalkmilch, waschen, rösten, aus den volksnahen Berufen in die Chemiewissenschaft eingebracht. Fremdwörter und Kunstwörter haben ihre Wurzeln viel mehr in der lateinischen und griechischen Sprache. Jene werden als „potentielles Vokabular der Chemiesprache“ angesehen und finden sich sehr häufig in Stoffbezeichnungen

wieder, z.B. Natrium, links/rechts von lat. „laevus/dexter“, kubisch oder würfelförmig von lat. „cubicus“, Chromatographie oder Farbenschreiben von griech. „chroma“ und „grafi“ etc. Auch französischen Fachausdrücken wurde durch die vielen renommierten französischen Chemiker und Chemikerinnen der Weg in die Chemiewissenschaft geöffnet. Sei es die Normierung der sieben SI-Grundeinheiten im „Système International“, einzelne Ausdrücke wie „gauche“ oder umfassende chemische Theorien, die hinter einem französischen Ausdruck oder Eigennamen stehen, wie „Ampère“ oder das „Prinzip von Le Chatelier“. Heute gibt es noch eine verwirrende Zahl an „Namensreaktionen“, wie die Cannizzarro'sche Reaktion oder Wurtz'sche Synthese. Die Verwendung solcher Eigennamen als Fachvokabular wird von vielen Forschern und Forscherinnen als Hindernis für das Fachsprachenlernen bezüglich der Verständlichkeit gesehen. Die wichtigsten Vertreter für Fachvokabular als Abkürzung und Sonderzeichen sind die chemischen Elementsymbole. Weitere Beispiele sind „o, m, p“ für „ortho“, „meta“ und „para“ oder Abkürzungen für Maßeinheiten, wie „mm“, „l“ und „mol“. Sie werden beim Lesen rückübersetzt, wobei andere Kurzformen, wie „NMR“ (Nuclear Magnetic Resonance) oder „HPLC“ (High Performance Liquid Chromatographie), buchstabenweise gelesen werden (vgl. Vollmer 1980, S. 27f). Man sieht anhand dieser Beispiele sogar eine starke Präsenz des Englischen in der chemischen Fachsprache, die als Welt- und moderne Wissenschaftssprache gilt.

Abkürzungen, Symbole oder sonstige Fachausdrücke werden häufig in Form von Modellen dargestellt. Chemische Abläufe, Formeln, Gleichungen oder auch komplexe Theorien, wie z.B. das Atommodell nach Bohr, werden durch passende Modellvorstellungen für die Lernenden schlüssig und nachvollziehbar. Das bedeutet, dass inhaltlich anspruchsvolle Sachverhalte klarer und übersichtlicher vorgestellt werden können. Durch die Verwendung dieser chemischen Zeichensprache werden neue denktechnische Möglichkeiten eröffnet, deren Merkmale und Zwecke im Folgenden zusammengefasst sind:

1. Modelle repräsentieren Gegenstände: z.B. repräsentieren chemische Symbole und Formeln bestimmte Elemente und Verbindungen, und chemische Gleichungen stellen chemische Reaktionen dar.

2. Modelle reduzieren die Komplexität der Wirklichkeit: Reaktionsgleichungen und Summenformeln reduzieren das Reaktionsgeschehen bzw. die Gesamtmerkmale von Reinstoffen auf die Molzahlverhältnisse neu auftretender bzw. entschwindender Stoffe und der Elemente.
3. Modelle vermitteln Transparenz: die Mengenverhältnisse der Objekte rücken durch die Reduktion der Wirklichkeit in den Vordergrund. Z.B. stellt ein chemisches Symbol die Reduktion der Merkmale auf ein bloßes Zeichen dar und die Transparenz wird gesteigert.
4. Modelle lassen Produktivität entstehen: hier muss insbesondere die Möglichkeit zur Mathematisierung des repräsentierten Bereichs hervorgehoben werden (vgl. Vollmer 1980, S31).

4.1.3.2 Synonymie und Homonymie

In der chemischen Fachsprache werden häufig mehrere Fachbegriffe für einen Inhalt verwendet. Seien es Bezeichnungen, die der IUPAC-Nomenklatur entsprechen oder Trivialnamen, die z.B. aus besonders auffälligen Eigenschaften der Stoffe entstanden sind, die Vielfalt von synonymen Benennungen muss thematisiert werden.

Ein Synonym ist „mit einem anderen Wort von gleicher oder ähnlicher Bedeutung, sodass beide in einem bestimmten Zusammenhang austauschbar sind; sinnverwandt“ (Duden Fremdwörterbuch 1997).

In der chemischen Fachsprache häufen sich synonyme Bezeichnungen oder sogenannte „Wortmehrlinge“; man erwähne nur „Kochsalz“, welches die Bezeichnung des im Handel befindlichen Speisesalzes darstellt. „Natriumchlorid“ wird als Synonym für „Kochsalz“ verwendet, trägt jedoch die chemisch korrekte Bezeichnung für das Natriumsalz der Salzsäure. Im Weiteren sei der Begriff „Atombindung“ genannt, welcher gleichbedeutend zu „Elektronenpaarbindung“, „kovalente Bindung“ oder „homöopolare Bindung“ verwendet wird. Abgestimmt auf den Wissensstand der Schüler und Schülerinnen, entscheidet sich die Lehrperson zu Beginn des Unterrichtsthemas „Die chemische Bindung“ eher für den Ausdruck „Atombindung“, um Verwechslungen oder unnötige Verwirrungen zu vermeiden.

Diese Bezeichnung klingt für die Lernenden logischer, da sie für den festen Zusammenhalt von „Atomen“ in vielen chemischen Verbindungen verantwortlich ist. Mit den Begriffen „kovalent“ oder „homöopolar“ können die Schüler und Schülerinnen mit großer Wahrscheinlichkeit keine Assoziationen herstellen. Erst wenn die Theorie, die hinter einer Bezeichnung liegt, dem oder der Lernenden vertraut und somit verinnerlicht wurde, können Synonyme eingeführt werden. Mit explizitem Hinweis auf deren gleiche Bedeutung findet somit eine Erweiterung des Fachvokabulars statt. Oftmals treten Synonyme im Bereich der Stoffbezeichnung auf, wo historisch überlieferte Trivialnamen auf Kurzbezeichnungen, Formeln, Warenzeichen, halbsystematische Stoffnamen und nach dem Genfer Nomenklaturesystem definierte wissenschaftliche Stoffbezeichnungen treffen. Die Coexistenz dieser synonymen Begriffe hat durchaus ihre Berechtigung. So ist „Essigsäure“ als Trivialname für „Ethylsäure“ viel einfacher zu merken, da ihr charakteristischer Geruch leichter eine Assoziation zur tatsächlichen Substanz schafft. Ebenso die „Zitronensäure“, deren chemisch korrekter Name nach IUPAC „2-Hydroxypropan-1,2,3-tricarbonsäure“ lautet, für die Lernenden kaum zu merken ist.

Die Lehrperson steht oftmals vor der Entscheidung, welchen der zur Verfügung stehenden Begriffe sie für ihre Erklärungen im Chemieunterricht verwenden soll. Dabei spielen die Kategorien „muttersprachlich“ – „fremdsprachlich“ und „motiviert“ – „nicht motiviert“, was soviel bedeutet wie „gut ableitbar“ – „schlecht ableitbar“, die wichtigste Rolle (siehe Punkt 4.1.1). Sofern es für die Lehrkraft möglich ist, soll sie sich in ihren chemieunterrichtlichen Ausführungen auf einen der synonymen Wortkörper beschränken und keinesfalls unreflektiert chemische Synonyme, möglicherweise sogar noch weniger vorteilhafte Bezeichnungen, parallel verwenden (vgl. Vollmer 1980, S. 41-43).

Ein Homonym ist ein „Wort, das mit einem anderen gleich lautet, aber in der Bedeutung und Herkunft verschieden ist“ (Ahlheim 1966, S. 278) bzw. ist es ein „Wort, das ebenso wie ein anderes geschrieben und gesprochen wird, aber verschiedene Bedeutung hat und sich grammatisch, z.B. durch Genus, Plural oder Konjugation von diesem unterscheidet, z.B. der/das Gehalt, die Bänke/Banken, die Mütter/Muttern, sieben (Verb)/sieben (Zahl)“ (Duden

Fremdwörterbuch 1997). Auch Wörter ungleicher Schreibweise, aber identischer Aussprache fallen in diese Gruppe, wie z.B. Lerche/Lärche oder Meer/mehr. Unterscheiden sich Begriffe weder in ihrer Grammatik, noch in der Lexik, spricht man ebenso von Homonymien. Diese Wortbesonderheiten tragen als einflussreiche Faktoren zur Komplexität der chemischen Fachsprache erheblich bei. Mehrdeutigkeiten von Wörtern sind sowohl für die sprachliche Kommunikation, als auch für das Lernen und Lehren von Chemie von wesentlicher Bedeutung und treten häufig dann auf, wenn man einzelne Begriffe isoliert betrachtet, sie also aus ihrem Kontext herausnimmt. Einige Beispiele sind in der folgenden Abbildung 7 aufgeführt.

Homonym	Bedeutung
Schloss	Verriegelung, Gegenstück zu Schlüssel
Schloss	Bauwerk, prunkvolles Gebäude
Stoff	Chemische Substanz
Stoff	Material, aus dem Kleidung gemacht wird
Klasse	Raum, Schulklasse
Klasse	Kategorie, Gruppe von Dingen oder Personen mit gleichen Merkmalen
Strom	Großer Fluss
Strom	Elektrischer Strom, Bewegung von Ladungsträgern
Reduktion	Verminderung, Verkleinerung
Reduktion	Aufnahme von Elektronen

Abbildung 7: Homonyme (eigene Darstellung).

Allerdings verlieren linguistische Ansätze, die vom isolierten Wort ausgehen ihre Sinnhaftigkeit, so die Schule der Textlinguisten. Dabei hat die chemische Fachsprache den Vorteil, dass die Fachwörter im Vergleich zur Alltagssprache präziser und normierter sind. Somit gilt die Kritik der Textlinguisten nicht in erster Linie dieser Fachsprache (siehe Abbildung 8). Nimmt man aus dem Beispielsatz „für die biologische Oxidation der Nährstoffe

stehen prinzipiell zwei Wege zur Verfügung“ den Begriff „Oxidation“ heraus, so steht durch die klare chemische Definition bzw. die gesamte dahinter liegende Theorie der Redox-Reaktionen, eindeutig fest, welchen Inhalt dieses Wort verkörpert. Die Bedeutung des Begriffes ist nicht vom Kontext abhängig. Nun der Vergleich zu einem Alltagssprachlichen Beispiel. Der Satz „der Flügel war sehr teuer“ wird vom Leser und von der Leserin wahrscheinlich richtig verstanden, da durch den Kontext alle weiteren Bedeutungen von „Flügel“ ausgeschlossen werden können: weder der Flügel eines Vogels, noch der Flügel einer Sportmannschaft kann „teuer“ sein. Somit ist klar, dass das Tasteninstrument gemeint sein muss. Lautet der Satz nun „der Flügel ist beschädigt, [...]“, kann nur eine der drei Varianten, nämlich die Sportmannschaft, ausgeschlossen werden. Sowohl der Flügel eines Vogels, als auch das Musikinstrument können beschädigt sein, was aus dem genannten Beispielsatz nicht hervorgeht. Die tatsächliche Bedeutung von „Flügel“ wird erst durch den weiteren Kontext klar: „[...] deshalb musste er gepflegt werden“. Somit erkennt der Leser bzw. die Leserin, dass sich das Wort eindeutig auf den Flügel des Vogels bezieht.

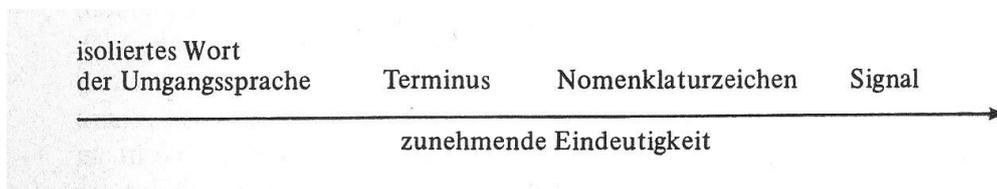


Abbildung 8: Eindeutigkeit von Begriffen

Vollmer betont: „Ein normierter Terminus kann einfach nicht präziser werden als er durch die Festlegung ohnehin schon ist.“ (Vollmer 1980, S. 47). Daraus ist zu schließen, dass, je klarer ein Fachwort definiert ist, desto unwichtiger der Kontext für seine Bedeutung ist. Wird ein Wort mit mehreren Bedeutungen in einen Kontext eingebunden, verliert es in diesem Moment seine Mehrdeutigkeit. Das Risiko einer Fehlinterpretation ist somit vermindert oder beseitigt. Ein Charakteristikum der Mehrdeutigkeit eines Wortes ist oft ihre unklare Definition in diversen Wörterbüchern bzw. ihre Verwendung von unterschiedlichen Personen in unterschiedlichen Situationen mit abweichender Bedeutung. Eine Folge daraus ist, dass die Bedeutung eines Fachwortes über

eine bestimmte Bandbreite verschmiert ist (vgl. Vollmer 1980, S. 43-45). Nimmt man das Wort „Verbindung“ als Beispiel, lassen sich darin vier Bedeutungen erkennen: die Handlung des Verbindens (aktives Zusammenbringen, auch Verbinden einer Wunde), der Vorgang des Sich-Verbindens (das Zusammenschließen), der Zustand des Verbundenseins (eine Einheit sein) und der Zusammenhang (eine Verknüpfung oder Assoziation). Der Satz „es fand ein Verbinden aller Modelle statt“ ermöglicht keine klaren Grenzen zwischen den vier genannten Möglichkeiten zu ziehen.

Im Chemieunterricht darf die Erklärung eines neu eingeführten Wortes, also eine Begriffsexplikation, nicht ausgespart werden. Je niedriger der chemisch-sachstrukturelle Wissensstand der Schüler und Schülerinnen ist, desto notwendiger ist eine Begriffsexplikation. Die Bedeutung eines Fachwortes kann umso präziser eingegrenzt werden, je häufiger dieser Terminus in unterschiedlichem Kontext verwendet wird. Spricht der Lehrer oder die Lehrerin im Chemieunterricht von „Stoff“ als Substanz, könnte der Satz so lauten: „Unter einem Gemisch versteht man einen *Stoff*, der mindestens aus zwei Reinstoffen besteht“. Ein weiterer Satz, der der ersten Aussage nicht widerspricht, sondern sie ergänzt, wäre: „Eine Lösung ist ein homogenes Gemisch, das aus einem oder mehreren gelösten *Stoffen* und einem Lösungsmittel besteht“. Aus diesem Satz können die Schüler und Schülerinnen eine bestimmte Eigenschaft von Stoffen ableiten, nämlich, dass es Stoffe gibt, die löslich sein können. Lautet der Satz nun „Indigo wird zum Färben von Stoffen verwendet“, merken die Lernenden, dass es sich hierbei um einen anderen „Stoff“ handeln muss, als die beiden vorigen Beispiele gezeigt haben. Durch die unterschiedlichen Bedeutungen von diesem Wort assoziieren sie möglicherweise „Materie“ oder „Material“ mit „Stoff“. Die Lehrperson ist besonders im Anfangsunterricht dazu aufgefordert, diese aus der Alltagssprache stammende Fachtermini zu analysieren und den Unterschied ihrer Verwendung im Alltag zu jener des Faches Chemie klar zu definieren und zu erklären (vgl. Vollmer 1980, S. 51).

4.2 Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht

In jedem Fachgebiet muss Wissen generiert, gesammelt, ausgetauscht, diskutiert und gelehrt werden, was eines besonderen Mediums bedarf: der Sprache. Sprache inkludiert Sprechen, Schreiben und Lesen und sogar das Denken kann als „gedachtes Sprechen“ angesehen werden. Daraus ist ersichtlich, dass Sprache und Unterrichtsfach unumstritten miteinander verknüpft und voneinander abhängig sind (vgl. Hallpap et al. 2002, S. 74). Eine fächerübergreifende Unterrichtsgestaltung ermöglicht den Schülern und Schülerinnen, eine naturwissenschaftliche Fachsprache zu erlernen, die über die Grenzen der Chemie hinausgeht. Ein weiterer positiver Aspekt interdisziplinärer Lernumgebungen ist neben der Aneignung grundlegender naturwissenschaftlicher Kenntnisse „die Entwicklung von Teamfähigkeit, Lern- und Leistungsbereitschaft, Kreativität und Flexibilität“ (Stäudel 1999, S. 64).

In folgenden Kapiteln wird aus den naturwissenschaftlichen Fächern das Unterrichtsfach Chemie herausgenommen und die Wichtigkeit von Sprache in diesem Rahmen dargelegt.

4.2.1 Bedeutung der Fachsprache im Chemieunterricht

Sprache ist die Voraussetzung, um naturwissenschaftliche Phänomene kognitiv erkennen zu können. Neue Begriffe sind einerseits zur Aneignung neuer Erkenntnisse und zur Kommunikation innerhalb dieses Fachgebietes, andererseits zur gedanklichen Vertiefung von bereits bekanntem Wissen notwendig. Grundlage dafür bildet die jeweilige Alltagssprache. Unter Kommunikation wird der Austausch von gewonnenen individuellen Bewusstseinsseinheiten anhand des Werkzeuges „Sprache“ verstanden (vgl. Deppner 1989, S. 48).

Eine der schlüssigsten Aufgaben der chemischen Fachsprache liegt in der unmissverständlichen Kommunikation zwischen Chemikern (siehe Punkt 3.1.3). Oft ist es der Fall, dass in angrenzenden Fachgebieten wiederum neue Untergruppierungen von Fachsprachen entstehen, deren Sprecher sich untereinander kaum oder nur mäßig verstehen. Die Fachsprache eines Chemikers oder einer Chemikerin, der oder die z.B. weit in den Bereich der

Medizin oder Biochemie vorstößt, schwimmt über die beiden genannten Wissenschaftsbereiche. Er oder sie bewegt sich in der Sprache der Mediziner und Medizinerinnen sicherer, als in jener der physikalischen Chemiker und Chemikerinnen, obwohl beide „die“ chemische Fachsprache sprechen. Allerdings muss diese Fachsprache auch eine Verständigung zwischen Experten bzw. Expertinnen und Laien bzw. Laiinnen ermöglichen, nicht zuletzt zwischen der Lehrperson und den Lernenden. Letztere müssen für die verantwortungsvollen Aufgaben der Zukunft der Gesellschaft gerüstet und mit einer naturwissenschaftlichen Grundbildung ausgerüstet werden (siehe Kapitel 2). Jugendliche nehmen später, auch wenn sie nicht unbedingt im Chemiesektor tätig sind, an Entscheidungen teil, z.B. im Zuge von politischen Wahlen. Deshalb sollen sie zu Kritikfähigkeit ausgebildet und somit zu gut überlegtem und reifem Handeln bereits in der Schule befähigt werden. Die chemische Fachsprache tritt im Unterricht als Alltagssprache oder Laborjargon, Unterrichtssprache und Wissenschaftssprache auf, wobei die Grenzen verschwommen sind. Die verschiedenen Sprachformen wechseln sich in einer Unterrichtsstunde ständig ab. Die Eindeutigkeit und Exaktheit der verwendeten Sprache und ihres Vokabulars nimmt in Richtung Wissenschaftssprache immer stärker zu (siehe Abb. 3.4.1 a). Als Voraussetzung für einen erfolgreichen Chemieunterricht gilt eine Fachsprache, die dem fachlichen Wissensstand des Schüler oder der Schülerin angemessen ist. Der einzig mögliche Einstieg in die chemische Fachsprache beruht auf der Basis der Muttersprache eines jeden Schülers und einer jeden Schülerin. Sie ist notwendig, um fachspezifische Themen und Benennungen erklären zu können (vgl. Hallpap et al. 2002, S. 73-74).

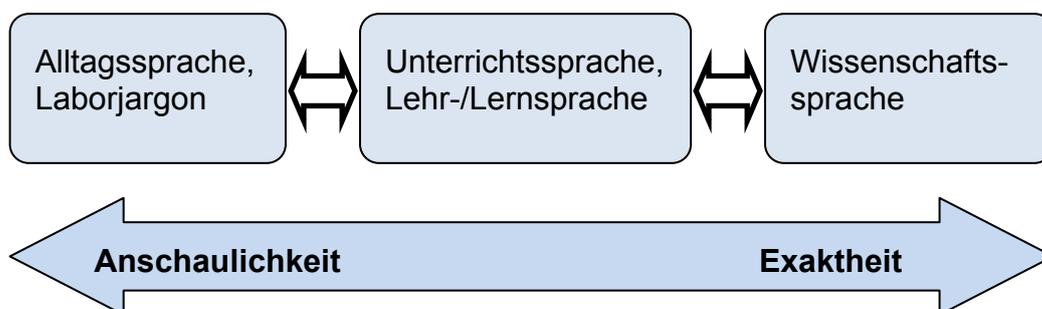


Abbildung 9: Die chemische Fachsprache (eigene Darstellung).

Schüler und Schülerinnen könnten auf dem Weg zur Wissenschaftssprache jederzeit auf die deutlich angenehmere aber unkorrektere Umgangs- oder Alltagssprache zurückgreifen. Dabei ist es möglich, sich mit einem Minimum an Fachsprache über fachliche Themen auszutauschen. Das Fachthema Wasserkreislauf könnten die Lernenden sehr einfach mit Hilfe der Alltagssprache erklären: „Das Wasser der Flüsse und Seen wird durch die Sonne erhitzt und steigt in die Luft. Je höher es kommt, umso kälter wird es. Dadurch bildet es eine Wolke. Ist diese Wolke schwer genug, regnet es und das Wasser fällt wieder zu Boden. Der Kreislauf beginnt dann von vorne.“ Man sieht, dass für diese Beschreibung keinerlei Fachvokabular notwendig wäre. Sie ist einerseits sehr anschaulich dargestellt, allerdings fehlt ihr die Exaktheit und die Details zu stattfindenden Prozessen: z.B. Wasser, das gasförmig wird, nennt man Wasserdampf. Wesentliche Begriffe, wie „verdampfen“, „verdunsten“, „kondensieren“, „Aggregatzustand“, „Grundwasser“ etc., werden ausgespart und die Wissenschaftlichkeit des Textes ist somit nicht oder kaum gegeben. Angepasst an das Alter der Lernenden, muss das verwendete Vokabular der Erklärungen von Seiten der Lehrperson sorgfältig gewählt und schließlich von den Schülern und Schülerinnen in der fachlichen Kommunikation abverlangt werden. Das Ziel des Erlernens einer Fachsprache ist von weitaus größerer Bedeutung als lediglich den Inhalt eines Fachthemas wiedergeben zu können. Das Verstehen und selbstständige Produzieren von fachsprachlichen Texten ist für Schüler und Schülerinnen am Ende der Sekundarstufe I unumgänglich hinsichtlich Beruf und Gesellschaft. Egal in welchem Fachgebiet, in der Arbeitswelt ist man immer wieder mit fachspezifischen Texten konfrontiert. Im alltäglichen Leben schließt diese Bildung u.a. das Verstehen von Zeitungsberichten oder Artikeln in wissenschaftlichen Magazinen ein. „Verstehen“ bedeutet nicht lediglich das Auswendiglernen und Wiedergeben von zuvor gehörten Definitionen und Fachwissen, sondern bezieht sich vielmehr auf das Anwenden der Inhalte. Fachwissen wird dann aufgebaut, wenn Neues in unterschiedlichem Kontext wiederholt und geübt wird. Im Zuge dessen soll der Übergang zu einem verstehenden Lernen stattfinden. Deppner geht davon aus, dass Fachsprache im späteren Beruf, verglichen mit jeglichen sonstigen sprachlichen Aktivitäten, eindeutig die wichtigste Rolle trage. Fachspezifische Termini gewinnen nicht

nur für die betroffene Berufsgruppe an Bedeutung, sondern ebenso für die Bevölkerung, die in ihrem Alltag keinen direkten beruflichen Kontakt zu Naturwissenschaft und Technik hat. Die Gesellschaft trägt insofern dafür Verantwortung, da sie über das Recht und die Pflicht zur Mitbestimmung in alltäglichen Situationen oder in bereits genannten politischen Wahlen verfügt. Somit nehmen sie Einzug in das Lebensumfeld eines jeden Individuums. Die Bedeutung der Fachsprache für den Chemieunterricht liegt darin, dass die Lernenden durch sie eine naturwissenschaftliche Grundbildung erlangen. Sprache ist die Basis der Kommunikation, Kommunikation ist die Voraussetzung für das Funktionieren von Informationsweitergabe an die Gesellschaft. Fachsprache ermöglicht den Schülern und Schülerinnen, fachliche Inhalte, konzeptuelles Verständnis und Vertrautheit mit naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen zu gewinnen und anderen weiterzugeben. Sie sollen dadurch Relevantes von Nicht-Relevantem unterscheiden können. Um über fachspezifische Themen diskutieren zu können, bedarf es einer Fachsprache, die die Teilnehmer und Teilnehmerinnen untereinander nicht ausgrenzt, sondern als gemeinsame Grundlage genutzt wird (vgl. Deppner 1989, S.50).

4.2.2 Wechselspiel zwischen Alltags- und Fachsprache

Pfeifer (2008) schreibt von einer stimmigen und wechselseitigen Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden als Voraussetzung für einen produktiven Chemieunterricht. Er erklärt die Alltagssprache als Fundament für die Entwicklung einer Fachsprache, d.h. die Alltagssprache soll beim Erlernen der chemischen Fachsprache nicht ausgegrenzt werden, da in ihr oftmals die Wurzeln für chemische Begriffe, wie z.B. Salz, Säure, Verbindung etc. liegen. Ist ein Verständnis für Chemie vorhanden, sind die Kommunikationspartner fähig, jederzeit von der Alltags- in die Fachsprache und umgekehrt zu wechseln (vgl. Pfeifer 2008, S.16).

Auch Vollmer (1980) schreibt: „Eine Fachsprache wird erst durch ihre gemeinsprachlichen Momente auf breiter Ebene lehrbar“ (Vollmer 1980, S. 49). Er vertritt die Meinung, dass Chemieunterricht erst zu einem Zeitpunkt einsetzt,

wo die Voraussetzung einer differenzierten Umgangssprache bei dem oder der Lernenden gegeben ist. Für den Aufbau der Fachsprache können daraus Teile des Wortschatzes und der Grammatik verwendet und abgeleitet werden. Häufig gibt es Wörter, die in der Alltags- und Fachsprache in gleicher Bedeutung verwendet werden. Dadurch, dass die Grammatik und Syntax der chemischen Fachsprache laut Vollmer mit jener der Alltagssprache ähnlich sind, können in diese grammatikalische oder „unchemische“ Basis chemische Fachtermini eingebettet werden (vgl. Vollmer 1980, S.51). Um dies zu illustrieren, sei das sprachlich wenig wissenschaftliche Beispiel des Wasserkreislaufes wieder aufgegriffen: „Das Wasser der Flüsse und Seen wird durch die Sonne erhitzt und steigt in die Luft. [...] Dadurch bildet es eine Wolke“. Der Fachterminus „verdunstet“ kann ohne weiteres den Ausdruck „steigt in die Luft auf“ ersetzen. Ebenso kann „bildet eine Wolke“ mit „kondensiert“ getauscht werden.

Im folgenden Beispiel aus dem Chemielehrbuch „Treffpunkt Chemie“ zum Thema „Baustoffe“ sind alle nicht spezifisch chemiesprachlichen Wörter unterstrichen:

„Ausgangsstoff für Kalkmörtel ist Kalkstein. Er wird in größeren Mengen in Kalksteinbrüchen abgebaut. Kalkstein besteht überwiegend aus Calciumcarbonat (CaCO_3). Zerkleinerter Kalkstein wird in Drehrohröfen auf über 1000 °C erhitzt. Bei dieser hohen Temperatur zersetzt sich das Calciumcarbonat. Dabei entweicht Kohlenstoffdioxid und es entsteht Calciumoxid (CaO), Branntkalk.“ (Frühauf 2005, S. 120). Der Anteil an alltagssprachlichen Wörtern in diesem doch sehr fachlichen Text beträgt 32, für chemiesprachliche Ausdrücke 14 Wörter. Allerdings ist die Zuordnung z.T. willkürlich, denn „Temperatur“ oder „zersetzt“ sind Grenzfälle und sind nicht exakt einer Sprachform zuordenbar. Je höher der Anteil an alltagssprachlichen Begriffen in einem Text ist, desto besser wird er von Chemielaien verstanden (vgl. Vollmer 1980, S. 51). Allerdings garantieren allein die Kenntnis der Wörter und ihre korrekte Verwendung im Satz nicht, dass der Text auch wirklich verstanden wird. Die Lesbarkeitsforschung zielt auf das objektive Messen der Schwierigkeit von Texten ab. Dazu gibt es quantitative Messverfahren, die sich mit dem Zählen von Elementen in einem Text beschäftigen. Mögliche Kriterien sind dabei die Wortlänge, die Anzahl der Wörter pro Satz, der aktiven Verben,

der abstrakten Hauptwörter etc. Es soll hiermit lediglich auf die Existenz solcher Forschungen hingewiesen, nicht jedoch weiter darauf eingegangen werden (vgl. <http://www.yauh.de/files/magisterarbeit.pdf>).

Die Fachsprachenentwicklung und Begriffsbildung wird erschwert, wenn ein und dasselbe Wort in der Fachsprache in einem anderen Kontext als in der Alltagssprache eingebettet ist, da es dort möglicherweise eine ungleiche Bedeutung trägt.

Eine ebenso wesentliche Rolle im Unterricht spielen die subjektiven Bedeutungen der Wörter, die Konnotationen. Sie schließen neben den kognitiven Prozessen vor allem sehr tiefreichende affektive Bereiche ein. Diese emotionalen Seiten können wichtige Aspekte für den Erfolg im naturwissenschaftlichen Unterricht sein, worauf in Kap. 7 verstärkt eingegangen wird (vgl. Vollmer 1980, S. 49-50). Der Schweizer Sprachwissenschaftler Saussure erklärt: „Wenn wir die Summe der Wortbilder, die bei allen Individuen aufgespeichert sind, umspannen könnten, dann hätten wir das soziale Band vor uns, das die Sprache ausmacht“ (Saussure 2001, S. 16). In dieser Aussage tritt die Individualität der Sprecher in den Vordergrund. Saussure spricht von dem „sozialen Band“, welches in direktem Zusammenhang mit der Sprache steht. Weiters zeigt er: „Die Sprache besteht in der Sprachgemeinschaft in Gestalt einer Summe von Eindrücken, die in jedem Gehirn niedergelegt sind, ungefähr so wie ein Wörterbuch, von dem alle Exemplare, unter sich völlig gleich, unter den Individuen verteilt wären“ (Saussure 2001, S. 23). Zwar sind diese Exemplare der Wörterbücher, als Bild für den Wortschatz der Sprecher, alle gleich, doch erst die subjektiven Eindrücke und Konnotationen dieses Wortschatzes machen die Individualität und somit das soziale Band aus. Schließlich schreibt Saussure: „Sie ist also etwas, das in jedem Einzelnen von ihnen vorhanden, zugleich aber auch allen gemeinsam ist“ (Saussure 2001, S. 23).

Für Parchmann (2008) ist es unklar und situationsabhängig, welche Gedankenverknüpfung bei Verwendung verschiedenster Begriffe im Chemieunterricht von einem Schüler oder einer Schülerin hergestellt wird. Verwendet der Lehrer bzw. die Lehrerin Alltagsvokabular plötzlich als Fachvokabular, so trägt es für den Schüler bzw. die Schülerin im Extremfall

zwei verschiedene Bedeutungen. Solche Mehrfachverwendungen sind kaum zu verhindern, da für die Lernenden beide Sprachwelten relevant, jedoch mit unterschiedlichen Kontexten verbunden sind. Diese Tatsache kann einerseits als Lernschwierigkeit angesehen, andererseits jedoch als wesentliche Lernressource geschätzt werden, welche z.B. ein Diskutieren über verschiedene Betrachtungsweisen eines Begriffes und eine Reflexion über seine Mehrdeutigkeit ermöglicht. Im Zuge dessen können bei genauerem Nachfragen auch eventuelle „Fehlvorstellungen“ als ungenaue Verwendung von Alltags- und Fachsprache erkannt werden (vgl. Parchmann 2008, S. 11). Abgesehen von diesen kognitiven Missverständnissen, können auch inadäquate Darstellungen von Begriffen z.B. durch die mediale Umwelt „affektive Missverständnisse“ mit sich bringen. Betrachtet man so manche Werbungen die den Beisatz „ohne Chemie“ führen, z.B. Werbung für Lebensmittel oder Waschmittel, wird „Chemie“ als grundsätzlich gefährlich oder umweltverschmutzend präsentiert.

Aktuellstes Beispiel eines Chemie-abwertenden Werbespruches stellt der „Bio Rübenzucker“ von Wiener Zucker dar: „Wer gut in Bio ist, braucht kein Chemie“. Der Begriff „Chemie“ wurde in der Gesellschaft mittlerweile zu einem Synonym für Substanzen, die ungesund sind, künstlich schmecken, in einem chemischen Labor auf unnatürliche Weise hergestellt werden. Dem Verbraucher bzw. der Verbraucherin wird suggeriert, dass man Chemie im Leben nicht braucht, für die Umwelt und Lebewesen ja sogar schädlich

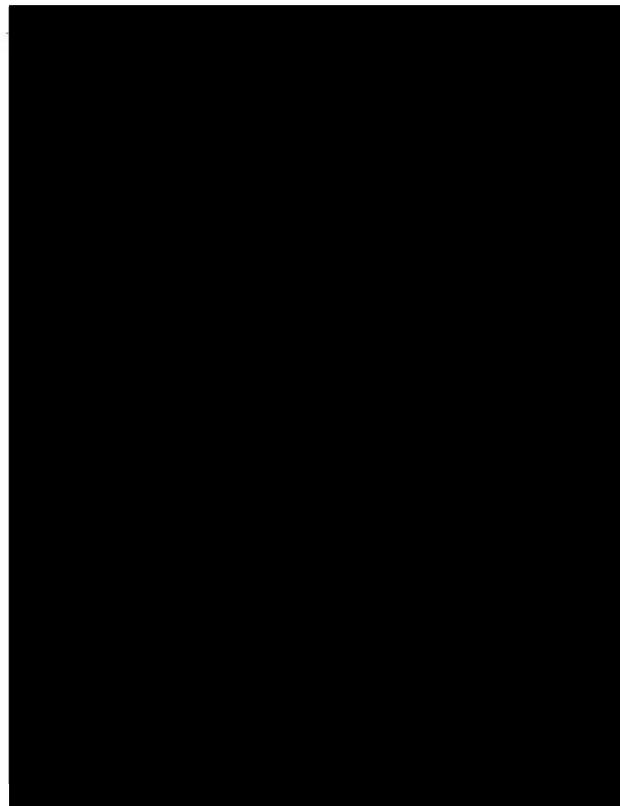


Abbildung 10: Werbung für Rübenzucker (www.voez.at/download749).

wäre. „Bio“ sei der beste Ersatz dafür. Doch die Wichtigkeit von Chemie, bzw. die Tatsache, das alles, was existiert und passiert, in gewisser Weise Chemie ist, wird der Gesellschaft verschwiegen. Die Schüler und Schülerinnen sind dadurch nicht besonders motiviert, sich mit der Chemie auseinanderzusetzen (vgl. Lembens & Rehm, Chemie und Demokratie lernen, in Druck). In der Produktbeschreibung des „Bio-Rübenzuckers“ steht sogar der Zusatz: „Heute lernt man schon in der Schule, wie man sich gesund ernährt. Der Wiener Bio Rübenzucker steht da natürlich ganz oben am Lehrplan“ (http://www.wienerzucker.at/content/de/die_marke_wiener_zucker/aktivitaeten.php). Mit diesen und ähnlichen „Falsch“-aussagen werden der Gesellschaft völlig abwegige „Informationen“ präsentiert. „Bio“ wird immer mit „gesund“, „Chemie“ mit „unnatürlich“ gleichgesetzt. Es ist nicht außer Betracht zu lassen, dass dieser Werbespruch im Jahr 2009 den 1. Platz der besten Werbekampagnen Österreichs von ADGAR (VÖZ, Verband Österreichischer Zeitungen) in der Kategorie Konsum- & Industriegüter errungen hat. Von den Jury-Mitgliedern wurde sie kommentiert als „Eine Werbung, die - charmant und grafisch optimal aufbereitet - eine doppelte Botschaft vermittelt“. Es ist anzunehmen, dass in den Köpfen der Verfasser und Verfasserinnen solcher Texte das Bild von der „unnatürlichen Natur“ vorherrscht, sobald von „Chemie“ die Rede ist. Ihnen und den Juroren bzw. Jurorinnen, welche diese und ähnliche Formulierungen gut heißen, mangelt es an naturwissenschaftlicher Grundbildung. Unüberlegte Aussagen und Schlüsse, die großen Eindruck in den Köpfen der Konsumenten und Konsumentinnen hinterlassen, werden aus werbewirksamen Gründen nicht hinterfragt oder richtiggestellt.

Hier liegt die Aufgabe bei den Lehrkräften, sowohl eine sachliche Korrektur von möglichen unrichtigen Aussagen zu leisten, als auch eine Diskussion über diese Ausführungen zu veranlassen, um somit der Kompetenz im Bereich Bewerten parallel zum Bereich Fachwissen Raum zu geben (vgl. Parchmann 2008, S. 15).

5 ENTWICKLUNG VON ALLTAGS- ZU FACHSPRACHE

5.1 Begriffsbildung

Vygotskij (2002) unterscheidet zwei traditionelle Methoden zur Begriffsbildung, wobei die erste die sogenannte Definitionsmethode und ihre indirekten Varianten umfasst. Dem Kind wird das fertige, voll ausgebildete Wort anhand einer verbalen Definition des Inhaltes präsentiert. Dabei kritisiert er den mangelnden Prozess der Begriffsbildung: „Sie [Diese Methode] beschäftigt sich mit dem Resultat eines schon abgeschlossenen Prozesses der Begriffsbildung, mit einem fertigen Produkt und erfasst nicht die Dynamik des Prozesses selbst, seine Entwicklung, seinen Verlauf, seinen Anfang und sein Ende“ (Vygotskij 2002, S. 172). Diese Methode ist mit dem einfachen „Vokabellernen“ vergleichbar. Zum Beispiel kann das Magnesium-Ion als „Mg²⁺“ wie ein „Vokabel“ auswendig gelernt werden, anstatt es aufgrund der Abgabe von zwei negativ geladenen Elektronen, da sich Magnesium in der zweiten Hauptgruppe befindet, logisch zu verstehen und begründen. Er betont, dass es dabei viel mehr um eine Untersuchung des Produktes selbst und nicht des Prozesses dieser Begriffsbildung geht: „Bei der Definition fertiger Begriffe haben wir es deshalb oft nicht so sehr mit dem Denken des Kindes, sondern mit der Reproduktion fertigen Wissens, fertig übernommener Definitionen zu tun“ (Vygotskij 2002, S. 172). Als zweite Methode nennt Vygotskij die Untersuchung der Abstraktion. Jene Vorgehensweisen versuchen, die rein verbalen Definitionsmethoden zu vermeiden und die psychischen Prozesse der Begriffsbildung zu erforschen. „Diese Methoden stellen dem Kind die Aufgabe, ein allgemeines Merkmal aus der Reihe konkreter Eindrücke herauszuheben, es von anderen Merkmalen, die im Prozess der Wahrnehmung damit verbunden sind, zu abstrahieren und dieses einer ganzen Reihe von Eindrücken gemeinsame Merkmal zu verallgemeinern“ (Vygotskij 2002, S. 173). Z.B. bezeichnen Kinder zuerst jedes Tier mit vier Beinen und Fell als „Wau-wau“. Lautmalereien von Kleinkindern sind der erste Versuch, die Welt in Kategorien einzuteilen. Erst durch das Erkennen von weiteren Verschiedenheiten innerhalb dieser Klasse wird erneut kategorisiert oder das

Erlernte restrukturiert. Das Kind kann z.B. anhand der Laute von Katzen und Hunden den Begriff „Wau-wau“ auf die Hunde eingrenzen (vgl. Hirtler 2002).

„Sprache ist eine mentale Größe“. Nicht unbegründet schreiben Hallpap et al., dass der Begriff eine gedankliche Widerspiegelung eines Sachverhaltes sei. Verschiedenste Denkopoperationen helfen dem oder der Lernenden, diesen Sachverhalt zu analysieren, um ihn anschließend als neu und speicherwürdig zu erkennen. Darunter nennen die Autoren fünf wesentliche kognitive Vorgehensweisen, welche in Übereinstimmung mit der zweiten Begriffsbildungsmethode nach Vygotskij zu betrachten sind:

1. Vergleichen: das Neue wird mit bereits bekanntem Wissen verglichen und durch das Herausfinden neuer Merkmale davon abgegrenzt.
2. Differenzieren: die Unterschiede werden isoliert betrachtet und in Kategorien eingeteilt.
3. Abstrahieren: unwichtige Merkmale werden vernachlässigt.
4. Generalisieren: eine Theorie oder eine Gesetzmäßigkeit mit charakteristischen Merkmalen wird aufgestellt und ist in anderen Sachverhalten ebenso anwendbar.
5. Typisieren, Klassifizieren: Neues wird bereits bekannten Begriffen zugeordnet.

Man nehme das Beispiel Säuren und Basen: die Schüler und Schülerinnen vergleichen „sauer“ mit „sauren Lebensmitteln“ aus der Alltagswelt und lernen im Unterricht, dass „sauer“ nicht unbedingt sauer schmecken muss – ein neues Merkmal wird entdeckt. Indikatoren und die Anzeige des pH-Wertes ermöglichen das Messen einer sauren Lösung, die nun dem Begriff „basisch“ gegenüberliegt – Kategorien werden gebildet. Im Laufe weiterer Beschäftigung mit diesem Sachverhalt, können die Lernenden Theorien aufstellen, wie z.B. je mehr Wasser ich einer Säure zuführe, desto weniger ätzend ist sie. Diese Gesetzmäßigkeit ist auch für Basen gültig. Der Begriff „Base“ wird möglicherweise mit der bekannten „Lauge“ in Verbindung gebracht und somit typisiert werden.

Das Ende der Begriffsbildung bildet seine Definition. Das bedeutet, dass nun eine eindeutige Zuordnung eines Fachbegriffes zu einem Sachverhalt

feststeht. Ein Fachwort zu definieren bedeutet, den Begriffsinhalt zu benennen (sigmatischer Aspekt) und ihn zu beschreiben (semantischer Aspekt). Dabei muss es sowohl in ein bereits vorhandenes Thema eingeordnet (Unterordnung), als auch mit seinen spezifischen Merkmalen beschrieben werden (Abgrenzung). Um diesen Prozess zu veranschaulichen, sei das Beispiel der Diels-Alder-Reaktion genommen, welche eine thermische Cycloaddition ist. Der Oberbegriff für diese Reaktion ist „Cycloaddition“ und hat die Merkmale „pericyclische Reaktion zwischen zwei ungesättigten Partnern“ und „ein Ring wird gebildet“. Zu anderen Cycloadditionen unterscheidet sich diese Reaktion im „thermischen Verlauf“, in den „speziellen Partnern“ (nur Diene und Olefine können so reagieren) und als Folge daraus in der „Bildung eines Sechseringes“ (Vgl. Hallpap et al. 2002, S. 84).

Betrachtet man die genannten fünf Denkopoperationen der Begriffsbildung, so decken sich die ersten drei Punkte mit der Aussage von Vollmer: „Die Mächtigkeit des schon vorhandenen Wortmaterials muss noch vor anderen Erfahrungen des Schülers als der wichtigste Faktor der Begriffsbildung angesehen werden“ (Vollmer 1980, S. 49). Um zuvor jedoch noch das Wortmaterial auszuweiten, so erklärt er, muss bei der unterrichtlichen Erstverwendung von fremdsprachigen Fachausdrücken der Sinn, die Motiviertheit dieser Begriffe durch Übersetzen in die Muttersprache erfassbar gemacht werden. Eine Erleichterung im Lernen ist nur dann gegeben, wenn die Fremdsprache bekannt ist und sich die Ableitbarkeit des Wortes auf wichtige Begriffsmerkmale bezieht. Dies wird durch das Beispiel „dissoziieren“ veranschaulicht: über den lateinischen Ausdruck „dissociare“, was „trennen“ bedeutet, kann auf den Sinn rückgeschlossen werden. Der aus dem Griechischen stammende Begriff „makroskopisch“ lässt durch sein getrenntes Übersetzen von „makros“, was „groß“ und „skopein“, was „sehen“ heißt, auf seine Bedeutung rückführen (vgl. Vollmer 1980, S.30). Das Wissen über fremdsprachliche Begriffe unterstützt das Verstehen der chemischen Fachsprache enorm.

Der oder die Lernende kann und soll jederzeit nicht nur auf Fremd-, sondern in gleicher Weise auf die Muttersprache zurückgreifen können. Wie in Punkt 4.1.2 besprochen wird, ist die Alltagssprache eine wichtige Basis für die

Unterrichtssprache. Es ist zwecklos, von Schülern und Schülerinnen ein rasches Erlernen einer chemischen Fachsprache zu erwarten, wenn sie ihrer eigenen Muttersprache wenig mächtig sind. Das bedeutet, dass der oder die Lernende bereits in der Umgangssprache die Kompetenz erworben haben muss, Wörter neu zu bilden bzw. jene zu verstehen, bevor er oder sie es in der Fachsprache beherrscht: „Wortbildung ist die Produktion von Wörtern aus vorhandenen bedeutungstragenden sprachlichen Elementen nach bestimmten Mustern. Wörter zu bilden und neugebildete Wörter zu verstehen gehört zur muttersprachlichen Kompetenz der Sprecher“ (Fleischer 2001, S. 178). Nun liegt die Wichtigkeit nicht mehr in der Verwendung einzelner Wörter des Fachgebietes, sondern vielmehr muss sich der Sprecher oder die Sprecherin, laut Vollmer, ein komplexeres Vokabular aneignen. Er spricht im Zuge der Willkür der gewählten Wörter nicht mehr von einem einzelnen Wort, sondern vielmehr von dem gesamten Wortschatz einer Sprache. Für das Funktionieren der Sprache ist es nun wesentlich, ob zur Etikettierung eines neuen Begriffes

- ein bereits anderweitig verwendetes Vokabular oder
- eine neu konstruiertes Wort

verwendet wird (vgl. Vollmer 1980, S. 38).

Aus Ähnlichkeitsbeziehungen auf der Wort-Ebene lassen sich oftmals Ähnlichkeitsbeziehungen auf der Begriffs-Ebene erkennen. Somit können Vermutungen zur Bedeutung von unbekanntem Wörtern geäußert werden. Die Zahl „dreizehn“ setzt sich zusammen aus den Wörtern „drei“ und „zehn“. Hat der oder die Lernende die Bedeutung dieses Begriffes verstanden, können beim ersten Kontakt mit der Zahl „vierzehn“ oder „siebzehn“ Assoziationen mit dem zuvor Gelernten hergestellt und so der Inhalt verstanden werden. Das Wort „trinkbar“ sagt aus, dass „etwas zu trinken möglich“ ist. Der Wortteil „-bar“ steht somit für etwas, das „möglich“ bzw. „fähig“ ist. Wird nun der neue Begriff „verfügbar“ eingeführt, kann der oder die Lernende wiederum durch die Wortzerlegung in seine Einzelteile „Verfügung“ und „-bar“ schließlich als „etwas, das für eine Verfügung möglich ist“ richtig assoziieren.

Die Linguistik spricht bei solchen Wörtern, deren Bedeutung durch die Ähnlichkeitsverhältnisse zu anderen Begriffen erkannt werden kann, von

„motivierten Termini“. Im folgenden Unterkapitel wird auf die zwei wichtigsten Formen der Motiviertheit nach Vollmer eingegangen.

5.1.1 Motiviertheit chemischer Termini

"Es gibt keine Sprache, in der nichts motiviert ist; sich eine Sprache vorzustellen, in der alles motiviert wäre, ist unmöglich gemäß der Definition. Zwischen diesen beiden äußersten Grenzen - Minimum von Organisation und Minimum von Beliebigkeit - findet man alle möglichen Verschiedenheiten" (Saussure 2001, S. 158).

Die Motiviertheit von Fachbegriffen kann allgemeinsprachlich mit Durchschaubarkeit, Ableitbarkeit oder Erschließbarkeit von Termini definiert werden. Sie kann im verbalen Lernprozess sowohl einen positiven als auch negativen Transfer bewirken, weshalb sie für die Planung und Reflexion dieser Prozesse entscheidende Wichtigkeit hat.

Die beiden bedeutendsten Gruppen von Motiviertheit sind

1. morphologisch motivierte Termini und
2. semantisch motivierte Termini.

5.1.1.1 Morphologische Motiviertheit

Die morphologisch, also „die äußere Gestalt und Form betreffend“ (Ahlheim 1966, S. 459), motivierten Termini fassen jene Begriffe zusammen, die ohne weiteres in zwei oder mehr sinnvolle Untereinheiten zerlegt werden können und somit die Bedeutung des neuen, unbekanntes Wortes erfassbar machen. Vollmer bringt das Beispiel „Eisen-tiegel“: der zusammengesetzte Begriff kann, sofern die Untereinheiten bekannt sind, aus den Begriffselementen synthetisiert werden. Beim genannten Beispiel handelt es sich also um „einen Tiegel, der aus Eisen besteht.“ Dieses Begriffsbeispiel unterscheidet man als einen „regelmäßig motivierten“ von den „unregelmäßig motivierten“ Termini, welche durch ihre Untereinheiten allein nicht eindeutig abgeleitet werden können. Das Wort „Nieder-schlag“ repräsentiert ausgezeichnet diese Untergruppe von Begriffen.

Eine selbstverständliche und aktive Anwendung der morphologischen Motiviertheit im Unterricht, finden Derivate von Wortstämmen. Durch die

grammatikalischen Möglichkeiten der Wortbeugung, Verwendung von Prä- oder Suffixen etc., können aus isolierten Wortstämmen große, besser durchschaubare Wortfamilien gebildet werden. Ein klassisches Beispiel im Chemieunterricht ist der Begriff „Säure“ und seine Derivate „sauer“, „-säurig“, „ansäuern“ etc.

5.1.1.2 Semantische Motiviertheit

Die zweite Form der Motiviertheit bildet die Gruppe der semantisch motivierten, also „den Inhalt eines sprachlichen Zeichens betreffenden“ Termini (Ahlheim 1966, S.643-644). Ihre Besonderheit liegt in der Überschneidung von mindestens einem inhaltlichen Merkmal des neu gebildeten Fachbegriffs mit dem eines geläufigen Begriffes aus der Alltagssprache oder Gemeinsprache, wie Vollmer sie nennt. Auch wenn sich insgesamt möglicherweise viele Merkmale unterscheiden, wird nun dieser Begriff aus der Alltagssprache gleichermaßen für die Fachsprache verwendet. Ein Beispiel für den Vorgang der Bezeichnungsübertragung ist der Begriff „Gitter“, welcher in Abbildung 11 erklärt wird.

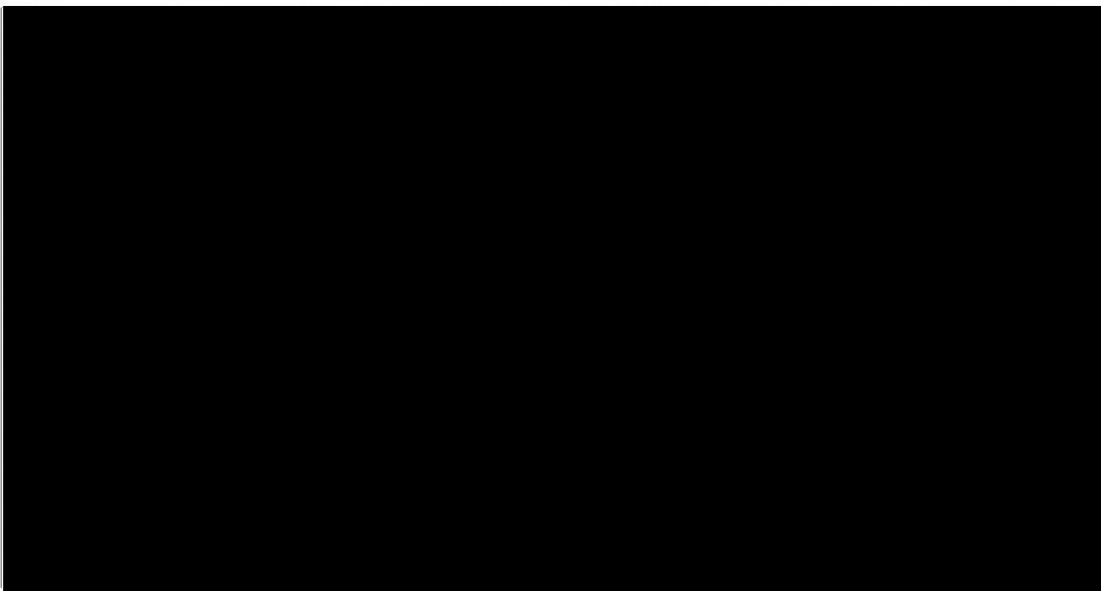


Abbildung 11: Beispiel für eine Bezeichnungsübertragung von der Gemeinsprache auf die chemische Fachsprache (Vollmer 1980, S. 40).

Die Begriffsmerkmale des unbekanntes Fachbegriffes sind vorgegeben. Obwohl die Merkmale 1, 2, 5 und 6 nicht übereinstimmen, wird die Bezeichnung „Gitter“ aufgrund der Überschneidung der Bedeutungen der Merkmale 3 und 4 aus der Alltags- in die Fachsprache übertragen.

Eine weitere Möglichkeit für die Bildung von Fachbegriffen durch die semantische Motiviertheit, ist die Übertragung der Eigenschaft eines Stoffes auf die Bezeichnung des Objektes. Die Beispiele „Antimonbutter“, „Bleizucker“ oder „Kalkmilch“ deuten auf die Konsistenz bzw. den Geschmack und die Farbe eines Stoffes hin. Ist ein Gegenstand jedoch nicht mit freiem Auge sichtbar oder aufgrund ihrer Abstraktheit sehr theoretisch, werden zur Sinnstiftung anschauliche Metaphern eingesetzt: „elektrischer Strom“, „Ionenwanderung“, „Atomkern“ oder „Elektronensprung“ nennt Vollmer als typische Beispiele.

Die Motiviertheit der Fachbegriffe hat für die Fähigkeit zur Kommunikation bzw. zur Lehr- und Lernbarkeit von Chemie in der Schule eine wesentliche Bedeutung. Besondere Stellung hat die morphologisch regelmäßige Motiviertheit von Termini, da sprachliche Vorleistungen als wichtiges Hauptaugenmerk in die fachliche Begriffsbildung mit eingeschlossen und analysiert werden können (vgl. Vollmer 1980, S. 38-41). Die Sprachkompetenz der Lernenden ist von vielen verschiedenen Faktoren abhängig und ihre Entwicklung baut auf ihren mitgebrachten Vorerfahrungen auf. Bei der Analyse der Fachsprachenentwicklung müssen die Rahmenbedingungen genauestens betrachtet werden. Der Forscher oder die Forscherin muss prüfen, ob die Lernenden über Latein- oder sonstige Fremdsprachenkenntnisse verfügen, ob Deutsch ihre Muttersprache ist, ob sie zweisprachig aufgewachsen sind, ob und in wieweit sie von ihren Eltern gefördert wurden u.v.m.

5.2 Prozess der Bedeutungsveränderung

Während der Beschäftigung mit einem fachlichen Thema wird der Bedeutungsinhalt der fachsprachlichen Zeichen präzisiert, eingegrenzt oder erweitert. Dabei werden gleichzeitig Verknüpfungen mit eigenen Erfahrungen und Überlegungen hergestellt, was eine Entwicklung der Beziehung zwischen Zeichen und gedanklichen Abbildern zur Folge hat. Durch Festlegen einer

Definition kommt es in den jeweiligen Bedeutungsinhalten zu einem vorläufigen Abschluss dieser Entwicklung (vgl. Hallpap et al. 2002, S. 85).

Die Veränderung der alltagssprachlichen zur fachsprachlichen Bedeutung eines Wortes charakterisiert Vollmer anhand von drei Typen:

1. Bedeutungserweiterung,
2. Bedeutungsverengung und
3. Differenziertere Bedeutungsunterschiede.

Diese drei Prozesse der Bedeutungsveränderung sollen das Verstehen von Begriffen bei den Lernenden nicht nur unterstützen, sie bilden vielmehr die Grundlage für dieses Verstehen. Eines der Ziele im Unterricht ist es, dass die Schüler und Schülerinnen die Begriffe wahrzunehmen und sie zu benutzen lernen. Im Zuge dessen zeigt sich, ob sie die Wörter bzw. die Thematik verstanden haben oder nicht. Auf die drei genannten Kategorien soll im Folgenden genauer eingegangen werden.

5.2.1 Bedeutungserweiterung

Geht die Alltagssprache in eine Fachsprache über, findet eine Bedeutungserweiterung statt. Das bedeutet, dass die Objekte, die mit umgangssprachlichen Wörtern bezeichnet werden, eine Teilmenge mit den fachsprachlichen Objekten bilden. Zur Illustration der Bedeutungserweiterung siehe Abbildung 12.

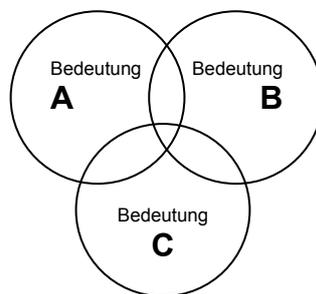


Abbildung 12: Bedeutungserweiterung (eigene Darstellung).

Ein wichtiges Beispiel für Bedeutungserweiterung in der chemischen Fachsprache ist der Begriff „Oxidation“. Das „Objekt, das mit

umgangssprachlichen Wörtern bezeichnet wird“, wird als Bedeutung „A“, also dem Begriff „Verbrennung“ angenommen (siehe Abbildung 13). Diese Erklärung von Oxidation ist vorläufig unvollständig und bildet somit nur „eine Teilmenge mit den fachsprachlichen Objekten“. Die Bedeutung „B“, die „Reaktion mit Sauerstoff“, ist eine weitere „Teilmenge“ und ergänzt die bisherige Erklärung von „Oxidation“. Schließlich wird dieser Fachbegriff anhand der Bedeutung „C“ als „Elektronenübergangsreaktionen“ vervollständigt (vgl. Vollmer 1980, S. 55-56).

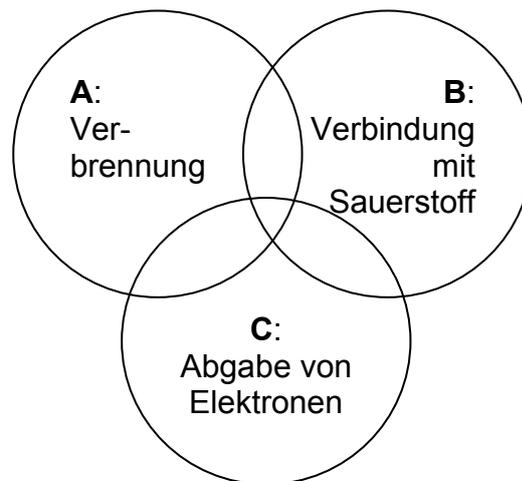


Abbildung 13: Bedeutungserweiterung des Begriffes "Oxidation" (eigene Darstellung).

Die unterschiedlichen Erklärungen dürfen sich allerdings einander nicht ausgrenzen. So ist es ein enormer Unterschied, ob die Lehrperson sagt: „eine Oxidation ist eine Reaktion mit Sauerstoff“ oder ob sie sich für die Aussage „eine Reaktion mit Sauerstoff nennt man Oxidation“ entscheidet. Die erste Variante lässt keinen Raum für eine spätere Ergänzung des Begriffes. Die Schüler und Schülerinnen nehmen die „Oxidation“ als „fertig definiert“ hin, während das zweite Beispiel für weitere Erklärungen offen bleibt. Diese spiralförmige Erweiterung von Begriffen ist sehr häufig im Chemieunterricht zu finden, da gewisse Themen und Fachbereiche im Laufe des Unterricht immer wiederkehren und die Bedeutungsinhalte stets umfassender werden.

Naturwissenschaften haben die Tendenz zu einer präziseren Beschreibung anstelle von Erweiterung des Fachwortschatzes. Deshalb liegt in

gewisser Weise ein Widerspruch vor, wenn ein Wort aus der Umgangssprache in die Fachsprache übernommen wird und dabei eine Bedeutungserweiterung stattfindet. Das Beispiel „Salz“ veranschaulicht diese Behauptung, denn es wird in der Alltagssprache überwiegend anstelle von „Kochsalz“ verwendet. In fachsprachlicher Hinsicht wird der Begriff „Salz“ für jene Stoffe gebraucht, die sich aufgrund von verschiedenen chemischen und physikalischen Eigenschaften, wie z.B. kristalline Beschaffenheit, Wasserlöslichkeit oder die Verbindung von Metall und Nichtmetall zur sogenannten Ionenbindung, ähneln. Durch diese z.T. oberflächliche Ähnlichkeit wurde der Terminus „Salz“ auf Objekte übertragen, die chemisch gesehen nichts mehr mit dem eigentlichen Wort zu tun haben. Elisabeth Ströker belegt ausführlich, „dass unter dem Begriff des Salzes im Altertum alles gefasst wurde, was dem (Koch-)Salz ähnlich ist und ‚so aussieht wie‘ dieses oder was sich ‚ähnlich verhält‘“ (Ströker 1967, S. 91). Heute umfasst der Salzbezug nicht direkt die äußerliche Ähnlichkeit von Stoffen untereinander, sondern viel mehr definiert er sich als chemische Struktur dieser Stoffklasse, also als heteropolare Verbindungen, die aus Kationen und Anionen bestehen und ein Kristallgitter bilden.

5.2.2 Bedeutungsverengung

Geht die Alltagssprache in eine Fachsprache über, findet gleichzeitig eine Bedeutungsverengung statt. Das heißt, dass die Objekte, die mit fachsprachlichen Wörtern bezeichnet werden, eine Teilmenge mit den umgangssprachlichen Objekten bilden. Die Bedeutungsinhalte werden eingeschränkter und spezieller (siehe Abbildung 14).

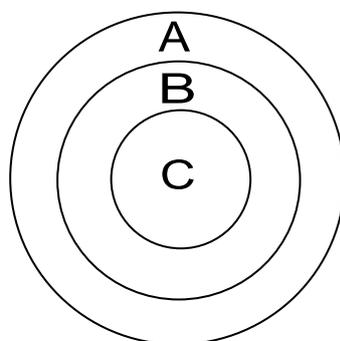


Abbildung 14: Bedeutungsverengung (eigene Darstellung).

Im Zuge der Bedeutungsverengung von A über B nach C steigt der Gehalt an Information und die Präzision der Begriffe. Um diesen Prozess zu veranschaulichen, betrachte man das Beispiel „rein“: Die Bedeutung A von „rein“ kann in der Alltagssprachlichen Hauptbedeutung als „frei von fremdartigen Stoffen“ definiert werden, z.B. reiner Wein, reines Weiß oder reine Seide. Schränkt man diese Definition auf die Ebene B ein, kann man „rein“ als „frei von Schmutz“ bezeichnen. Beispiele hierfür wären „reines Wasser“ oder „reine Luft“ (vgl. Vollmer 1980, S. 56). Um der chemiesprachlichen Bedeutung näher zu kommen, muss diese Erklärung ein weiteres Mal eingegrenzt werden und man erhält die Bedeutung C: „rein“ sind „Stoffe, in denen sich mit Hilfe von chemischen Reagenzien keine Verunreinigungen oder Nebenbestandteile nachweisen lassen“ (Vollmer 1980, S. 58).

5.2.3 Differentiellere Bedeutungsunterschiede

Die im Punkt 5.2.1 und 5.2.2 besprochenen Bedeutungsveränderungen bringen häufig auch differentielle Veränderungen mit sich. Diese sind ober- oder unterhalb der Ebene einzelner Begriffsmerkmale gelagert. Und genau in diesen Unterschieden liegt die Schwierigkeit für die chemische Unterrichtssprache (vgl. Vollmer 1980, S. 59-60). Das Wort „abbinden“ bedeutet gemeinsprachlich gesehen „zuschnüren“, in der chemischen Fachsprache im Kapitel der Bau- und Werkstoffe bedeutet es „eindicken, aushärten“. Sowohl die Merkmale, als auch die Kontexte zu diesen beiden Begriffen sind so unterschiedlich, dass die richtige Bedeutung im Zusammenhang einfach zu erkennen ist. Ebenso eindeutig zuordenbar ist der Begriff „Ton“, der im Chemieunterricht das Material, den Rohstoff, bezeichnet. Alltagssprachlich bzw. im Bereich der Musik verbindet man mit „Ton“ einen Klang, welcher wiederum physikalisch als Schwingung der Luft beschrieben wird. „Ton“ in der Malerei bezeichnet dagegen „einen fein abgestimmten Farbwert“ (Duden Fremdwörterbuch 1997).

Andererseits kann der Begriff „Stoff“ unterhalb des Alltagssprachlichen Inhaltes „Stoff als Textilie“ mit der Bedeutung auf fachsprachlicher Ebene „Stoff als Material, aus dem ein Gegenstand besteht“ überlappend sein. Die Frage „Welchen Stoff bevorzugst du?“ lässt somit zwei Antworten gelten: bezüglich des äußeren Merkmals, z.B. „den blaukarierten Stoff“ oder bezüglich des

Materials, aus dem der Stoff besteht, z.B. „den aus Wolle“. Man sieht, dass die Bedeutungsunterschiede hier noch ziemlich groß sind. Tatsächlich erkennen kann man die Bedeutung des Wortes nur durch das begriffliche Umfeld, in das es eingebettet ist (vgl. Vollmer 1980, S. 59).

Um auf die chemischen Fachinhalte der empirischen Forschung im Kapitel 7 hinzuführen, ist es von wesentlicher Bedeutung, die bereits bestehenden Untersuchungen zum Thema „Baustoffe“, mit „Kalk“ als Schwerpunkt, hinzuführen.

5.2.4 Der Begriff „Kalk“ als Beispiel in der Alltags- und Fachsprache

„Kalk“ ist ein Begriff, der als lehrreiches Beispiel aus dem Alltag in einer Analyse von Pfeifer aufgegriffen und in seiner dynamischen Bedeutungsänderung im Bezug auf den Chemieunterricht dargelegt wird. Dabei stellt sich die Frage, worin die Wichtigkeit des Themenbereiches „Baustoffe“ liegt und wo der Bildungswert für die Schüler und Schülerinnen zu sehen ist. Die Alltagschemie beschäftigt sich mit dem Umgang mit Stoffen und Vorgängen, welche der täglichen Befriedigung der Grundbedürfnisse, wie z.B. Nahrung, Wohnung und Kleidung, sowie der Sicherheit und sozialen Zugehörigkeit der Menschen dienen. Aus diesem Blickpunkt heraus ist die Themenwahl „Baustoffe“ mit dem wichtigsten Vertreter „Kalk“ für den Chemieunterricht verständlich, da sie sowohl in Gesundheit, Wohnung, Lebensmittel, Wasser, Luft und Boden, als auch in Kultur, Kommunikation und Verkehr eine wichtige Rolle spielen. Vereinzelt haben Schülerinnen und Schüler bereits einen Bezug zu Gipskartonplatten oder die Verwendung von Gips zum schnellen Ausbessern von Löchern in Wänden. Das Wissen um Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid wird in dieser Thematik ebenso erweitert. Auch der Gipsverband bei Knochenbrüchen oder Gips bzw. Ton zum Basteln ist Kindern und Jugendlichen aus dem Alltag bekannt. Der Kalkkreislauf bietet eine Möglichkeit, den Lernenden das Prinzip eines Kreislaufes näher zu bringen. Gerade in naturwissenschaftlichen Fächern ist das Prinzip von Stoffkreisläufen immer wiederkehrend. Haben die Schüler und Schülerinnen den Kalkkreislauf erst einmal verstanden, können sie ihn auch auf andere Sachverhalte

anwenden. Das Thema „Kalk“ und „Baustoffe“ ist bei weitem vielschichtiger, als es beim ersten Hinsehen scheint.

Pfeifer beschreibt die alltägliche Präsenz des Wortes bzw. des Wortstammes „Kalk“, und fasst die Assoziationen in folgende Kategorien zusammen:

- Gesteine und landschaftliche Formationen, wie Kalkalpen oder Kalkböden,
- Wasserhärte, im Zusammenhang mit Kalkseife und Kalkablagerungen,
- Kalk als Baustoff, u.a. als Baukalk, Kalksandstein, Brannt- oder Löschkalk und
- Bioanorganische Chemie, z.B. Kalk in Knochen und Muschelschalen.

Ebenso existieren diesbezüglich weitläufige Fehlvorstellungen in der Alltagssprache, wie z.B. „Arterienverkalkung“, welche mit dem Begriff „Kalk“ im chemischen Sinne nichts gemeinsam haben (vgl. Pfeifer 2008, S. 16).

Die Wurzeln dieses Wortes gehen zurück ins Mittelalter. Die Phlogistontheorie nach Stahl (1660-1734) besagt, dass ein Metall aus Phlogiston, einer besonderen brennbaren Substanz, und Metallkalk besteht. Letzterer bleibt im Falle einer Verbrennung zurück, da das Phlogiston entweicht. Man nannte den Vorgang „Verkalken des Metalls“. Lavoisier (1743-1794) stellte diese Theorien richtig und formulierte die heutige korrekte Darstellung der Verbrennungsrückstände, nämlich „Metalloxide“ z.B. Calciumoxid (CaO), anstelle von „Metallkalke“. Gegenwärtig werden mit „Kalk“ die chemische Verbindung Calciumcarbonat (CaCO_3) und all seine Modifikationen bezeichnet. Dieses Verständnis von Kalk bildet eine Grundlage, die eine klare Kommunikation, wenngleich auch ohne Formeln und Gleichungen, ermöglicht.

Im Folgenden werden fachspezifische Begriffe und ihre Wichtigkeit im Chemieunterricht zum Thema „Baustoffe“ dargelegt. Ein wesentlicher Schwerpunkt bei diesem Unterrichtsthema liegt auf dem natürlichen und technischen Kalkkreislauf. Dabei reicht zur Beschreibung der Phänomenvielfalt die Formel von Kalk, CaCO_3 , nicht aus. Kalkstein, Kreide, Muschelkalk und Marmor sind Doppelspate und bestehen aus Calcitkristallen. Diese

Kalksteinarten unterscheiden sich in ihrer Entstehung, welche die Formel CaCO_3 nicht wiedergeben kann. In der Erdtiefe z.B. entsteht unter hohem Druck und hoher Temperatur Marmor als metamorphes Gestein. Auch verschiedenste kalkbildende Prozesse durch Lebewesen in der Erdgeschichte ließen Kalksteinlagerstätten entstehen. Die Lehrperson kann dem bzw. der Lernenden anhand von Alltagssprache diese verschiedenen Zugänge zu „Kalk“ anbieten und dabei Bezug auf bereits vorhandene Kenntnisse aus den Bereichen der Biologie oder Geographie nehmen.

Kalk muss im Unterricht eindeutig von gebranntem und gelöschtem Kalk unterschieden werden. Sowohl im Bauhandwerk als auch bei Düngemitteln ist diese Abgrenzung unumgänglich. Die Darstellung als einfacher Kreisprozess ermöglicht den Zugang zu diesen Stoffen und ihren einfachen chemischen Grundreaktionen. Die Teilschritte dieses Zyklus ermöglichen anschauliche Schülerversuche, wie z.B. das Anzünden von Muscheln und der Vergleich der Masse VOR und NACH der Verbrennung. Dieser Versuch lässt die Schüler und Schülerinnen auf eine chemische Reaktion schließen („Kalkbrennen“). Wird den Verbrennungsrückständen nun Wasser zugefügt, kann eine pH-Wert-Änderung erkannt werden („Löschkalk“). Zu Beginn werden Formeln ausgespart, um an die Alltagssprache anknüpfen zu können. Z.B. wird vorerst „Kalkbrennen“ als Stoffzerlegung, „Kalklöschen“ als Vereinigung zweier Stoffe und „Abbinden“ als doppelte Umsetzung definiert. Differenziertes Wissen, wie die chemischen Veränderungen im Laufe dieser Prozesse, wird darauf aufgebaut und somit eine Brücke zur Fachsprache geschlagen. Die Schüler und Schülerinnen können daraus Informationen gewinnen, die ihre bisherigen Vorstellungen verifizieren oder ergänzen und wodurch sie das Wesen dieser Reaktionen wissenschaftlich korrekt beschreiben können: „Kalkbrennen“ bedeutet nun, „dass Kalkstein bei hohen Temperaturen erhitzt wird – keinesfalls handelt es sich um ein ‚Verbrennen‘ des Kalksteins“ (Pfeiffer 2008, S. 17). Eine klare Parallele kann dabei zum Brennen von Ziegel, Ton und Keramik gezogen werden. „Kalklöschen“ beschreibt in wissenschaftlicher Hinsicht eine exotherme Reaktion des zuvor gebrannten Kalks mit Wasser, wobei Löschkalk oder Calciumhydroxid, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, als wichtiges Hydroxid, entsteht. In diesem Zusammenhang kann auf die Brönsted-Theorie der Säuren und Basen, als

Beispiel für das entsprechende Basiskonzept, verwiesen werden (vgl. Pfeiffer 2008, S. 17).

Calciumhydroxid wird in der Industrie, der Technik und dem Labor häufig als effizientes Neutralisationsmittel verwendet. „Gelöschter Kalk“ ist als Fachausdruck im Bauhandwerk die Bezeichnung für eine Aufschlammung von Calciumhydroxid in Wasser. Um eine unmissverständliche Verständigung zu garantieren, muss bei der Verwendung des Wortes „Kalk“ wenigstens im Kontext eindeutig erkennbar sein, ob Kalk als Calciumcarbonat oder in einer seiner Modifikationen gemeint ist. Der fachsprachliche Einfluss auf die Alltagssprache anhand von fachexternen Kommunikationssituationen ist häufig zu beobachten und wird in Form von mündlicher, direkter Kommunikation zwischen Fachleuten und Laien sichtbar. Möhn betont, dass die einzelnen Fachgebiete für die gesamte Gesellschaft von wesentlicher Bedeutung sind, da sie zu einer Vielzahl von möglichen Situationen führen, in denen die Sprache der Fachleute auf jene der Laien trifft. Sei es ein Arzt-Patientengespräch, eine mündliche Verhandlung vor Gericht, Auskunftsgespräche bei Behörden oder ein Gespräch zwischen Fachmann oder Fachfrau und Verbraucher oder Verbraucherin. Somit werden einerseits an den Fachmann bzw. an die Fachfrau hohe Anforderungen gestellt, fachliche Inhalte in sachlich angemessener und sprachlich klarer Form darzustellen, andererseits auch an den Verbraucher bzw. an die Verbraucherin, der sich um eine verständliche Kommunikation bemühen soll, wofür eine naturwissenschaftliche Grundbildung Voraussetzung ist (vgl. Möhn 1984, S. 150).

Im guten Unterricht soll einerseits die Alltagserfahrung und andererseits die Alltagssprache des Schülers und der Schülerin berücksichtigt und darauf aufgebaut werden. Den Lernenden soll anhand des Kalk-Beispiels die Erfahrung ermöglicht werden, dass das Verwenden von chemischen Fachbegriffen Klarheit schafft und Zusammenhänge sichtbar macht. Der didaktisch methodische Schwerpunkt im Unterricht soll auf der forschenden Entwicklung von Problemlösungen liegen. Stellt man den Schülern und Schülerinnen die Frage, wie es zur Bildung einer Tropfsteinhöhle kommt, sind sie herausgefordert, das Problem zu analysieren. Die erste Unklarheit wird die chemische Formel von Kalkstein, CaCO_3 sein. Ein mögliches Experiment dazu

ist die Herstellung von fein suspendiertem Calciumcarbonat über Calciumhydroxid, der als Aushärten von Kalkmörtel einen Bezug zum Alltag herstellt. Stellen nun die Lernenden eine Hypothese auf, dass Wasser beim Durchlaufen durch den Boden Kalk löst, der sich durch Verdunsten des Wassers wieder abscheidet, muss dies durch einen weiteren Versuch bestätigt oder verifiziert werden. Die Schüler und Schülerinnen lösen Kalk in Wasser und ermitteln über Ionenleitfähigkeitsmessung, ob Ionen in Lösung gegangen sind. Weil keine Leitfähigkeitsveränderung sichtbar ist, erkennen sie, dass sich Kalk nicht in Wasser gelöst hat. Somit müssen sie eine andere Möglichkeit finden, wie Calciumcarbonat in Tropfsteinhöhlen gelangt. Stellt man hier eine Verbindung zum Alltag her, indem man z.B. auf die Reinigung eines Teekochers mit Essig hinweist, kommen sie möglicherweise auf die Idee, Kalk mit einer Säure zu lösen. Der Carbonatnachweis mit Salzsäure bietet ein anschauliches Experiment. Eine Schlussfolgerung daraus wäre, dass der Regen saure Eigenschaften hat und deshalb Kalk lösen kann. Dieses Beispiel soll demonstrieren, wie Schüler und Schülerinnen logisches Ableiten von diversen Gegebenheiten lernen, um zu einer Erklärung für ein Phänomen zu kommen (vgl. http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_caco3.htm).

Werden Termini zu früh eingeführt, kann das zu einem Scheinwissen führen, das zwar auswendig gelernt, aber nicht verstanden wird. Durch vielseitiges Üben und Anwenden der neu gelernten Begriffe (siehe Anhang 1) wird das Verstehen gefördert und das Wissen gefestigt (vgl. Pfeiffer 2008, S. 18).

5.3 Relevante Faktoren für Lehr- und Lernprozesse

„Bei gleicher Umgebung lebt doch jeder in einer anderen Welt.“

(Arthur Schopenhauer).

Jedes Individuum konstruiert sich selbst seine Wissensstruktur auf der Grundlage von Vorerfahrungen und vorhandenen kognitiven Strukturen, was ein wesentlicher Faktor für die Erweiterung der Alltagssprache zur Fachsprache ist. Hallpap et al. sind der Überzeugung, dass die Schüler und Schülerinnen gegebene neue Definitionen von Fachbegriffen als endgültig und

richtig hinnehmen. Im Laufe des Lernprozesses findet lediglich ein Übernehmen, Nachvollziehen, Erarbeiten und Akzeptieren dieses neu erlernten Wissens statt, um es im Anschluss daran auch anwenden zu können. Das ist ein essentielles und vor allem erreichbares Ziel von Unterricht, denn ein echter „Schöpfungsakt“ findet in der Schule nicht statt (vgl. Hallpap et al. 2002, S. 85). Heute versucht man allerdings davon wegzukommen. Die Schüler und Schülerinnen sollen nicht alles, das sie hören als „wahr“ hinnehmen, sondern zu kritischen Menschen ausgebildet werden, welche mit ihrem geschulten Verstand Sachverhalte eigenständig überprüfen können. Ansonsten werden Naturwissenschaften in ihrer Wahrnehmung auf ein Begriffssystem bzw. eine Ansammlung von Fakten beschränkt.

5.3.1 Drei Ebenen der chemischen Fachsprache

Wird im Chemieunterricht ein neues Thema eingeführt, müssen erste Phänomene in der Alltagssprache umschrieben werden. Das bedeutet, dass anfänglich Reaktionssymbole in Worten geschrieben und gesprochen und erst zu einem späteren Zeitpunkt Struktur- und Summensymbole verwendet werden sollen. Ein Beispiel dafür ist in Abbildung 15 dargestellt.

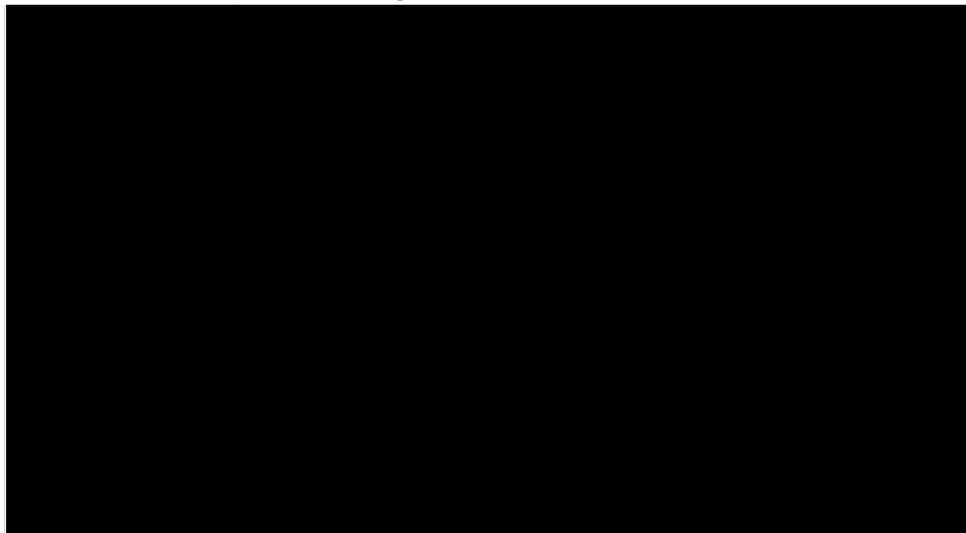


Abbildung 15: Beschreibungen chemischer Vorgänge auf der Ebene der Alltagssprache, der Fachsprache, der chemischen Symbolsprache (Barke 2001, S. 174).

Das „chemische Dreieck“ von Johnstone (2000) gilt als führendes Prinzip für die problemorientierte Erarbeitung von spezifischen Sachverhalten im Unterricht und für die inhaltliche Vertiefung der Vorstellungen von Schüler- und Schülerinnen. Etwaige Fehlvorstellungen entstehen aus der Vermischung der drei Ebenen: der makroskopischen, der submikroskopischen und der symbolischen. Zwar sind Fachexperten in der Lage, diese drei Ebenen klar zu trennen, für die Lernenden hingegen bedeutet dies eine regelrechte Überforderung. Um den Lernerfolg, also das Verstehen von naturwissenschaftlichen Thematiken zu verbessern, muss für die Schüler und Schülerinnen transparent gemacht werden, auf welcher dieser Ebenen man sich im Augenblick befindet (siehe Abbildung 16).

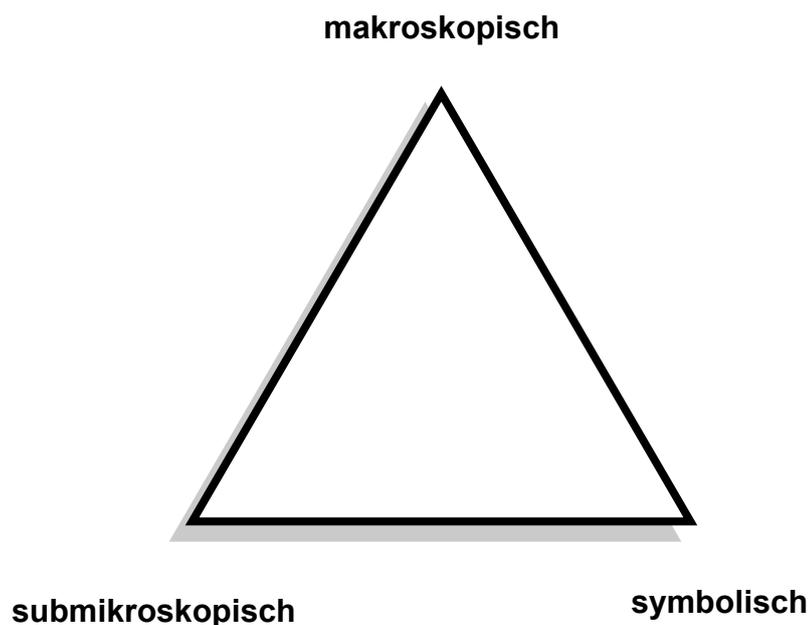


Abbildung 16: Das chemische Dreieck nach Johnstone (eigene Darstellung).

Die makroskopische Ebene ist jene der Phänomene und der Stoffe, welche zum Großteil mit den Sinnen, aber zumindest mit Messgeräten erfassbar sind. Die submikroskopische Ebene ist jene der Bausteine der Materie, z.B. Atome, Ionen, Moleküle etc. Trotz Unzugänglichkeit dieser Ebene, wird sie als Realität angenommen. Die symbolische Ebene besteht aus formalen Beschreibungen, wie z.B. Symbolen, Formeln, Gesetzen, Berechnungen. Diese Ebene kann durch den stark mathematischen Charakter sehr abstrakt sein, allerdings wird sie oft anhand von Modellen darstellbar gemacht. Wichtig ist, dass diese Ebenen nicht hierarchisch geordnet sind, sondern alle drei gleichwertig (vgl. Barke 2002, S. 45).

Um das Problem des Verstehens der Symbolsprache zu umgehen, ist zunächst ein Anfangsunterricht ohne Formeln möglich. Alltagsbezeichnungen und Namen für chemische Substanzen werden ausgeschrieben, z.B. Chlorwasserstoff statt HCl, und Reaktionssymbole in Worten formuliert, z.B. „reagiert zu“ statt des Reaktionspfeils.

Ziel ist es, die vorhandenen kognitiven Strukturen der Lernenden durch das Verwenden von sowohl neuen, als auch bekannten Begriffen bei Beschreibungen zu einer neuen Wissensstruktur zu erweitern. Das passiert anhand von Verknüpfungen von vorhandenem Wissen mit neuen Begriffen. „Concept Maps“ oder sogenannte „Begriffsnetze“ eignen sich dazu, herauszufinden, auf welches Vorwissen und welche Assoziationen die Lernenden zurückgreifen. Die Schüler und Schülerinnen werden aufgefordert, vorgegebene Begriffe sinnvoll zu ordnen, indem dieselben mit Pfeilen verbunden und in eigenen Worten beschriftet werden. In Kapitel 6.3.3.1 werden die Begriffsnetze als Instrument der empirischen Forschung genauer vorgestellt und im Kapitel 8.1.3 (inkl. Anhang 7) mit Beispielen veranschaulicht (vgl. Barke 2001, S. 174-175). Um im Anschluss daran einen aktiven Umgang mit den neu erlernten Fachbegriffen zu garantieren, müssen diese im Unterricht konsequent angewendet und in neuen Zusammenhängen wiederholt werden. Denn erst der regelmäßige Gebrauch der vermittelten Termini fördert auch das Verständnis (vgl. Hallpap et al. 2002, S. 85).

An dieser Stelle muss noch vermerkt werden, dass „zu hohe Anforderungen an die Sprachpräzision des Schülers die Gefahr mit sich bringt,

dass dessen Interesse an den Sachverhalten dadurch erstickt wird.“ (Vollmer 1980, S. 49).

5.3.2 Vorerfahrungen und Vorstellungen von Lernenden

Schüler und Schülerinnen tragen lebensweltliche Vorstellungen in sich, welche über viele Jahre erworben wurden. Diese Prägungen gehen in erster Linie auf die Einstellungen und Handlungsweisen der Eltern zurück. Vertreten die Eltern z.B. die Meinung, dass Müll nicht getrennt werden muss, so kann ihr Kind nicht von sich aus auf die Idee kommen, dass Mülltrennung eine Umweltschutzmaßnahme ist. Im gegenteiligen Fall, dass die Eltern für eine strikte Trennung der Abfälle eintreten, so ist das Kind früher oder später dazu veranlasst, über den Sinn dahinter nachzudenken. Diese Vorerfahrungen sind somit tiefer verwurzelt als neuartige Konzepte, die in wenigen Unterrichtswochen oder gar nur Stunden aufgenommen werden sollen.

Einer der wichtigsten Schritte beim Erlernen einer neuen Thematik ist, direkt nach dem Anknüpfen an das Vorwissen, ihr regelmäßiges Wiederholen und Anwenden in neuen Kontexten. Dadurch wird das Erlernte vertieft und eine feste Verwurzelung bei den Lernenden erreicht. Gespräche mit Freunden bzw. Freundinnen, Verwandten und Medien hinsichtlich naturwissenschaftlicher Themen können die Schüler und Schülerinnen mit ihren noch nicht gefestigten neu erworbenen Vorstellungen verunsichern. Die Alltagssprache und die damit verknüpften Alltagskonzepte bleiben dabei weiterhin präsent, denn die Lernenden müssen sich nach wie vor mit Aussagen auseinandersetzen, wie „Flecken werden entfernt“ oder „Strom wird verbraucht“. Man müsste erreichen, dass Schüler und Schülerinnen mit der Reflexion umgangssprachlicher Ausdrücke beginnen und Verwandten und Freunden diese Reflexion im Gespräch anbieten. Sie würden eine Kompetenz erwerben, die gleichzeitig ihre Kritikfähigkeit sehr fördert, welche ohnehin allseits gewünscht ist. Eine solche Kompetenz könnte dann die Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens der Gesellschaft von innen her positiv beeinflussen, indem chemische Sachverhalte von Jugendlichen angemessen beurteilt werden. Außerdem haben sie die Aufgabe, jene Sachlagen zu beschreiben, verständlich weiterzugegeben und verantwortungsvoll zu handeln. Schließlich sind Einflüsse der Medien auf die neu erworbenen Vorstellungen der Schüler wesentlich. Zum einen sind es

Werbespots in Rundfunk und Fernsehen, die zu naturwissenschaftlichen Phänomenen sehr diffuse Vorstellungen vermitteln können. Zum anderen bringen sachliche Verbraucherberatungen meist sehr positive Aspekte, sozusagen lehrreiche und richtige Informationen an die Verbraucher und Verbraucherinnen und unterstützen neu erworbene Vorstellungen in die gewünschte Richtung (vgl. Barke 2001, S. 24).

Formulierungen der Alltagssprache verdecken oftmals den sachlich zutreffenden Zusammenhang, ergeben andererseits motivierende Anlässe, über diese Sachverhalte nachzudenken. So sagt man in der Alltagssprache z.B. „das Kupferdach wird grün“. Diese Aussage verleitet zu der Vorstellung, Kupfer kann einmal rotbraun und ein andermal grün erscheinen. Geht man von dem Wissen über spezifische Eigenschaften aus, die bestimmte Substanzen auszeichnen, so ist festzustellen, dass nur eine der Farben für Kupfer spezifisch sein kann. Auf diesem Weg ist der kognitive Konflikt oder die Inkongruenz hergestellt und Lernende mögen motiviert sein, über den „Wechsel der Kupferfarbe“ nachzudenken. Das Ergebnis der Reflexion sollte die Feststellung sein, dass die grüne Substanz eine Verbindung des Kupfers – etwa basisches Kupfercarbonat – darstellt und eine Schicht auf dem Metall bildet. Eine experimentelle Überprüfung dieser Vermutung kann sich anschließen und die Inkongruenz beseitigen. Für den Bürger und die Bürgerin ist dies von Bedeutung, da somit gewisse Eigenschaften der Materie logisch verstanden werden können und man darüber in korrekter Weise diskutieren lernt. Fehlvorstellungen werden korrigiert, neue Kenntnisse nehmen Einzug in den Alltag und ein bewusster Umgang mit der Natur, sowie Kenntnisse über naturwissenschaftliche Phänomene können somit gewonnen werden (vgl. Barke 2001, S. 45).

Auch Abkürzungen, wie z.B. LKW oder PKW, sind wesentliche Bestandteile unserer Umgangssprache. Obwohl bzw. gerade weil sie in der Alltagssprache sehr präsent sind, können beim Schüler oder bei der Schülerin Missverständnisse oder Verwirrung entstehen, wenn sie chemische Symbole, wie z.B. NaCl, CaO oder MgO als ähnliche formale Abkürzungen sehen. Im schlechtesten Fall besitzen die Lernenden keine Strukturvorstellungen, weshalb sie mögliche Indizes in Symbolen, wie z.B. H₂O oder Al₂O₃, nicht interpretieren

können. Aus diesem Grund lernen sie diese Symbole auswendig, verstehen sie nicht und bleiben der Meinung, die chemische Symbolik sei eine Geheimsprache der Chemiker (vgl. Barke 2001, S. 184).

Fachsprache wirkt konstituierend für die „Scientific Community“, das ist die Gesamtheit aller Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen und fungiert gleichzeitig als „Herrschaftswissen“, woraus kleine Fachsprachenkreise resultieren. Sozialisation im Fach passiert auch über die gemeinsame Sprache. Sie ist ein Mittel einfacher und rationaler Verständigung mit hohem Informationsgehalt, erschwert hingegen die Kommunikation mit der breiten Öffentlichkeit. Häufig lässt die Fachsprache ein Misstrauen gegenüber den Experten entstehen, wenn die Menschen die Fachbegriffe nicht in die Alltagssprache übersetzen können. Deshalb wurden populärwissenschaftliche Publikationen eingeführt, welche dem Laien die Wissenschaft verständlich machen sollen. Nun liegt es an den Lehrern und Lehrerinnen, diese Aussagen in den verschiedensten Medien einer eingehenden Kritik zu unterziehen. Beispielsweise kam im Jänner 2009 ein neues Produkt von Nivea, ein Deodorant, auf den Markt, dessen Produktbeschreibung wie folgt lautet:

■ hat jetzt für Männer ein innovatives Deodorant mit einer zukunftsweisenden, wissenschaftlichen Technologie entwickelt: Das neue ■“ enthält antibakterielle Silbermoleküle, von denen wissenschaftlich nachgewiesen ist, dass sie Bakterien bekämpfen - auch jene, die das Entstehen des Körpergeruchs auslösen. Kraftvoll und effektiv mit verlässlicher Kontrolle des Achselgeruchs“ (<http://www.cosmoty.de/news/2778/>). Die Frage „was sind Silbermoleküle“ und die unzähligen damit verbundenen Fehlvorstellungen der Konsumenten müssen im Chemieunterricht besprochen werden. Eine österreichische Werbung beschreibt dieses Deodorant als „24h leistungsstarker Antitranspirant-Schutz mit Silber-Ionen“ (<http://www.med-reporter.at>). Solche Falschaussagen und Widersprüchlichkeiten verursachen Irritation in der Gesellschaft. Den Schülern und Schülerinnen soll die Neugier zum Hinterfragen solcher Aussagen geweckt werden. Die Lehrperson soll als konstruktiver Vermittler sowohl auf alltägliche, als auch auf fachliche Fragen der Lernenden eingehen. Diese Arbeit kann darin liegen, den Schülern und Schülerinnen zu helfen, die naturwissenschaftlichen

Sachverhalte selbstständig zu verstehen und kritisch zu hinterfragen (vgl. Barke 2001, S. 187).

5.3.3 Soziales Umfeld

Weerda (1978) bezeichnet die Muttersprache als die Sprache eines bestimmten Kulturkreises, welche das Denken prägt. Sprache wiederum legt Kategorien fest, welche zur Bildung von Begriffen führen. Allerdings wird Sprache erst dann wirksam, wenn sie auch tatsächlich angewendet, also gesprochen wird und dazu sind soziale Kontakte notwendig. Die Gesellschaft lässt sich je nach Sprachgebrauch der Soziologie in diverse Schichten einteilen. Folglich ist ebenso die Sprache selbst als schichtspezifisch zu betrachten. So unterscheidet Weerda zwei wichtige Formen: die „öffentliche Sprache“ als Sprachform der Unterschicht und die „formale Sprache“ als jene der Mittelschicht. Durch die Eingeschränktheit der „öffentlichen Sprache“ gibt es keine Möglichkeit, eine kausale Ordnung herzustellen und auszudrücken. Somit ist der Sprecher bzw. die Sprecherin daran gehindert, Begriffe neu zu bilden und über sprachlich gemachte Erfahrungen reflektieren zu können. Sie ist durch eine gewisse Starrheit charakterisiert. Im Gegenteil dazu ist die „formale Sprache“ stark differenziert und bildet eine ausgezeichnete Grundlage für eine genaue Begriffsbildung, aus der die Wissenschaftssprache resultiert. Darin liegt auch der Grund, dass Kinder der Unterschicht oft große Schwierigkeiten haben, dem Unterricht zu folgen, da in erster Linie auf der formalen Sprache der Mittelschicht kommuniziert wird. Solche Kinder sind von vornherein benachteiligt, da die sprachlichen Kompetenzen in engem Zusammenhang mit den kognitiven Leistungen stehen. Piaget (1972) erklärt zum Zusammenhang zwischen Sprache und Denken, dass, „je verfeinerter die Strukturen des Denkens sind, die Sprache um so notwendiger für die Vollendung ihres Aufbaus ist“ (Piaget 1972, S. 279). Weiters beschreibt er: „Sie ist notwendig, denn ohne das System symbolischer Ausdrücke, das sie darstellt, würden die Operationen im Zustand sukzessiver Handlungen verharren, ohne sich jemals in simultane [...] Systeme einzugliedern“ (Piaget 1972, S. 280).

Die Art und der Umfang des Wortschatzes und die Erfassung der Bedeutung des Vokabulars sind ausschlaggebend für die Gesamtleistung des

Kindes in der Schule. Haben Schüler und Schülerinnen der Unterschicht frühzeitig Misserfolgserlebnisse, sind sie in ihren sprachlichen Aktivitäten stark gehemmt. Eine einleuchtende Schlussfolgerung ist, dass der Unterricht Großteils von Kindern oberer sozialer Schichten getragen wird. Die Eltern solcher Kinder sind darum bemüht, ihnen so bald wie möglich ein richtiges Sprechen anzugewöhnen, denn sie haben die Wichtigkeit der Sprache in der Gesellschaft erkannt. Außerdem finden in solchen Familien häufiger Gespräche statt, wobei die Kinder die Sprache ihrer Eltern imitieren und deren Sprache als Vorbild nehmen. Die gesamte Erlebniswirklichkeit beeinflusst die Entwicklung des Denkens und somit der Begriffsbildung. Das bedeutet, dass ein Kind der höheren sozialen Schicht einen weiteren Vorteil genießt, da dessen Umwelt mehr Anregungen bietet und es somit in der täglichen Beobachtung von Geschehnissen und im häufigeren Umgang mit Sachverhalten besser trainiert werden kann. Das Denken des Kindes wird somit stark gefördert und Begriffe werden effizienter mit Inhalten gefüllt. Sein Erfahrungshorizont ist im Vergleich zu einem Kind der Unterschicht erheblich erweitert (vgl. Weerda 1978, S. 39-40). Salcher (2008) bezeichnet die natürlichen Begabungen eines Kindes als „Talente“. Diese sind als Entwicklungschance vorzustellen, da sich die Begabungen im Laufe des Heranwachsens über Jahre hinweg entweder entfalten sollten oder, im schlechtesten Fall, sogar verkümmern können. Eltern und Lehrer bzw. Lehrerinnen tragen große Verantwortung dafür, dass bei Kindern etwas Besonderes aus den gegebenen Möglichkeiten wird. So spricht Salcher: „Talente haben leider eine besonders hohe Kindersterblichkeitsrate“ (Salcher 2008, S. 130).

5.3.4 Unterrichtsplanung und Einsatz von Fachsprache

Gallin (1998) meint, dass der Unterricht nicht Fachsprache und Wissensvermittlung, sondern Kernideen und individuelle Lernwege in den Mittelpunkt stellen soll. Das heißt, dass sich der Lehrer oder die Lehrerin am Beginn eines neuen Themas fragen soll, was den Kern der Einheit ausmacht, was ihn oder sie selbst daran interessiert und wo der Bezug zum Alltag der Schüler und Schülerinnen liegt. Die Begeisterung der Lehrkraft für ihr Fach soll auf die Schüler und Schülerinnen überspringen, damit die aktive

Auseinandersetzung mit dem Stoff ihnen als wertvoll scheint (vgl. Gallin 1998, S. 144).

Hallpap et al. (2002) beschreiben den Prozess des Lernens im Chemieunterricht auf der Basis von folgenden vier Bereichen:

1. Wissen: die Aneignung von chemischen Faktenwissen,
2. Können: die Ausbildung von chemisch relevanten Fertigkeiten,
3. Erkenntnisvermögen: die Förderung des „chemischen Denkens“, also des Denkens in chemischen Kategorien und
4. Kommunikationsvermögen: die Übung im Gebrauch der chemischen Fachsprache.

Um diese vier Punkte auch tatsächlich zu schulen, liegt große Verantwortung bei der Lehrperson, die in der Unterrichtsplanung besondere fachsprachliche Aspekte beachten muss. In erster Linie müssen die Vorerfahrungen und -kenntnisse als Ausgangspunkt beachtet werden. Auf dieser Basis entwickelt sich somit die sprachliche Ausdrucksfähigkeit in der Auseinandersetzung mit dem Fachinhalt. Diese sprachliche Gewandtheit umfasst das Ausdrucksvermögen, die Menge an fachsprachlichen Zeichen, die bereits gespeichert sind und jederzeit abgerufen werden können, wie z.B. chemische Formeln, die semantischen Verknüpfung von anwendbaren Zeichen mit dem dazugehörigen Inhalt und schließlich die Fähigkeit zum Praktizieren syntaktischer Regeln, wie z.B. die Entwicklung von Reaktionsgleichungen. In weiterer Folge muss der oder die Lehrende ein höheres fachsprachliches Niveau anstreben, wobei er oder sie genau überlegen muss, welche fachsprachlichen Zeichen neu eingeführt, welche erweitert und präzisiert werden, welche Wertung einem Bedeutungswandel zukommen und welche Definitionen neu gegeben bzw. welche wiederholt und gefestigt werden müssen.

Es bedarf eines feinen Gefühls der Lehrperson, wann welche Sprachgestaltung angebracht ist. Das bedeutet, sie muss wissen, in welchen Phasen des Unterrichts sie fachsprachlich „steril“, also exakt und redundanzarm, unterrichten und welche methodischen Verstärkungseffekte sie in solchen Phasen einsetzen soll. Es liegt in der freien Entscheidung des

Lehrers oder der Lehrerin, wie weit er oder sie den offenen Spielraum von Formulierungen bei Schülern und Schülerinnen akzeptieren will. Dasselbe gilt für die Wahl der verschiedenen Sprachniveaus und ihre Transparenz für die Lernenden. Weiters muss die Frage der Verknüpfung von fachlichen und fachsprachlichen Schwerpunkten als wesentlicher Aspekt für die Unterrichtsplanung aufgegriffen werden. In der Phase der Einführung von Begriffen soll die Verwendung von Synonymen vermieden werden. Subjektive Sinnkonstruktionen und Verstehen auf der Basis von Vorerfahrungen führen zum Erlernen und zur angemessenen Verwendung von Fachsprache. Handelt es sich nicht um das Erlernen, sondern um die Festigung von neuen Fachausdrücken, so müssen saubere Formulierungen angewendet und Definitionen und Merksätze mehrfach wiederholt werden (vgl. Hallpap et al. 2002, S. 86).

Weiters ist die Lehrperson dazu angehalten, im Rahmen des Chemieunterrichts die passenden Schreib- und Leseweisen von Formeln und Reaktionsgleichungen zu wählen. Sie muss sich dabei die Frage stellen, wann welche der verschiedenen Formelbilder sinnvoll verwendet werden. Ein Beispiel dafür ist das Kochsalz, welches, je nach zu vermittelnder spezifischer Aussage, als NaCl , $\text{NaCl}_{(s)}$, $[\text{NaCl}_{6/6}]$, Na^+Cl^- oder $[\text{Na}]^+[\text{Cl}]^-$ angeschrieben werden kann. Nun folgt die Überlegung, auf welche Art und Weise und zu welchem Zeitpunkt der Übergang zwischen den einzelnen Ausdrucksformen stattfinden und wie er geübt werden soll. Dabei liegt ein wesentliches Augenmerk auf der Frage nach dem Inhalt, den die verwendeten Formeln und Gleichungen überbringen sollen. All jene Gedanken müssen bei der Unterrichtsplanung mit einfließen. Der Lehrer bzw. die Lehrerin muss diese sprachlichen und fachsprachlichen Aspekte in der Vorbereitung gut planen und genau durchdenken (vgl. Hallpap et al. 2002, S. 87).

Um eine sichere Anwendung einer chemischen Fachsprache zu garantieren, sind ein hohes Fachwissen und fundierte Grundkenntnisse der Sprach- und Erkenntnistheorie notwendig. Im Unterrichtsalltag ist es deshalb von wesentlicher Bedeutung, sich von Anfang an einer sauberen und korrekten Sprache zu bedienen. Denn einmal angelesene schlechte Sprachgewohnheiten und damit einhergehende fachliche Ungenauigkeiten können nur mit großer

Mühe wieder beseitigt werden und erschweren vor allem das gegenseitige Verstehen. Der Zeitpunkt der Anwendung von Fachsprache soll als optimales Mittel zwischen zu früh und zu spät gewählt werden. Das bedeutet, dass im ersteren Fall ein Abschrecken vom Fach Chemie eine wahrscheinliche Folge bei den Lernenden ist und viel zu abrupt von der „bunten Natur“ wegführt. Ein zu spätes Einführen von Fachsprache gibt es laut Hallpap et al. nicht, sondern der Zeitpunkt ergibt sich von selbst, weil ohne sie eine Kommunikation zwischen Lehrperson und Lernenden undenkbar ist.

Ein Lehrer bzw. eine Lehrerin ist erst dann in seinem bzw. ihrem Fach kompetent, wenn auch die Fachsprachenkompetenz vorhanden ist. Das heißt, er bzw. sie muss Fachbezeichnungen konsequent und sicher anwenden können. Trotzdem haben Trivialnamen ihre Berechtigung, da sie die Handhabbarkeit der Fachsprache unterstützen und im Erkenntnisprozess stimulierend wirken. Um aus der chemischen Fachsprache jedoch dadurch keine Geheimsprache machen zu müssen, soll ein bestmögliches Maß an chemisch korrekten Bezeichnungen und Trivialnamen oder Abkürzungen gefunden werden. Das Ohr soll gleichermaßen wie das Auge trainiert werden. Aus diesem Grund ist es von Vorteil, Symbole immer wieder mit den zugehörigen gesprochenen Namen und Termini zu verknüpfen, z.B. Reaktionsgleichungen, die in Worten gelesen, nicht aber „buchstabiert“ werden sollen. Es muss ein präzises Sprechen angewendet werden und das Bewusstsein über die aktuelle Ebene im Johnstone'schen Dreieck (siehe Abbildung 16) geschaffen werden.

Ein wesentlicher Punkt ist das Auslösen von Denktätigkeiten bei den Lernenden. Dies passiert durch verschiedenste Aufforderungen wie „formuliere, definiere, vergleiche, interpretiere, ordne, erkläre, deute, etc.!\", welche bei dem oder der Lernenden dieselbe Bedeutung wie bei der Lehrperson haben soll, um zu einer ganz eindeutigen fachsprachlichen Reaktion zu führen. Aus diesem Grund schreiben Hallpap et al.: „Das Orchester spielt so gut, wie sein Dirigent ist“ (Hallpap et al. 2002, S. 89).

6 FORSCHUNGSMETHODEN

6.1 Begründung der Auswahl

Es wurden folgende Instrumente zur Erfassung von der angewandten Sprache im Chemieunterricht der vierten Klasse Gymnasium eingesetzt:

Die verschiedenen Verfahren zur Fachsprachenforschung wurden gewählt, um kognitive Leistungen und die im Zuge dessen angewandte Sprache in sowohl schriftlicher, als auch mündlicher Form erfassen und bewerten zu können. Der Grad der Gestaltungsfreiheit ist ein wesentliches Kriterium zur Wahl von „Concept Maps“ und „Minute Papers“.

Beim Erstellen eines Concept Maps oder Begriffsnetzes ist der Schüler bzw. die Schülerin aufgefordert, die angebotenen Begriffe eines Unterrichtsthemas durch Verbindungspfeile und deren Beschriftung in Zusammenhang mit anderen zum Thema gehörenden Begriffen zu bringen. Dadurch können Vernetzungen von vorhandenem Wissen und die Entwicklung dieser Vernetzungen durch Prä- und Posttests untersucht werden.

Minute Papers hingegen schlagen keine Begriffe vor, sondern veranlassen die Lernenden, einen eigenständigen schriftlichen Text zu einem Unterrichtsthema oder einigen zugehörigen Begriffen zu produzieren. Sowohl die Entwicklung der verwendeten Sprache des Schülers oder der Schülerin, als auch der Gewinn an Wissen und neuen Kenntnissen kann anhand von Prä-Post-Untersuchungen analysiert werden.

Da Sprache nicht nur schriftliche Textproduktionen abdeckt, sondern, wie der Name im eigentlichen Sinn bedeutet, in gesprochenen Texten Anwendung findet, sind im Zuge der Sprachforschung Interviews unumgänglich. Um die Gespräche innerhalb der gewählten Probanden so authentisch wie möglich zu halten, wurde das Interview in Gruppen gehalten. Die dabei gestellten Fragen

der Lernenden an die interviewende bzw. an andere interviewte Personen geben Hinweise auf kognitive Muster, das heißt auf bisheriges Wissen, Erfahrungen und Kenntnisse über das Fachthema. Sprache ist der Ausdruck dieser kognitiven Muster und soll im Unterricht durch ständiges Beschäftigen mit den spezifischen Begriffen zu einer Fachsprache ausgebaut werden. Ein Interview vor und eines nach der gehaltenen Unterrichtseinheit lassen Raum für die Forschung der Entwicklung der Fachsprachenkompetenz.

Die mündlichen Anwendungen von Sprache im Unterricht wurden durch Tonband- und Videoaufzeichnungen festgehalten. Altrichter und Posch (2007) sind der Ansicht, dass für die Analyse verbaler Muster Tonbandaufzeichnungen besser geeignet sind, weshalb ich mich insbesondere auf diese stützte. Sie betonen die Schwierigkeit der Tonqualität bei Videoaufzeichnungen, da die Reichweite der Kameramikrophone für die Aufnahmen von Ganzklassensituationen nicht groß genug ist. Diese Tatsache ist in dieser Forschung zu vernachlässigen, da für die Aufnahmen der gewählten Forschungsobjekte das Aufzeichnungsgerät am Arbeitstisch der Schüler und Schülerinnen positioniert wurde (vgl. Altrichter 2007, S. 149-150).

Die Kategorien zur Auswertung der vorliegenden Daten wurden eigens erstellt, um konkret auf die zu untersuchenden fachlichen Begriffe und sprachlichen Merkmale einzugehen. Die Interviews wurden vollständig transkribiert (siehe Anhang 4). Von den Videoanalysen wurden hingegen relevante Sequenzen gewählt und ebenso transkribiert (siehe Anhang 8).

6.1.1 Triangulation

Die Triangulation beschreiben Altrichter und Posch (2007, S. 179-180) als ein Verfahren zur Analyse eines Sachverhaltes anhand mehrerer Perspektiven. Handelt es sich um eine „Interratertriangulation“, so werden die Blickwinkel verschiedener Personen auf ein und dieselbe Situation genutzt. Im Zuge dabei können einerseits Widersprüche und Unterschiede bzw. auch Übereinstimmungen und Parallelen erkannt werden. Je höher die Kongruenzen der verschiedenen Perspektiven sind, desto glaubwürdiger und verlässlicher sind die Interpretationen. Treten Widersprüche im Laufe der Analyse auf, stellt dies keineswegs ein Hindernis, sondern vielmehr eine neue Motivation tiefer

gehender Interpretationen dar. Werden hingegen mehrere Methoden kombiniert, so bezieht sich die Triangulation auf die Reliabilität der Daten und es handelt sich um eine „Methodentriangulation“. In der vorliegenden Fallstudie wurde Letztere angewendet, deren Methoden aus Interviews, Video- oder Tonbandaufzeichnungen und schriftlichen Äußerungen bestand. Durch die Triangulation ergibt die Situation ein vollkommeneres, ganzheitlicheres Bild.

6.2 Forschungsablauf

Nach Atteslander (2006, S. 90-94) stehen am Beginn einer qualitativen Forschung keine Begriffe und Hypothesen, welche aus der Theorie abgeleitet und im Laufe der empirischen Untersuchung zu falsifizieren oder zu bestätigen sind. Sie werden vielmehr im Forschungsprozess geschaffen, verändert und verallgemeinert. Es findet ein Wechselspiel zwischen Hypothesengenerierung und –prüfung statt, welches während der gesamten Datenerhebung und –auswertung präsent ist. Die Basis der qualitativen Forschung bildet, gegensätzlich zur Quantitativen, kein festes, zuvor entwickeltes Beobachtungsschema, sondern der Ablauf verläuft reflexiv und rückkoppelnd. Diese Tatsache ist mit ständiger Flexibilität verknüpft, da in jeder Forschungsphase ein unterschiedlicher Grund der Teilnahme vorliegt und die Teilnehmerrollen variieren. Ein qualitativer Forschungsablauf kann sich aus fünf verschiedenen Phasen zusammensetzen, die nicht voneinander getrennt, sondern in ständigem Bezug aufeinander, parallel vorliegen (siehe Abbildung 17).

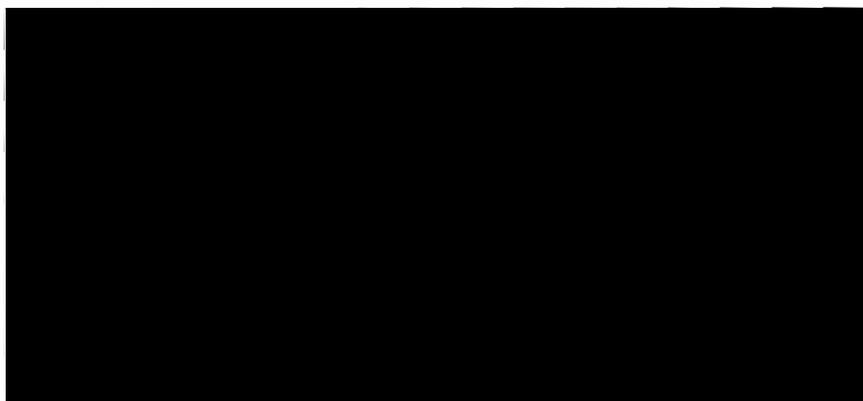


Abbildung 17: Forschungsablauf (Atteslander 2006, S. 90).

6.2.1 Feldzugang und Rollenwahl

Vor den Forschungsarbeiten muss geklärt werden, in welchem Feld, anhand welches Forschungszuganges und durch welche Kontaktperson die Untersuchungen stattfinden werden. Im weiteren Verlauf werden diese Informationen ständig erweitert, abgeändert und ergänzt. Beginnend bei der Sammlung von Informationen über die Beziehung zu angrenzenden sozialen Bereichen, deren räumliche Abdeckung und die Zahl bzw. die Charaktere der beteiligten Personen, müssen der Organisationsgrad und die Kommunikationsmuster berücksichtigt werden. Findet die Forschung in einer Schule statt, liegt ein geschlossenes Feld vor. Davon abhängig ist die Art der Zugangsmöglichkeiten und der Kontaktpersonen. Im Falle der Schule ist eine Zugangsvoraussetzung, eine formale Erlaubnis des Direktors bzw. der Direktorin notwendig. Der Feldzugang erfordert beim Forscher bzw. bei der Forscherin ein hohes Maß an Einfühlungsvermögen, Flexibilität, Empathie und Mut.

In enger Verbindung zum Feldzugang steht die Frage nach den sozialen Rollen im Feld. Jene Rollen müssen in der qualitativen Forschung sowohl offen und flexibel handzuhaben sein, als auch ein Wechseln innerhalb dieser Rollen zulassen. Der Forscher bzw. die Forscherin muss fähig sein, im Feld spontan zu agieren und zu reagieren, das Feld soll jedoch durch die Forschung an sich nicht verändert werden. Dabei muss klar gestellt werden, ob die Forscherrolle offen gelegt oder verdeckt wird (vgl. Atteslander 2006, S. 92).

6.2.2 Datenerhebung, –auswertung und Feldrückzug

Die Forscher und Forscherinnen sind selbst Wahrnehmungsinstrumente und müssen eventuelle Wahrnehmungsverzerrungen erkennen und notieren. Sie sind ständig vor die Entscheidung gestellt, wann sie was wie beobachten und aufnehmen. In Forschungstagebüchern werden persönliche Eindrücke festgehalten, um sie sich in einer späteren Reflexion zunutze zu machen. Bereits während der Feldarbeit müssen erste Interpretationen vorgenommen und Hypothesen gebildet werden. Die Offenheit und notwendige Flexibilität im

Laufe der Forschung bringt die Tatsache mit sich, dass keine standardisierten Auswertungsverfahren entwickelbar sind (siehe Kapitel 6.4). Viel eher verlangen konkrete Studien, dass für sie eigene Auswertungsformen entwickelt oder auch bereits vorgefertigte Schemata in angepasster Weise verwendet werden.

Das Ende einer qualitativen Feldforschung mit aktiver Beteiligung bildet die Frage nach dem Umgang mit den erhaltenen sozialen Kontakten. Das bedeutet, dass der Rückzug mit den Interaktionspartnern und –partnerinnen abgeklärt werden muss, da sich die aufgebauten Beziehungen nach den Untersuchungen als sehr komplex erweisen können (vgl. Atteslander 2006, S. 93).

6.3 Beschreibung der Methoden

6.3.1 Teilnehmende Beobachtung

Atteslander (2006) definiert den Begriff „Beobachtung“ als „das systematische Erfassen, Festhalten und Deuten sinnlich wahrnehmbaren Verhaltens zum Zeitpunkt seines Geschehens“ (Atteslander 2006, S. 67). Die wissenschaftliche Beobachtung zielt auf die Beschreibung oder Rekonstruktion sozialer Wirklichkeit vor dem Hintergrund einer leitenden Forschungsfrage ab. Es werden eigene systematische Verfahrensweisen entwickelt und verwendet und soziale Realität durch logische Wahrnehmungsprozesse erfasst. Ihre Ergebnisse werden kontrollgemäß wissenschaftlichen Diskussionen unterzogen. Die Beobachtung ist ein prozesshaft-aktiver Vorgang und erfordert hohe soziale und fachliche Kompetenzen des Forschers bzw. der Forscherin. Einerseits unterstützt sozialwissenschaftliche Beobachtung die Erfassung und Deutung sozialen Handelns, andererseits ist sie jedoch selbst soziales Handeln, was nun ihren „Doppelcharakter“ ausmacht. Jener bringt sowohl Probleme und Grenzen, als auch Vorteile mit sich (vgl. Atteslander 2006, S. 67). Es können alle sinnlich wahrnehmbaren sozialen Verhalten beobachtet werden, wohingegen das Interview lediglich verbale Äußerungen analysieren kann. Ebenso können komplexe Forschungsfelder erschlossen und weitläufige Interaktions- und Gruppenbildungsprozesse erfasst werden. Durch die

Anforderung der flexiblen Handhabung an den Forscher oder die Forscherin, muss er oder sie neben der wissenschaftlichen Rolle auch eine soziale Rolle übernehmen. Dabei kann er oder sie aktiv oder passiv teilnehmen und sich offensichtlich oder auf verdeckte Weise als Forscher oder Forscherin betätigen (vgl. Atteslander 2006, S. 72).

Die Bedeutung des Interviews übersteigt heute in jedem Fall jene der Beobachtung. Der Grund dafür liegt in den hohen Anforderungen an die Forscher in sowohl fachlicher und auch sozialer Hinsicht, und in einer voraussetzungsvollen und intensiven Forschungspraxis, die bei der Beobachtung verlangt wird. Die qualitative Sozialforschung stützt sich weitgehend auf diese Untersuchungsform. Es wird angenommen, dass „soziale Akteure Objekten Bedeutungen zuschreiben, sich nicht starr nach Normen und Regeln verhalten, sondern soziale Situationen interpretieren und so prozesshaft soziale Wirklichkeit konstituieren“ (Atteslander 2006, S. 71). Die Analyseprozesse, sind in diesem Sinne „interpretativ“ zu erschließen.

Die vier Bestandteile von Beobachtung sind:

1. die Rahmenbedingungen,
2. die Angabe der zu untersuchenden Verhaltensweisen,
3. der Beobachter oder die Beobachterin und schließlich
4. die Beobachteten.

Sind diese Bereiche inhaltlich sehr spezifisch festgelegt, verläuft der Forschungsprozess zwar sehr linear, aber auch wenig offen und flexibel (vgl. Atteslander 2006, S. 74).

6.3.1.1 Tonbandaufzeichnungen

Altrichter und Posch (2007) beschreiben die Möglichkeit der Beobachtung von Unterricht mittels Tonbandaufzeichnung, welche die akustischen Merkmale eines Prozesses festhalten, als eine Methode, in der einiges an Information verloren geht. In erster Linie sprechen sie damit den situativen Rahmen an, in dem die mündlichen Aussagen eingebettet sind, wie z.B. Bewegungen, Gesichtsausdruck, Gesten und sonstige nicht-akustische Signale. Ihr wesentlicher Vorteil liegt in der problemlosen Handhabbarkeit und dem

geringen Zeitaufwand. Erst bei der Nutzung der gewonnenen Informationen, ihrer Transkription und Auswertung ist der Zeitfaktor ausgesprochen hoch (vgl. Altrichter 2007, S. 141).

Zur Aufzeichnung der Gespräche in Kleingruppen wurde ein Mobiltelefon der Marke Nokia, Typ 6300, mit eingebautem Mikrofon verwendet. Die elektronischen Aufnahmen als „Nokia Multimedia Player-Datei“ (.amr) ermöglichten ein problemloses Übertragen auf den Computer und anschließendes Transkribieren und Analysieren der gewählten Sequenzen. Das Mikrofon wurde auf dem Tisch der Schülergruppe positioniert, da es nahe liegende Schallquellen bevorzugt und so die Störgeräusche der umliegenden Gruppen minimiert werden.

In der Fallstudie wurden über die gesamten Unterrichtseinheiten Tonaufzeichnungen durchgeführt, um, als technische Absicherung parallel zu den Videoaufzeichnungen, spezifische Fragestellungen für die weitere Untersuchung gewinnen zu können. Aus diesem Material wurde auf zeitlich eng begrenzte und überlegt gewählte verbale Interaktionen fokussiert, um die Sprachentwicklung anhand konkreter Fälle ins Detail zu analysieren (siehe Kap. 8.2.2).

6.3.1.2 Videoaufzeichnungen

Die Vorteile der audiovisuellen Aufzeichnungen liegen in der Kombination von der in Punkt 6.3.1.1 genannten Vorzügen der Tonbandaufzeichnungen mit dem bewegten Bild. Dieses ermöglicht es nun, Bewegungen und nicht-akustische Signale der Beobachteten zu erfassen und verleiht dem situativen Rahmen mehr Aussagekraft. Ton und Bild laufen synchron in realer Zeit ab und eine ganzheitliche Rekonstruktion der aufgezeichneten Situation wird somit, zumindest aus der Perspektive der Kamera, ermöglicht. Der Nachteil dieser Methode liegt in der Aufmerksamkeit, die von Seiten der Schüler und Schülerinnen der auffälligen Kamera entgegengebracht wird und sich störend auf die zu untersuchende Situation auswirken kann. Um diese Rahmenbedingung so diskret wie möglich zu halten, empfehlen Altrichter und Posch einen fixen Standort der Kamera auf einem Stativ, woran sich die Schüler und Schülerinnen im Laufe des Unterrichts rasch gewöhnen. Die

Unterrichtsstunden wurde anhand eines *Canon Digital Video Camrecorders* (PAL MVX 460) und einer *Canon Digital Compact Camera* (Ixxus 100 IS) aufgezeichnet. Ein zweiter nicht unwesentlicher Aspekt ist der große Zeitaufwand. Mehrmaliges Abspielen der Aufnahme, Transkribieren von Ausschnitten und die Verwertung der gewonnenen Daten sind bei einer sorgfältigen Analyse dieser Fülle von Informationen eine geschwindigkeitsbestimmende Aufgabe (vgl. Altrichter 2007, S. 149).

Stadler und Welzel (2005) schlagen einige Fragen vor, die sich der Forscher oder die Forscherin bei der Analyse von Videos stellen kann:

- Was kann ich beobachten?
- Wann äußern sich die Schüler und Schülerinnen und wann nicht?
- Wie geht die Lehrperson mit diesen Beiträgen um?
- Gibt es Phasen besonderer Motivation? Woran erkennt man diese?
- Ist die Unterrichtssprache korrekt und angemessen?
- Redet die Lehrperson zu viel?
- Wie wird das selbstständige Arbeiten der Schüler und Schülerinnen gefördert?
- Waren Elemente einer Fachsprache sichtbar? (vgl. Stadler 2005, S. 37).

Diese und weitere Aspekte werden in der empirischen Arbeit im Kapitel **Error! Bookmark not defined.** detailliert dargelegt.

6.3.2 Mündliche Befragung: Interview

Wie auch bei Tonbandaufzeichnungen, werden bei mündlichen Befragungen zwischenmenschliche Verhaltensweisen der Forschungsobjekte in der Analyse vernachlässigt. „Mit dem Mittel der Befragung wird nicht soziales Verhalten insgesamt, sondern lediglich verbales Verhalten erfasst“ (Atteslander 2006, S. 101). Für die Studie der Fachsprachenentwicklung stellt sich diese Form als sehr geeignet heraus, wie in Punkt 8.2.1 ersichtlich wird.

Ein formelles Interview besteht im Allgemeinen aus einer Reihe von gut überlegten Fragen bzw. aus einer Gruppe von Aufgabenstellungen oder Problemen, anhand derer der Forscher bzw. die Forscherin das Verständnis der

Schüler und Schülerinnen im Hinblick auf ein wissenschaftliches Thema oder einer konzeptuellen Verknüpfung von Inhalten untersuchen kann. Das Interview soll für eine spätere Auswertung entweder als Video- oder Audioformat aufgezeichnet werden. Gut strukturierte Interviews ermöglichen, das Ausmaß des von Lernenden bereits entwickelten fachlichen Wissens, im Hinblick auf gewählte, konzeptverbundene wissenschaftlichen Themen zu dokumentieren. Diese Forschungsmethode gibt der Lehrperson ein wesentliches Feedback, um ihre Organisation und Art des Unterrichts verbessern zu können (vgl. Sherry A. Southerland in <http://www.flaguide.net/cat/interviews/interviews1.php>).

Im Unterschied zu alltäglichen Gesprächen und Befragungen zeichnet sich die wissenschaftliche Befragung durch die systematische Vorbereitung, Zielgerichtetheit und Theorie aus. Die theoriegeleitete Kontrolle der gesamten Befragung bildet die wichtigste Grundlage der Befragung, da durch sie in einzelnen Schritten festgestellt werden kann, inwieweit die erhobenen Daten von den vorhandenen Bedingungen beeinflusst worden sind (vgl. Atteslander 2006, S. 103).

Ist die Struktur eines Interviews im Vorfeld nicht streng festgelegt, verfügt der Forscher bzw. die Forscherin über einen hohen Freiheitsspielraum. Meist arbeitet er oder sie dabei ohne Fragebogen. Die Anordnung und Formulierung der Fragen können somit den Befragten individuell angepasst werden und führt zu einer sehr flexiblen Gesprächsführung hin. Einer stark strukturierten Befragung geht ein gut ausgearbeiteter Fragebogen voraus. Ziel dieser Art des Interviews ist die Einschränkung der Freiheitsspielräume der Interviewenden und der Befragten. Eine Variante der Befragung, die sich zwischen dem wenig und stark strukturierten Interview befindet, ist die teilstrukturierte Befragung. Es werden zwar Fragen in einem Gesprächsleitfaden vorbereitet und vorformuliert, ihre Abfolge bleibt jedoch offen. Ergeben sich im Gespräch ungeplante Themen, können diese jederzeit aufgenommen und weiterverfolgt werden (vgl. Atteslander 2006, S. 124f). Die teilstrukturierte Befragung in Gruppen wurde für die Fallstudie (siehe Kap. 7) gewählt.

Die Offenheit oder Geschlossenheit einer Frage bezeichnet „den Spielraum, der dem Antwortenden gelassen wird“ (Atteslander 2006, S. 136). Nach einer offenen Frage kann der bzw. die Befragte die Antwort selbstständig

formulieren und ihr folgt keine feste Antwortkategorie. Die Äußerungen müssen so genau wie möglich notiert werden, um sie in weiterer Folge bestimmten Kategorien zur Auswertung zuteilen zu können. Im Gegensatz dazu werden der interviewten Person in Form geschlossener Fragen die relevanten Antworten vorgelegt und sie muss ihre Antwort lediglich auswählen (vgl. Atteslander 2006, S. 136).

6.3.3 Schriftliche Befragung

Schriftliche Befragungen haben den Vorteil, dass sie zeitsparender sind. Allerdings ist laut Atteslander (2000) die Befragungssituation nicht gut genug kontrollierbar. Z.B. kann es der Fall sein, dass andere Personen die Antworten der Befragten beeinflussen. Außerdem muss die Fragen- und Aufgabenstellung eindeutig verständlich sein, damit das Risiko, dass die Fragen ungenau und unvollständig beantwortet werden, minimiert werden kann (vgl. Atteslander 2000, S. 147).

6.3.3.1 Concept Map

Seit über 25 Jahren werden Concept Maps verwendet, um eine nützliche graphische Veranschaulichung des konzeptuellen Wissens von Schülern und Schülerinnen mittels sprachlicher Formulierung zu erhalten. Ein Concept Map ist eine sogenannte "Begriffslandkarte", welche eine graphische Veranschaulichung von Begriffen durch Verbindungspfeile und deren Beschriftung darstellt. Zeilik betont, dass die Fachbegriffe in hierarchischen Ebenen angeordnet sind, also vom allgemeinen zum speziellen Konzept führt (vgl. Zeilik in www.flaguide.net/cat/minutepapers/conmap1.php). Im Gegensatz dazu beschreibt Stracke (2004), dass ein Concept Map nicht unbedingt eine Hierarchie darstellt. Die Begriffe repräsentieren, nicht wie bei Mind Maps, erst durch die Verbindungspfeile ihre Wichtigkeit zueinander (vgl. Stracke 2004, S.17). Relationen werden durch Pfeile demonstriert, wobei das wichtigste ihre Beschriftung darstellt. In Abbildung 18 ist die Verbindung der Begriffe „Chemie“ und „Naturwissenschaft“ exemplarisch gezeigt. Diese kleinste Einheit eines Concept Maps wird als „Proposition“ bezeichnet und besteht aus zwei Begriffen und der dazugehörigen Relation.



Abbildung 18: Beispiel für eine Verknüpfung der Begriffe „Chemie“ und „Naturwissenschaft“ (Stracke 2004, S. 18).

Ziel des Concept Mappings ist das Erkennen des „Gesamtbildes“ der Assoziationen der Schüler und Schülerinnen zu einem spezifischen Thema. Die Struktur der Concept Maps, die die Lernenden erstellen, kann den Grad der Verknüpfungen von Begriffen und Konzepten sichtbar machen. „Begriffsnetze sind ein Mittel, etwas darüber herauszufinden, welche Beziehungen ein Lernender zwischen Dingen, Ideen und Personen sieht. Mit Begriffsnetzen kann erfasst werden, inwieweit Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, Zusammenhänge in einem bestimmten Sachgebiet differenziert wiederzugeben“ (Behrendt und Reiska 2001, S. 9). Begriffslandschaften können hierarchisch oder netzartig sein (siehe Abbildung 19).

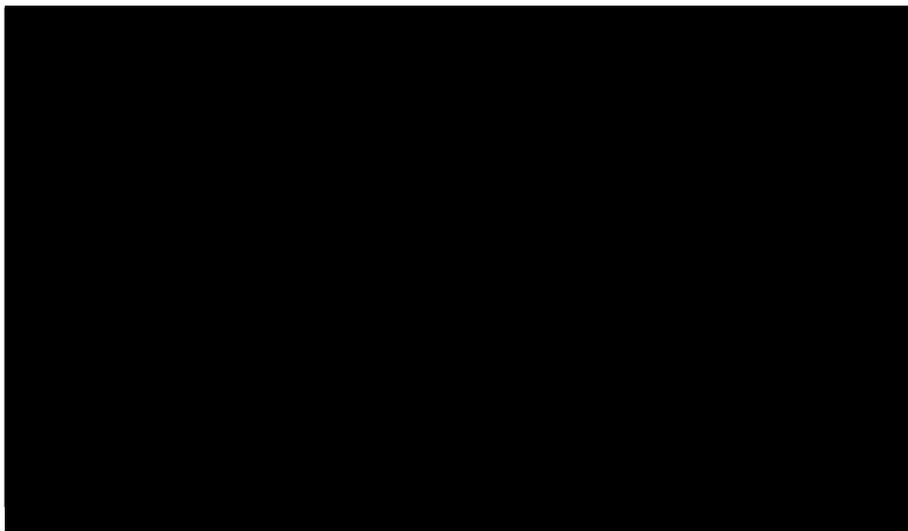


Abbildung 19: Beispiel für ein Concept Map mit fünf Begriffen und zugehörigen Relationen (Stracke 2004, S. 17).

Durch die Menge der zu lernenden Fachbegriffe in der Chemie, deren Abstraktheit und teilweise Nähe zur Alltagssprache sind die Schüler und

Schülerinnen gerade in naturwissenschaftlichen Fächern vor eine große Herausforderung gestellt. Das Erlernen von Fachbegriffen kann durch ihre grafische Darstellung über die Concept Mapping-Methode insofern gefördert werden, da Begriffe und ihre Bedeutung in Beziehung gebracht und nicht isoliert gelernt werden. Individuelle Wissensstrukturen werden explizit ausgedrückt und somit sowohl für die Lernenden selbst, als auch für die Forschenden messbar gemacht. Das Prinzip dieser Methode beruht auf der Integration und Assimilation von neuen Wissensinhalten in schon vorhandene Wissensstrukturen, wodurch Wissen individuell konstruiert wird. Concept Maps repräsentieren modellhaft die mentalen Prozesse der Lernenden, da der vernetzte Aufbau der symbolischen Darstellungen den nicht-linearen Gedanken entspricht. Somit wird das Erlernen von fachspezifischen Begriffen und Zusammenhängen unterstützt. Die Visualisierungen ermöglichen ein Abbilden der Komplexität der Lerninhalte, welche im Lernprozess dadurch auf geeignete Weise verarbeitet werden können.

Concept Maps stellen einerseits eine wichtige Unterstützung zum Erlernen von Fachwissen dar, andererseits sind sie auch für die Ergebnissicherung von großer Bedeutung. Die Lernenden können z.B. in Gruppenarbeiten zu einem spezifischen Thema ein Concept Map als Plakat gestalten und in einer abschließenden Präsentation die Ergebnisse den Mitschülern und Mitschülerinnen darbieten (Dunker et al. 2008, S. 30). Als Testinstrument für wissenschaftliche Forschungen haben sie derzeit noch keinen breiten Eingang gefunden, was auf die schwierige und zeitaufwändige Auswertung zurückzuführen ist. Allerdings wurde ein neuer Weg einer objektiven und zeitsparenden Auswertung gefunden, indem die von den Lernenden erstellten Concept Maps mit einem von der Lehrperson zuvor angefertigten „Expertennetz“ als Referenz verglichen werden (vgl. Stracke 2004, S. 13). Die Lehrperson kann Concept Maps als diagnostisches Instrument verwenden, um herauszufinden, welche Fachbegriffe im Laufe des Lernprozesses aufgenommen und in Verbindung mit bisherigem Wissen gebracht wurden. Auswendig gelerntes Vokabular kann von den Lernenden nur in geringem Maße eingesetzt werden, da die Bedeutung der Wörter nicht mitgelernt wurde

und somit die Verbindungen zueinander nicht hergestellt werden können (vgl. Dunker et al. 2008, S. 31).

Diese Methode der Wissenserweiterung kann sowohl in der Grundschule, als auch in den Sekundarstufen I und II eingesetzt werden. Die Anzahl und die Abstraktion der vorkommenden Fachbegriffe nehmen mit jeder Stufe spürbar zu. Es können Begriffe entweder vorgegeben werden, wobei die Schüler und Schülerinnen lediglich die Vernetzungen vornehmen müssen, oder die Lernenden zeichnen ein Concept Map „frei“ auf. Das erhöht in vielen Fällen ihre Motivation und ist vor allem für jüngere Schüler und Schülerinnen geeignet. Eine weitere Möglichkeit stellt die computerunterstützte Erstellung von Begriffslandschaften dar. Ihr Vorteil liegt in der Variabilität der entstandenen Strukturen, da sie auch im Nachhinein jederzeit abgeändert werden können (vgl. Dunker et al. 2008, S. 32).

Egal, welche Art und Gestaltung von Begriffslandschaften in der Klasse vorgenommen wird, muss sowohl den Lernenden als auch den Lehrenden der wichtigste Grundsatz bewusst sein: ein Concept Map ist niemals fertig. Es liegt somit in der Verantwortung der Lehrperson, mit den Schülern und Schülerinnen diesen Aspekt zu reflektieren und den inhaltlichen Umfang einzuschränken. Somit kann das Concept-Mapping als fruchtbare Methode gelten, wenngleich nicht jeder Schüler oder jede Schülerin gleichermaßen gut damit zurechtkommt (vgl. Dunker et al. 2008, S. 33).

6.3.3.2 Minute Paper

Ein Minute Paper ist eine kurze, prägnante Notiz von Schülern und Schülerinnen, die entweder in Einzel- oder in Gruppenarbeit einige wenige von der Lehrperson vorgegebene Fragen in schriftlicher Form beantworten. Diese Form der Wissensüberprüfung soll nur eine Minute dauern und findet üblicherweise am Ende einer Unterrichtsstunde statt. Anhand von Minute Papers kann die Lehrperson herauszufinden, ob die Schüler und Schülerinnen die wichtigsten Punkte des Unterrichtes verstanden haben bzw. wo etwaiger Nachholbedarf besteht. Sie hat somit die Möglichkeit, für die darauffolgende Stunde bzw. nächste Klasse die Vorgehensweise der Informationsvermittlung

umzugestalten. Der wesentliche Vorteil dieser Methode ist der minimale Vorbereitungs- und Durchführungsaufwand, denn die Fragen können sogar während des Unterrichts überlegt und ausformuliert werden. Minute Papers sind sowohl für alle Altersstufen, als auch für jede Gruppengröße geeignet (vgl. Zeilik, M. in www.flaguide.net/cat/minutepapers/minutepapers1.php). Man kann diese Form der Schüler- und Schülerinnenbefragung auch als Feedbackmethode anwenden, in denen die Lernenden persönliche Eindrücke z.B. zu der im Unterricht angewendeten Methode niederschreiben. Werden die Minute Papers als Wissensüberprüfung verwendet, muss zuvor klar gemacht werden, ob und in welcher Form sie beurteilt werden.

6.4 Auswertung der Daten

Ein wesentliches Kriterium, das bei der Auswertung von empirischen Daten berücksichtigt werden muss, ist die Gültigkeit bzw. Validität und die Verlässlichkeit bzw. die Reliabilität. Atteslander (2000) erklärt die Gültigkeit als „Maß für die Brauchbarkeit von Forschungsmethoden“ (Atteslander 2000, S. 241), d.h. es muss die Frage beantwortet werden, ob sie auch tatsächlich das erheben, was mit ihnen festgestellt werden soll.

In der Praxis ist die Prüfung der Validität ein schwieriges Verfahren und wird in folgenden vier Punkten zusammengefasst:

1. *Expert validity*: Experten schätzen die Gültigkeit der Messinstrumente ein.
2. *Known groups*: Eine Gruppe wird untersucht, bei der man davon ausgeht, dass sie extreme Messwerte als Ergebnisse liefert. Liegen jene signifikant unter oder über dem Mittelwert, beweist es die Gültigkeit der Messverfahren.
3. *Predictive validity*: Dabei wird von der Übereinstimmung der beobachteten Verhaltensweisen mit den berechneten Einstellungen ausgegangen.
4. *Construct validity*: Der Forscher oder die Forscherin stellt eine Hypothese auf, welche mit zwei unterschiedlichen Messinstrumenten überprüft und im Falle einer Bestätigung als gültig betrachtet werden.

Die Reliabilität bezieht sich auf die Beurteilung der Brauchbarkeit von wissenschaftlichen Forschungsinstrumenten. Bei immer wiederkehrenden Messungen lassen verlässliche Methoden gleiche Resultate erwarten und beschreiben somit die Stabilität von Messwerten (vgl. Atteslander 2000, S. 241). Die Forscher und Forscherinnen kombinieren i.d.R. einzelne Techniken je nach Problemstellung oder setzen sie parallel ein. Entsprechend der Art des zu untersuchenden Feldes, sollen relevante Indikatorfragen formuliert und die Forschungstechnik logisch und richtig in den Untersuchungsplan eingebaut werden (vgl. Atteslander 2000, S. 255).

Zur Auswertung von Häufigkeiten werden in der beschreibenden Statistik Kategorien gebildet, die oft in Tabellen zusammengefasst werden. Somit lassen sich die Kategorien mit den zugehörigen Häufigkeiten in einem Histogramm darstellen. Eine verbindende Linie, die die Kategorienmaxima miteinander verbindet, wird „Polygon“ genannt und stellt die Verteilungsform der Messwerte dar. Die Anzahl der Kategorien ist zu berücksichtigen, denn zu wenige Kategorien sind nicht informativ genug, zu viele hingegen führen zu einer Unübersichtlichkeit.

Das Kreisdiagramm eignet sich ebenso zur graphischen Darstellung von Auswertungen erhobener Daten. Prozentwerte werden mit 360 Grad multipliziert und durch 100 dividiert, um den Winkel des Kreissektors zu erhalten (vgl. Atteslander 2000, S. 276f).

7 DIE FALLSTUDIE

Zu Beginn einer Fallstudie soll erklärt werden, warum gerade diese Methode zur wissenschaftlichen Forschung herangezogen wurde. Das Forschungsdesign erklärt die Schritte, wie man von den zu Beginn gestellten Fragen zu den relevanten Ergebnissen und Schlussfolgerungen kommt. Dabei handelt es sich im vorliegenden Fall um eine Forschungsfrage und ihre zugehörigen Hypothesen. Das sogenannte „Single Case Design“ gibt aufschlussreiche Informationen über die Untersuchung eines „typischen“, einzigartigen Falles, z.B. einer einzelnen Person oder einer Gruppe von Probanden. Ein kritischer Fall soll in einer gut ausgearbeiteten Theorie getestet werden. Wichtige Anforderungen, die an den Forscher bzw. die Forscherin gestellt werden, sind die Fähigkeiten, gute Fragen stellen und deren Antworten interpretieren zu können, ein guter Zuhörer zu sein, ohne dabei persönliche Vorstellungen einzubringen, sowie Anpassungsfähigkeit und Flexibilität. Eine wesentliche Bedeutung muss dem Protokollieren des Forschungsprozesses zugeschrieben sein. Ein Überblick über die Studie, einzelne Schritte zur Datenerhebung und –auswertung, die jeweiligen Fragestellungen und weitere relevante Notizen sollen das Verfassen des Berichtes im Anschluss an die Analyse erleichtern. Je höher die Anzahl der Quellen von Daten ist, desto glaubwürdiger sind die Ergebnisse. Die Daten sollen zur Übersichtlichkeit in einer Datenbank angelegt und organisiert werden. Die Strategien zur Analyse der gesammelten Daten umfassen den Bezug zu bereits vorhandener Literatur und eine detaillierte Beschreibung des Falles und dessen Rahmenbedingungen. Es sollen, wenn möglich, sowohl qualitative als auch quantitative Daten verwendet werden. Nun können die Ergebnisse mit vorhergesagten Theorien verglichen, Sachverhalte erklärt oder in einer Zeitreihenanalyse interpretiert werden. Schließlich soll überlegt werden, wer die Zielleserschaft darstellt, um ihr die Resultate in anschaulicher Weise aufzubereiten. Für den Leser bzw. die Leserin sollen die abschließenden Ergebnisse schlüssig und durch das erhobene Datenmaterial eindeutig belegbar sein (vgl. Yin 2009).

Die empirische Untersuchung wurde am Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Gottschalkgasse 21 mit der Zustimmung des Direktors Herr Mag. Leo Holemy, sowie unter der Betreuung von Frau Mag. Sabine Decker durchgeführt. Die Video- und Tonbandaufzeichnungen wurden im Einverständnis mit den Eltern der betroffenen Jugendlichen streng vertraulich und zweckbestimmt behandelt. Sie werden im Anschluss an die Publikation der Forschungsergebnisse gelöscht und es erfolgt keine Weitergabe an Dritte oder Veröffentlichung des Datenmaterials.

7.1 Rahmenbedingungen

7.1.1 Schule und Umfeld

Das BG/BRG Gottschalkgasse ist eine Allgemeinbildende Höhere Schule und umfasst, durch ihre Lage im elften Wiener Gemeindebezirk, als Einzugsgebiet den dritten, zehnten und elften Bezirk, ebenso wie einen Teil Niederösterreichs. Derzeit besuchen zirka 800 Schüler und Schülerinnen diese Bildungseinrichtung und die Zahl der Beschäftigten beträgt 70 Lehrer und Lehrerinnen, wovon 60 Frauen und 10 Männer sind. Die Schule hat jeweils fünf erste und zweite Klassen, je vier dritte und vierte Klassen und nur zwei fünfte Klassen. Das BG/BRG bietet einige Neuerungen, wie z.B. das Physik- und Chemie-Labor, welches vor knapp sieben Jahren als neue Vertiefung für Schüler und Schülerinnen ab der dritten Klasse eingeführt wurde. Für die Oberstufe steht das sogenannte „Wissenschaftliche Arbeiten“ derzeit in Planung, welches in Form eines „Science NaWi-Labor“ fächerübergreifend die Inhalte und Versuche aus Biologie, Physik und Chemie stärker vernetzen soll. Bei diversen Veranstaltungen und Projekten, wie zum Beispiel dem „Fairness Award 2008“, der „Faszination Chemie“ oder der „Perchtoldsdorfer Heide“, können die Schüler und Schülerinnen ihre Interessen und Fähigkeiten unter Beweis stellen. Auch in regionalen und landesweiten Wettbewerben, wie zum Beispiel der Chemieolympiade, sportlichen Wettkämpfen und diversen Fremdsprachenredewettbewerben, erbringen sie hervorragende Leistungen.

Die Alltags- und Unterrichtssprache an dieser Schule stellt eine gewisse Schwierigkeit dar, da 60 bis 70 Prozent der Schüler und Schülerinnen

Migrationshintergrund haben. Der Großteil von ihnen ist jedoch schon in Österreich geboren. Die gemeinsame Unterrichtssprache Deutsch stellt somit die größte Hürde in der Kommunikation und im Lernen dar. Es mangelt dabei nicht an der nötigen Bereitschaft, Deutsch zu lernen, sondern, laut der Betreuerin, vielmehr an der Kompetenz, die eigene Muttersprache zu beherrschen. Sie ist als Basiskonstrukt zum Erlernen einer Fremd- oder Fachsprache unentbehrlich.

Ein sehr bedeutender Punkt des Leitbildes der Schule beschreibt die wichtigste Grundlage für erfolgreiches Lernen und Lehren: „Schule als Ort der Begegnung legt Wert auf Persönlichkeitsbildung, Erziehung zu Respekt und Wertschätzung sowie Toleranz und Solidarität Anderem und Fremdem gegenüber. Toleranz bedeutet in unserem schulischen Leben Offenheit gegenüber anderen Überzeugungen und Wertvorstellungen, Achtsamkeit im Umgang miteinander, besonders bei Wortwahl und Sprache“ (<http://www.grg11go.asn-wien.ac.at/>).

7.1.2 Klasse und Umfeld

Die Fallstudie wurde in der 4A, einer vierten Klasse des Gymnasiums, durchgeführt, in der Chemie im ersten Lernjahr zwei Stunden pro Woche unterrichtet wird. Andere naturwissenschaftliche Fächer, wie Biologie und Umweltkunde, Physik und Mathematik, sind bereits in der ersten bzw. zweiten Schulstufe Pflicht. In der Klasse befinden sich 18 Schülerinnen und fünf Schüler. Das durchschnittliche Alter der Lernenden liegt bei 14 Jahren, das bedeutet, dass sie sich in einer Entwicklungsphase zwischen der Kindheit und dem Erwachsensein befinden. Durch Beobachtung der Jugendlichen, ihrer Kleidungen und Gespräche und vor allem ihrer Sprache erkennt man sehr bald das soziale Umfeld, aus dem sie stammen. Der hier vorherrschende Materialismus findet Ausdruck in der Wichtigkeit ihres Äußerlichen und ihrem Auftreten. Es wird z.B. der Eindruck erweckt, dass sich die Schüler und Schülerinnen stark durch ihre Kleidung identifizieren. Der Charakter der gesamten Klasse ist, subjektiv betrachtet, ein sehr ruhiger, antriebsloser jedoch lernbereiter. Den Lernanreiz bieten Noten und Beurteilungen, nicht jedoch der weitere Blick auf den späteren Beruf oder persönliche Interessen. Diese

Behauptungen werden anhand von Schüleraussagen und -haltungen in Kapitel 8.2 belegt.

7.1.3 Lehrperson

Frau Mag.^a Sabine Decker, engagierte Lehrerin in den Fächern Chemie und Deutsch, hat sich als Betreuerin für die genannte Feldforschung zur Verfügung gestellt. Neben zahlreichen Fortbildungslehrgängen im pädagogischen, Persönlichkeitsentwicklungs- und Managementbereich, kann sie eine Reihe von Publikationen und pädagogischen Erfahrungen nachweisen. Sie unterrichtet derzeit das neunte Schuljahr an dem BG/BRG Gottschalkgasse und ich hatte sie im Laufe meines fachbezogenen Praktikums im Wintersemester 08/09 im Rahmen von Hospitationen und eingehenden Vor- und Nachbesprechungen meiner selbstgehaltenen Unterrichtseinheiten kennengelernt. Sie ist Klassenvorstand einer vierten Klasse, unterrichtet die 4A jedoch ausschließlich im Fach Chemie.

7.1.4 Auswahlkriterien für die beobachtete Kleingruppe

Fokus für die Beobachtungen und Audioaufzeichnungen war eine Gruppe der drei Buben B, C und M. Sie wurden aufgrund folgender Überlegungen gewählt:

Das wichtigste Kriterium dabei war, eine maximale Homogenität der Kleingruppe zu schaffen. Diese Einheitlichkeit ermöglichte ein Fokussieren auf den Fremdsprachenerwerb, ohne dabei Rücksicht auf Rahmenbedingungen, die zur Forschung unwesentliche Beiträge leisten würden, nehmen zu müssen. Die sozialen, persönlichen und familiären Einflüsse bei Schülern und Schülerinnen sind ohnehin erheblich hoch, sodass ein Verringern von Ungleichheiten notwendig war. Aufgrund der Unterschiede zwischen Mädchen und Buben in entwicklungspsychologischer, physischer und physiologischer Hinsicht, erschien es mir von großer Bedeutung, Lernende gleichen Geschlechtes zu beobachten. Im Folgenden wird auf die drei ausschlaggebenden Kriterien genauer eingegangen.

- Kriterium 1: Deutsch als Muttersprache

Um die Fachsprachenentwicklung ausgehend von der Alltagssprache erforschen zu können, ist eine gemeinsame Alltagssprache nötig. Wie in Kapitel 4.2.1 dargestellt wurde, schreiben Hallpap et al. (2002) über das Erlernen der Fachsprache wie folgt: „Der einzig mögliche Einstieg in die chemische Fachsprache beruht auf der Basis der Muttersprache eines jeden Schülers und einer jeden Schülerin“. Ist die Muttersprache jedoch nicht dieselbe, müssen etliche weitere Aspekte bei der Untersuchung berücksichtigt werden, welche jedoch ein detailliertes Eingehen auf den eigentlichen Forschungsgegenstand hindern würden.

- Kriterium 2: Leistung im mittleren Durchschnitt

Das Ziel dieser Studie ist die Beobachtung einer Fachsprachenentwicklung bei durchschnittlichen Schülern und Schülerinnen. Dabei wurde die Wahl auf jene Lernenden eingegrenzt, die, in Absprache mit der Lehrperson, weder über- noch unterdurchschnittliche Leistung im Chemieunterricht erbringen und die Ergebnisse somit breitere Gültigkeit haben. Außerdem war ein lebendiges und engagiertes Verhalten der Lernenden, sowohl den Unterricht, als auch private Gespräche betreffend, erwünscht, da auf diesem Wege mehr Daten zur Ausarbeitung vorliegen. Die Beforschten waren somit keine idealen sondern reale Schüler oder Schülerinnen.

- Kriterium 3: Klare soziale Strukturen

Um die Einflüsse von sozialen Faktoren, wie z.B. Kennenlernprozesse oder Ausbildung einer sozialen Hierarchie während der Beobachtung, zu verringern, sollen sich die drei Jugendlichen untereinander gut kennen und bereits miteinander gearbeitet haben. Aus diesem Grund wurde eine befreundete Gruppe gesucht, wo die zwischenmenschlichen Strukturen einigermaßen stabil erschienen.

Aufgrund dieser drei Kriterien fiel die Wahl auf drei Buben mit den Codebezeichnungen B., C. und M., da es in dieser Klasse keine Mädchen gab, auf die alle Merkmale zutrafen. Im Dezember 2009 wurde über einen Zeitraum von einem Monat die Schülergruppe im Rahmen von Hospitationen

kennengelernt und schließlich ihre Auswahl für die anschließende Untersuchung bestätigt. In dieser Phase hatten auch sie die Möglichkeit, mich kennenzulernen, als Forscherin wahrzunehmen, und Vertrauen zu mir zu fassen.

7.2 Beschreibung des Unterrichtes in der beobachteten Klasse

Die Unterrichtseinheit zum Thema „Baustoffe“ erstreckte sich über zwei Wochen vom 11. bis 22. Jänner 2010. Die Klasse hatte dienstags in der dritten Stunde und donnerstags in der vierten Stunde Chemieunterricht. In Summe umfasste die Beobachtung vier Wochenstunden, inklusive vorherigem und anschließendem Gruppeninterview der beobachteten Schüler B., C. und M.

7.2.1 Unterrichtsthema

Für die Erforschung der Fachsprachenentwicklung war es für mich von großer Wichtigkeit, dass das chemiespezifische Thema einen Bogen zum Alltag spannt. Je stärker der Bezug zur realen Alltagswelt ist, desto mehr zu analysierende Vorerfahrungen und Begriffe sind bei den Lernenden vorhanden. Meine ersten Ideen von einem Unterrichtsthema bezogen sich auf den Zusammenhang von Chemie und Boden mit dem Schwerpunkt „Düngemittel“ oder „Bau- und Werkstoffe“. Nach Absprache mit Frau Mag.^a Decker, wurde das Thema „Baustoffe“ fixiert.

7.2.1.1 Einbettung im Stoff der Sekundarstufe I

Der Bereich „Baustoffe“ kann relativ isoliert von anderen Themengebieten im Chemieunterricht behandelt werden, da wenig Fachbegriffe und Vorwissen notwendig sind, um den Inhalten folgen zu können. Es ist von Vorteil, so hat sich im Laufe der Beobachtungen herausgestellt, wenn die Lernenden im Vorfeld bereits den Themenschwerpunkt „Säuren und Basen“ gelernt haben, da dies für ein besseres Verständnis des Kalkkreislaufes förderlich ist. Die Unterrichtseinheit wurde im direkten Anschluss an die „chemische Bindung“

abgehalten und stellte keinen unmittelbaren Zusammenhang zu dem vorangegangenen Thema her.

7.2.2 Vorbereitungen

Die aktiven Vorbereitungen für die Fallstudie begannen ungefähr einen Monat vor der tatsächlichen Durchführung des Unterrichtes. Sie umfassten die Auswahl der Schüler- oder Schülerinnen als Forschungsobjekte, das Testen der technischen Geräte und die Wahl der Fachbegriffe, für das Unterrichtsthema „Baustoffe“ wichtige Bestandteile sind. Diese sind notwendig, um über dieses Fachgebiet kommunizieren zu können. Anhand dieser Termini wurde beobachtet, ob und inwiefern durch den Chemieunterricht eine Fachsprachenentwicklung stattgefunden hat. Es war von wesentlicher Bedeutung, die Kamera bereits vor dem zu erforschenden Unterricht in der Klasse auszuprobieren und einzusetzen, damit sich die Schüler und Schülerinnen an die Anwesenheit der Kamera und der Forscherin gewöhnen können und sich nicht beirren lassen. Oftmals sind die Beobachteten zu Beginn eingeschüchtert, woraus eine Verzerrung des Realitätsbildes folgt. Um das zu verhindern, stellte ich mich und meine Tätigkeit einige Zeit zuvor der Klasse vor und versuchte, die Kamera zu einem vertrauten Gegenstand für die Schüler und Schülerinnen machen. Des Weiteren wurden anhand der beiden Schulbücher „Treffpunkt Chemie“ (2004) und „Chemie ist überall 4“ (2006) grundlegende Fachbegriffe ausgewählt, die z.T. für die Jugendlichen aus dem Alltag bekannt, aber möglicherweise mit unkorrekten Vorstellungen behaftet waren. Diese Termini wurden sowohl im Interview thematisiert (siehe Kapitel 8.1), als auch bei den Concept Maps (siehe Kapitel 8.1.3) wieder aufgegriffen. Des weiteren wurden ein Impulsbild (siehe Anhang 2), ein Interviewleitfaden (siehe Anhang 3), diverse Arbeitsblätter und ein „Expertennetz“ (siehe Anhang 6) angefertigt.

7.2.3 Ablauf der Unterrichtseinheit

Die zweiwöchige Forschungsphase lässt sich in neun weitere Phasen unterteilen, die für die Dokumentation der Entwicklung der Fachsprache herangezogen wurden:

Phase A: Interview (1)

Phase B: Concept Map (1)

Phase C: Lehrerinnenvortrag, Diskussion

Phase D: Minute Paper (1)

Phase E: Schriftliche Bearbeitung eines Lückentextes in Partnerarbeit

Phase F: Minute Paper (2)

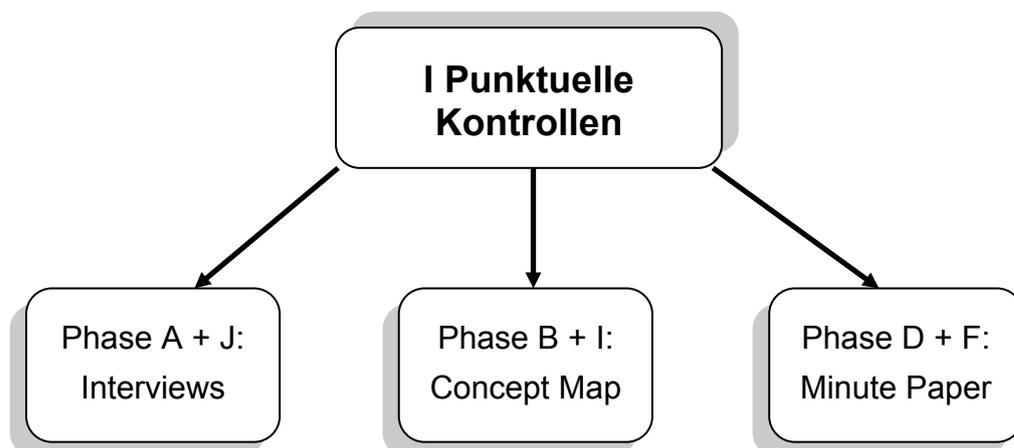
Phase G: Schriftliche Beantwortung von Fragen in Partnerarbeit

Phase H: Gruppenpuzzle

Phase I: Concept Map (2)

Phase J: Interview (2)

Diese Phasen lassen sich in folgende Kategorien I (punktuelle Überprüfungen) und II (Zeiten der Wissenserarbeitung) zusammenfassen (siehe Abbildung 20).



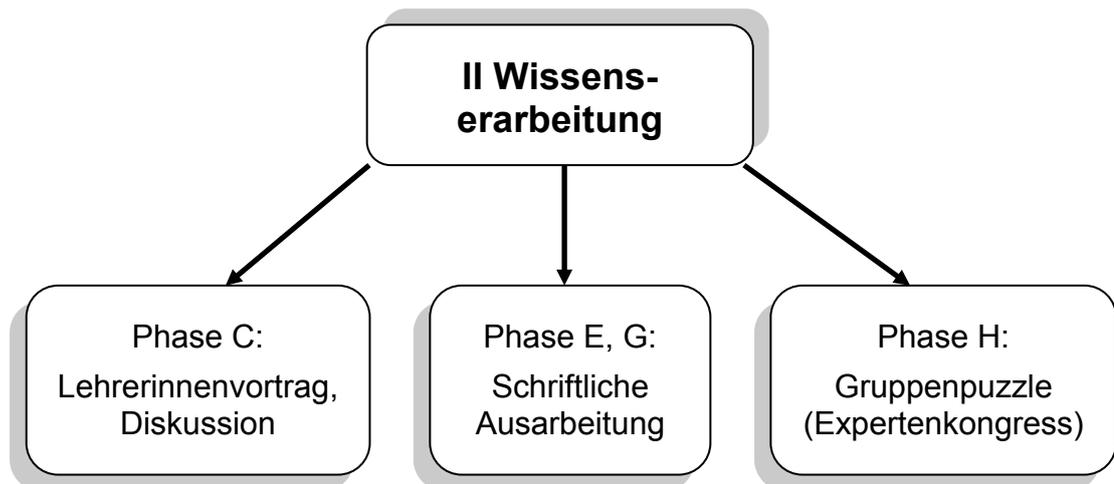


Abbildung 20: I Punktuelle Überprüfungen bzw. II Phasen der Wissenserarbeitung (eigene Darstellung).

Folgende Tabellen sollen einen Überblick über die im Unterricht angewendeten Methoden und die erarbeiteten Inhalte geben. Dieser wird in Abbildung 21 als zeitlicher Verlauf zusammenfassend dargestellt.

11. 1. 2010: Interview (Phase A)	
Schwerpunkt:	Fragen zum Thema „Baustoffe“
Ort:	Pausenraum der zweiten Etage
Technische Geräte:	2 Digitalkameras und Handy

12. 1. 2010: 1. Unterrichtsstunde	
Schwerpunkt:	Hinführung zum Thema „Baustoffe“ Erfassen von vorhandenem Wissen und Erfahrungen
Methode:	Concept Maps (Arbeitsblatt siehe Anhang 5), (Phase B) Theoretischer Input mit Diskussion (Phase C)
Technische Geräte:	2 Digitalkameras und Handy

14. 1. 2010: 2. Unterrichtsstunde	
Schwerpunkt:	Kalkkreislauf Gips und Mörtel
Methode:	Minute Paper zu Beginn der Übung (Phase D) Selbstständiges Beantworten der Fragen über Kalkkreislauf (Arbeitsblatt siehe Anhang 9), (Phase E) Minute Paper am Ende der Übung (Phase F) Selbstständiges Beantworten der Fragen über Gips und Mörtel (Arbeitsblatt siehe Anhang 10), (Phase G)
Technische Geräte:	2 Digitalkameras und Handy

19. 1. 2010: 3. Unterrichtsstunde	
Schwerpunkt:	Thema „Keramik“
Methode:	Expertenpuzzle (selbstständiges Erarbeiten in Gruppen), (Phase H)
Technische Geräte:	Tisch-, Digitalkamera und Handy

21. 1. 2010: 4. Unterrichtsstunde	
Schwerpunkt:	Thema „Keramik“
Methode:	Fertigstellung des Expertenpuzzles Abschlussbesprechung über „Baustoffe“ in der Klasse Concept Maps (Phase I)
Technische Geräte:	2 Digitalkameras und Handy
Interview (Phase J)	
Schwerpunkt:	Thema „Baustoffe“
Ort:	Pausenraum der zweiten Etage
Technische Geräte:	2 Digitalkameras und Handy

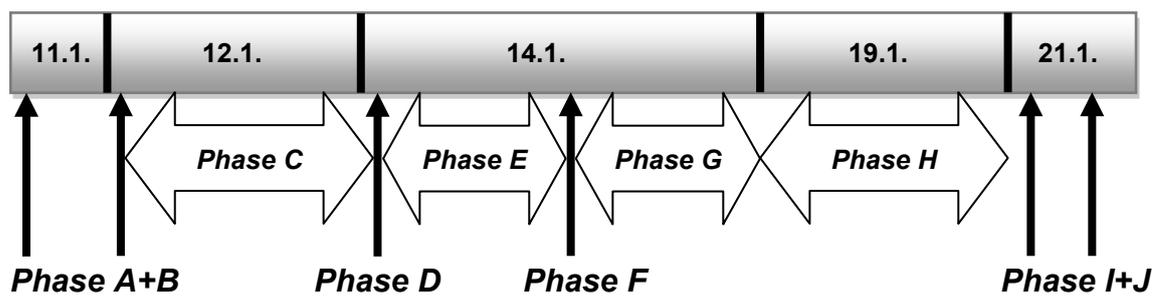


Abbildung 21: Zeitlicher Verlauf der Unterrichtseinheit (eigene Darstellung).

Die vier Unterrichtsstunden wurden methodisch sehr abwechslungsreich gestaltet, da die Schüler und Schülerinnen durch Einzel-, Partner- und Gruppenarbeiten die Möglichkeit hatten, durch verschiedenste Zugänge das neue Unterrichtsthema kennenzulernen, es im Anschluss zu vertiefen und Beziehungen zu ihrem, zu diesem Zeitpunkt vorhandenen Wissen über „Baustoffe“ herzustellen. Die Methodenvielfalt hatte zum Ziel, die Motivation der Schüler und Schülerinnen zu steigern, da v.a. durch das Gruppenpuzzle, auch bekannt als Expertenkongress nach Jigsaw (Franke-Braun et al. 2008, S. 39), der Wechsel von Einzel- zu Gruppenarbeit und die Bearbeitung eines bestimmten angebotenen Themas nach persönlicher Vorliebe im Idealfall das individuelle Interesse fördert. Außerdem ist diese Form überaus hilfreich für die Entwicklung der Fähigkeit, selbstständig Wissen aus Texten zu erarbeiten, Sinnvolles aufzuzeichnen und Kontrollfragen auszuarbeiten. Die Lernenden profitieren

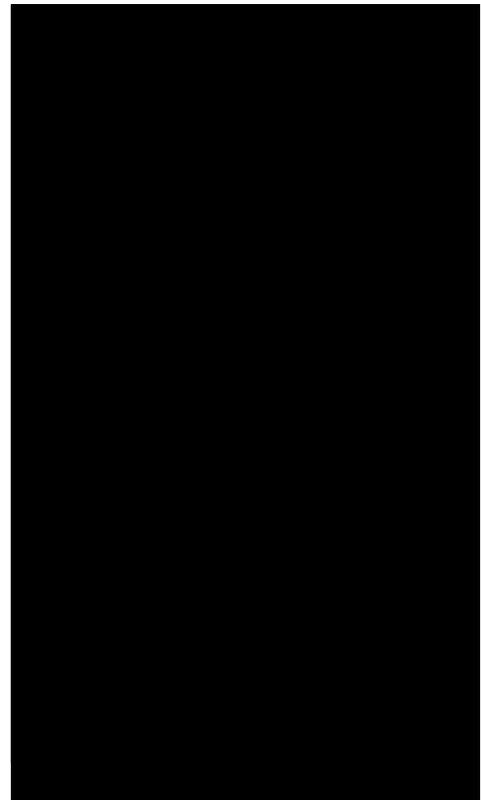


Abbildung 22: Gruppenpuzzle nach Jigsaw (Franke-Braun et al. 2008, S. 35).

davon erstens in Form von einer gesteigerten Kooperationsfähigkeit, zweitens wird durch die aktive Weitergabe des selbstständig erworbenen Wissens an die Mitschüler und Mitschülerinnen jenes Wissen tiefer verwurzelt und gefestigt (vgl. Greving et al. 1996, S. 219-220). In Abbildung 22 ist die Methode des Gruppenpuzzles schematisch dargestellt.

8 ERGEBNISSE

Die gesammelten Daten werden in diesem Kapitel übersichtlich dargelegt, mit dem Ziel, die Entwicklung der Sprache über den beobachteten Zeitraum und die Einflüsse besonderer Faktoren, v.a. die der Unterrichtsmethode, zu skizzieren. Um dies zu erforschen, wurde die Sprache der Schüler VOR und NACH der gehaltenen Unterrichtseinheit beobachtet und die dazwischenliegenden Interventionen anhand von Videoaufzeichnungen und schriftlichen Ausarbeitungen analysiert und interpretiert. Der erste Teil umfasst die Darstellung und Beschreibung der erhobenen empirischen Daten und der zweite Teil ihre eingehende Interpretation.

8.1 Darstellung und Beschreibung der empirischen Daten

8.1.1 Interview

Als Grundlage für das Interview wurde der Leitfaden von Christof (vgl. http://homepage.univie.ac.at/Eveline.Christof/grundlagen05/Erstellung_%20Interviewleitfaden.pdf) verwendet und den spezifischen Fragen zum Thema „Baustoffe“ angepasst (siehe Anhang 3). Der Leitfaden beinhaltet sehr offene Fragen, von denen manche in abgeänderter Form im Interview verwendet wurden. Er stellte somit lediglich eine Hilfestellung dar. Das Interview wurde mit einem Impulsbild (siehe Anhang 2) eröffnet.

Um die Entwicklung von alltagssprachlicher zu fachsprachlicher Bedeutung von chemiespezifischen Begriffen zum Thema „Baustoffe“ zu analysieren, wurden einige wichtige Termini gewählt und im Laufe der Forschung detailliert betrachtet. Da es sich um die Beobachtung eines Prozesses, also einer Entwicklung und nicht um Momentaufnahmen der Unterrichtssituationen handelt, ist es unumgänglich, in regelmäßigen Abschnitten Daten zu sammeln, um so den Verlauf zu skizzieren. Aus diesem

Grund wurden vor und nach den zwei Wochen Unterricht Interviews mit denselben Fragestellungen durchgeführt, welche unter Punkt 8.2 interpretiert werden.

Die Fachsprachenentwicklung wird an den Begriffen „Abbinden“, „Gips“, „Kalk“, „Kalkbrennen“, „Kalklöschchen“, „Keramik“ und „Kristallwasser“ untersucht. Anhand der Transkripte gewählter Sequenzen der Interviews (siehe Anhang 4) können die Assoziationen der Schüler zu diesen Begriffen zusammengefasst und wie folgt dargestellt werden. Der Zusatz (1) bezieht sich auf die Schülerantworten des ersten, (2) auf jene des zweiten Interviews und „I“ steht für „Interviewerin“.

„Abbinden“ (1):	„Abbinden“ (2):
M: Vielleicht so, wenn man das irgendwo rein gießt in eine Form... dass es nicht raus fließt. B: Verfestigen. C: Ich kann mir drunter nichts vorstellen.	M: CO ₂ wird rausgeholt. B: Abgeben. [...] Trocknen.

Zwischen den beiden Interviews beschäftigten sich die Lernenden insgesamt dreimal intensiv mit dem Begriff „Abbinden“. Der Weg, den der Terminus in den zwei Wochen Unterricht durchlaufen hat, ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

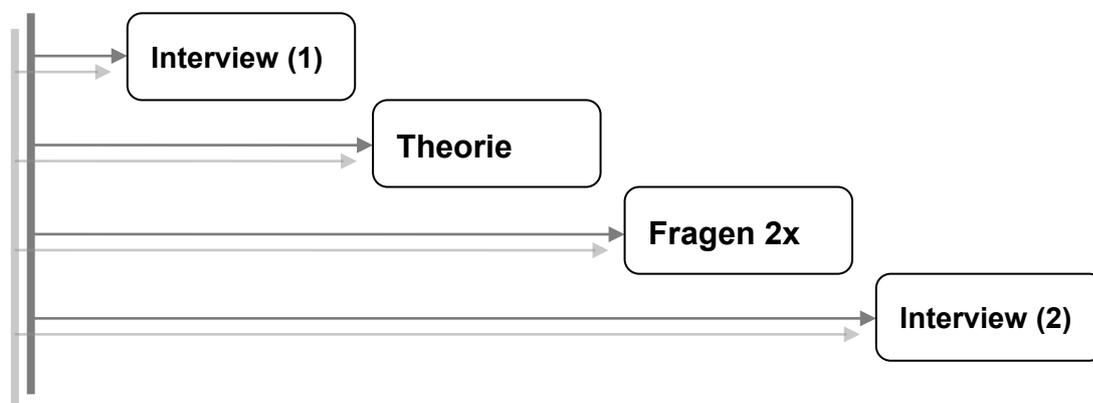


Abbildung 23: Auseinandersetzung der Schüler mit dem Begriff "Abbinden" (eigene Darstellung).

Die Lehrerin erklärte im Theorieteil des Unterrichts sehr klar und prägnant, was der Begriff „Abbinden“ bedeutet: „Während dieses Wartens wird an die Umgebung H_2O abgegeben und CO_2 aufgenommen. Das nennt man ‚Abbinden‘.“ Der Inhalt, den M diesem Begriff zuschreibt, zeigt eine sehr starke Veränderung. Im ersten Interview beschreibt er seine Vorstellungen von „Abbinden“ sehr bildhaft, wohingegen er im zweiten Interview anhand chemischer Formeln den Fachbegriff zu umschreiben versucht. Fachlich ist weder die erste, noch die zweite Antwort korrekt. B hingegen äußert das Wort „Trocknen“, was im Vergleich zu „Verfestigen“ des ersten Interviews „richtiger“ ist, da es im Sinne von „Wasser abgeben“ zu verstehen ist.

„Gips“ (1):	„Gips“ (2):
<p><i>I: Warum kann Gips hart werden?</i></p> <p>M: Weils trocknet.</p> <p>C: Weil das Wasser verdunstet. [...]</p> <p><i>I: Was passiert, wenn man Gips heiß macht?</i></p> <p>C: Löst sich auf. Zersetzt sich.</p> <p>M: Zerbröckelt, wird brüchig, wird hart.</p>	<p><i>I: Was passiert, wenn ich den Gips erhitze?</i></p> <p>M: Wasser entzieht sich.</p> <p>B: Wasser abgeben.</p> <p><i>I: Was hat Gips für eine chemische Formel?</i></p> <p>B: „Zaso vier“.</p> <p>C: $CaSO_4$.</p> <p><i>I: Wie könnte das heißen?</i></p> <p>C: Calciumschwefel.</p> <p>B: Calciumsulfid.</p> <p>M: Calciumsulfat.</p>

Dadurch, dass ein offener Interviewleitfaden verwendet und die Fragen oft spontan, an den Verlauf des Gespräches angepasst, gestellt wurden, ist der Wortlaut im zweiten Interview nicht ident mit jenem ersten Interview.

„Gips“ wurde als wichtiger Bestandteil der zweiten Unterrichtsstunde in Kleingruppenarbeit intensiv behandelt. Anhand der Interviews sieht man, dass gewisse sprachliche Schwächen verbessert werden konnten. Auf die Frage, was passiert, wenn man Gips erhitzt, nannten die Schüler zu Beginn Wörter, die der Alltagssprache entstammen: „auflösen“, „zersetzen“, „zerbröckeln“ oder „brüchig“. Im abschließenden Interview verwenden sie neu erlernte Ausdrücke, wie „Wasser entziehen“ oder „Wasser abgeben“. Im Rahmen des Interviews

konnte auf die Aussprache chemischer Formeln eingegangen werden. Zuerst beschrieben sie Gips mit einer sehr lautlichen Ausdrucksweise „Zaso vier“. Aufgrund der weiteren Nachfrage nach dem korrekten Namen antworteten sie schließlich „CaSO₄“. In Worten drückten sie die Formel als „Calciumschwefel“, dann „Calciumsulfit“ und schließlich als „Calciumsulfat“ aus.

„Kalk“ (1):	„Kalk“ (2):
<p><i>I: Was hat Kalk für eine chemische Formel? [...] Welches Element von dem Periodensystem könnte im Kalk drinnen sein?</i></p> <p>M: Nichtmetall.</p> <p>B: Eins von den Nichtmetallen halt. Ich hab vergessen wies heißt, aber es beginnt mit „K“.</p> <p>C: Kalium? [...] Calcium?</p>	<p><i>I: Kalkgestein, wie lautet die Formel?</i></p> <p>B: „Zazo drei“</p> <p><i>I: Wie spricht man das richtig aus?</i></p> <p>B: CaCO₃.</p> <p><i>I: Und wie sagt man zu CaCO₃?</i></p> <p>C: Calciumcarbonat.</p>

Die Schüler wissen im Interview vor dem zweiwöchigen Unterricht weder, welche Formel Kalk hat, noch einzelne Bestandteile dieser Verbindung. Ihre erste und einzige Assoziation lautet „Nichtmetall“. Abbildung 24 zeigt die vielen Möglichkeiten, die den Schülerin im Unterricht gegeben wurde, um sich mit dem Begriff „Kalk“ und seiner Bedeutung auseinanderzusetzen.

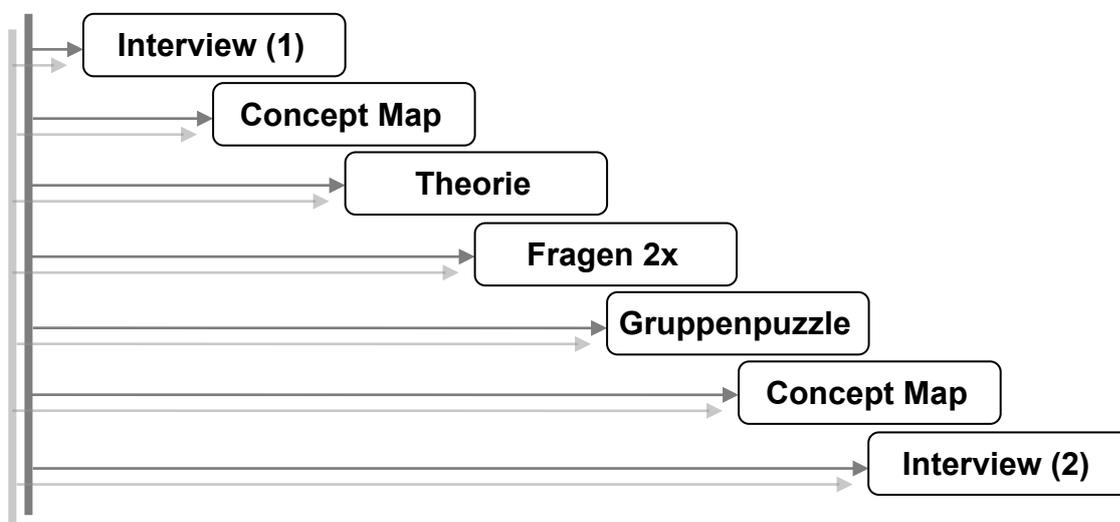


Abbildung 24: Auseinandersetzung der Schüler mit dem Begriff "Kalk" (eigene Darstellung).

Im zweiten Interview antworteten die Schüler auf die Frage, was Kalk sei, ohne zu zögern „Zazo drei“. Ähnlich wie bei Gips kann man die Veränderung der Aussprache dieser Verbindung beobachten. Die Lehrerin hat im theoretischen Input folgende Erklärung geliefert: „CaCO₃ ist Kalk und der Name dazu lautet Calciumcarbonat“. Die Schüler mussten sich in weiterer Folge intensiv mit dieser Information auseinandersetzen, da Kalk die Basis aller genannten Baustoffe darstellt. Ebenso die Bearbeitung der Minute Papers, wo es nur um die Begriffe „Kalklöschchen“ und „Kalkbrennen“ ging, ermöglichte ihnen, mit der Formel und dem dazugehörigen chemischen Namen von Kalk, zu arbeiten.

Nach einer Untersuchung der Häufigkeit der verwendeten Begriffe konnte festgestellt werden, dass „Kalkbrennen“ und „Kalklöschchen“ eindeutig am häufigsten von allen verwendet wurden. Sie sind die wichtigsten Fachbegriffe des technischen Kalkkreislaufes.

Die nächste Frage lautete, ob die Schüler den Begriff „Kalkbrennen“ kennen und was sie sich darunter vorstellen. Folgende Tabelle gibt ihre Antworten wieder:

„Kalkbrennen“ (1):	„Kalkbrennen“ (2):
<p><i>I: Habt ihr schon einmal den Begriff „Kalkbrennen“ gehört?</i></p> <p>C: Vielleicht auch aus Kalk was herstellen in Ofen.</p> <p>B: Vielleicht auch Kalkformen.</p>	<p><i>I: Was verstehst du unter „Kalkbrennen“?</i></p> <p>C: Kalk wird in den Ofen gestellt. [...] Wasser wird entzogen ... und Luft. ... CO₂.</p> <p>M: Nein, das Gegenteil. [...]</p> <p><i>I: Was wird beim Brennen wirklich abgegeben?</i></p> <p>C: Sauerstoff.</p> <p>B: Wasser.</p> <p>M: Sauerstoff und Wasser.</p> <p><i>I: Was ist, wenn ich Kalk erhitze, was geht weg? ... Könnt's euch noch an den Kalkkreislauf erinnern?</i></p> <p>C: Das war das, was wir aufgeschrieben haben.</p> <p><i>I: [Erklärung] Was geht weg?</i></p> <p>C: Calcium.</p> <p>B: Oxid. [...]</p> <p>C: CO₃.</p> <p>M: CO₂.</p>

Die ersten Assoziationen, die die Schüler zu dem Begriff „Kalkbrennen“ äußerten, waren sehr logisch und nachvollziehbar. „Brennen“ wurde sofort in Beziehung mit „Ofen“ gebracht. Auf sprachlichem Niveau sind schwere Mängel sichtbar, da die Aussage von C unvollständig ist und Fallfehler aufweist. Die Sprache der Schüler im zweiten Interview ist in grammatikalischer Hinsicht eindeutig korrekter, obwohl ihre Antworten oft nur stichwortartig sind: „Sauerstoff“, „Calcium“ oder „CO₂“. Es ist zu beobachten, dass Sätze mit vielen Fachbegriffen kurz sind, während alltagssprachliche Äußerungen, die wenige Termini enthalten, länger sind: „Nein, das Gegenteil“ oder „Das war das, was wir aufgeschrieben haben“. In fachlicher Hinsicht sind die Antworten des zweiten Interviews sehr fehlerhaft. Ihre erste Idee, dass man Kalk in den Ofen stellt, also die Temperatur erhöht, wurde im Unterricht bestätigt und somit als Wissen gefestigt. Allerdings können sie nicht eindeutig wiedergeben, ob es nun Wasser oder CO₂ oder Luft ist, das aus der Verbindung CaCO₃ abgespalten wird. Es folgte daraufhin eine Aneinanderreihung von diversen Fachbegriffen, die keineswegs mit der chemischen Reaktion übereinstimmten: „Sauerstoff“, „Wasser“ oder „Sauerstoff und Wasser“. Erst die Erinnerung von C an seine Notizen im Unterricht brachte die Schüler schließlich auf die richtigen Ergebnisse, dass es Kohlenstoffdioxid sein müsste. Es schien sich dabei um das Raten der Antwort zu handeln, was schließlich mit „CO₂“ endete.

Die Frage nach der Beschreibung von „Kalklöschen“ brachte folgende Erklärungen der Schüler:

„Kalklöschen“ (1):	„Kalklöschen“ (2):
<p><i>I: Und was ist „Kalklöschen“?</i></p> <p>B: Abkühlen.</p> <p>M: Wenn's schon erhitzt wurde, mit Wasser abkühlen. Dann ist es fest. [...]</p> <p>C: Dann hat man gelöschten Kalk. Das hab ich in der Schule schon mal gehört.</p>	<p><i>I: Was ist „Kalklöschen“?</i></p> <p>B: Wasser dazugeben.</p> <p><i>I: Was passiert, wenn ich Wasser dazugebe?</i></p> <p>M: Es härtet.</p> <p><i>I: Stellt euch vor: diese Formel plus diese Formel? Was kommt da raus?</i></p> <p>C: Ca....</p> <p>M: CH...</p> <p>C: HO₂...</p> <p><i>I: [Erklärung] Wie heißt das?</i></p> <p>C: Calciumhydroxid.</p>

Bei „Kalklöschchen“ ist eine ähnliche Entwicklung erkennbar: Da es sich dabei ebenso um einen regelmäßig motivierten Begriff handelt, bringen die Schüler gleich zu Beginn des ersten Interviews „Kalklöschchen“ mit „Wasser“ in Zusammenhang. Allerdings verbinden sie damit den physikalischen Vorgang der Temperaturniedrigung und nicht eine chemische Reaktion. M hat die Idee, dass nach Zugabe des Wassers die Substanz „fest“ wird. Diese Fehlvorstellung ändert sich im Laufe des Unterrichts nicht, wie das zweite Interview mit seiner Antwort „Es härtet“ auf die Frage nach der Zugabe von Wasser, zeigt. Trotz längerem Nachfragen und mehrerer Versuche, das richtige Produkt des Löschprozesses zu nennen, kommen die Schüler nicht auf die chemische Formel von gelöschtem Kalk.

Folgende Antworten wurden auf die Frage, was „Keramik“ sei, gegeben:

„Keramik“ (1):	„Keramik“ (2):
<p><i>I: Was ist Keramik?</i> B: Ein Kunststoff. M: Aus Ton oder so. <i>I: Was ist Ton?</i> M: Ähnlich wie Beton. C: Das muss man auch zuerst formen. B: Es ist formbar. <i>I: Was hat Keramik für Eigenschaften?</i> B: Es ist brüchig. B: Man kann viele verschiedene Formen damit machen. M: Ja aber nur wenn's noch weich ist.</p>	<p><i>I: Was ist Keramik, M.?</i> M: [Zögern] Das ist z.B. so da kann man Blumen rein geben als Vase oder Gefäße halt und ... also es wird gebrannt aus ...Ton.</p>

„Keramik“ war inhaltlicher Hauptbestandteil des Gruppenpuzzles der dritten Unterrichtsstunde. Noch bevor sie von Baustoffen lernten, brachten sie mit „Keramik“ zuerst „Kunststoff“ in Verbindung. Sie nennen einige Eigenschaften von Keramik, die sie aus dem Alltag kennen, wie „brüchig“ oder „formbar“. Die Antworten im zweiten Interview reduzierten sich auf Informationen, die sie bereits vor dem Unterricht gewusst hatten: dass man sie als Gefäße verwenden kann und sie aus Ton gebrannt werden.

Die Interviewerin stellte im Anschluss daran die Frage, was „Kristallwasser“ sei. Die Schüler antworteten wie folgt:

„Kristallwasser“ (1):	„Kristallwasser“ (2):
<p><i>I: Was ist ein Kristallwasser?</i></p> <p>C: Kristallgitter [...] Gelesen hab ich's. [...] Ionen.</p> <p>B: Ist aus einem Kristallgitter aufgebaut.</p> <p><i>I: Aber was ist ein Kristallwasser?</i></p> <p>B: Von den Bergen. Oder Salzwasser vom Meer.</p> <p>C: Kalkkristalle.</p> <p>B: Eiskristalle.</p>	<p><i>I: Was ist Kristallwasser?</i></p> <p>B: Kalk... Gips.</p> <p><i>I: Wie viele Moleküle Wasser sind im Gips drinnen?</i></p> <p>B: 50 Prozent. [...] Zwei.</p> <p><i>I: Was passiert, wenn ich Gips erhitze?</i></p> <p>B: Wasser abgeben. Er wird hart.</p>

Auf die Frage nach der Bedeutung von „Kristallwasser“ antworteten die Schüler mit „Kristallgitter“. Die Verbindung von „Kristallgitter“ und „Ionen“ ist zwar richtig, hat aber nichts mit der eigentlichen Frage zu tun. Erst nach dem Unterricht können die Schüler „Kristallwasser“ dem Begriff „Gips“ zuordnen. Sie erklären, dass bei Temperaturerhöhung dem Gips Kristallwasser entzogen und er somit hart wird.

8.1.2 Video- und Audioanalyse

Die Videoaufzeichnungen dienen zur Analyse verbaler Kommunikationen im Unterricht. Soweit es möglich war, wurden dieselben Begriffe wie in den Interviews zur Untersuchung herangezogen. Alle vier Unterrichtsstunden wurden sowohl mit zwei Kameras, welche von unterschiedlichen Perspektiven auf die Kleingruppe gerichtet waren, als auch mit einem Audiogerät, das am Tisch der Gruppe lag, aufgezeichnet. Für die Entwicklung der Termini relevante Sequenzen wurden gewählt und transkribiert (siehe Anhang 8). Die Äußerungen bezüglich der Begriffe „Abbinden“, „Gips“, „Kalkbrennen“, „Kalklöschchen“ und „Keramik“ werden in diesem Abschnitt dargestellt und beschrieben.

„Abbinden“: (*Lückentext, Phase E*)

- C: „Abbinden“ haben wir noch nicht.
- B: Abgabe von Abbinden?
- C: Nein! Da muss was falsch sein. Da hamma auch zweimal „Löschen“. Aufnahme von Wasser ist aber nicht „Löschen“ [...].
- C: Ist Abgabe von Wasser und Abgabe von Kohlenstoffdioxid das gleiche? (*Ausarbeitung mit Buch, Phase E*):
- C: Was versteht man unter „Abbinden“? [...] es wird der Mörtel wieder mit Wasser vermengt [...] und wird wieder fest zu Mörtel. [...] Der Mörtel wird mit Wasser und Sand vermischt, wird wieder fest zu Mörtel.

In diesem Teil des Unterrichts bestimmt C eindeutig die Diskussion. Er zieht logische Schlüsse aus dem Lückentext und lässt seine beiden Kollegen an seinen Erkenntnissen teilhaben. Er fragte, ob „Abgabe von Wasser“ und „Abgabe von Kohlenstoffdioxid“ das gleiche sei, erhielt dafür jedoch keine Erklärung. Weder seine Freunde, noch das Schulbuch konnte ihm die Bedeutung von „Abbinden“ klar machen, woraufhin er den Satz „es wird der Mörtel wieder mit Wasser vermengt...“ abschreibt, aber nicht zu verstehen scheint.

„Gips“: (*Ausarbeitung mit Buch, Phase E*)

- C: „Kaso vier“ Calciumsulfid. Oja. $\text{CaSO} - \text{O}$ ist Oxid – Calciumoxid [...].
- C: Nein. [...] Calciumhydroxid. Das ist Calciumhydroxid. Glaub ich. [...] Nein, falsch. Muss Calciumsulfid sein. [...]
- C: Baugips. (*C liest vom Buch ab*) Zur Herstellung von Baugips wird das wasserhaltige Calciumsulfat auf 130°C erhitzt. (*Notiert und spricht*): Wasserhaltiges Calciumsulfat wird auf 130°C erhitzt und wird dabei fest. [...] und die Kristalle zerfallen. Baugips wird zermahlen, ist gleich Stuckgips, und kommt schnell in den Handel. Gips bei höherer Temperatur brennen, ist gleich Estrichgips.

In dieser Sequenz sind die einzelnen Gedankenschritte der Schüler gut nachvollziehbar. Die Aufgabe besteht darin, die chemisch korrekte Bezeichnung für Gips zu finden. Die Namensgebung beginnt „Kaso vier“, einer sehr bildlichen Ausdrucksweise für CaSO_4 . Der Schwefel in dieser Verbindung lässt C auf ein „Sulfid“ schließen, der Sauerstoff somit auf ein „Oxid“. Sein logisches Ergebnis lautet „Calciumoxid“. Nach der Erwägung, Gips könnte „Calciumhydroxid“ sein, war er erneut herausgefordert, den Schwefel einzubringen. Schließlich notierte er „Calciumsulfid“ für die Verbindung CaSO_4 .

„Kalkbrennen“: (*aus Lückentext, Phase E*)

- M: CaCO_3 gibt Wasser ab.
 - C: Minus H_2O ah O_2 ah [...].
 - M: Ist gleich CaO .
 - C: Ja ok. Schreiben wir einfach hin „minus Wasser“. [...] Das ist die Lösung: das da ist „Löschen“ und das da „Abbinden“. Das ist Löschen. [...] so und das ist jetzt CaO plus Wasser [...] ist gleich $\text{Ca}(\text{OH})_2$ minus Kohlenst...
- B schreibt alles von C ab.*
- M: Plus!!
 - C: Aja, plus Kohlenstoffdioxid. [...] ist gleich CaCO_3 .

„Kalklöschen“: (aus Lückentext, Phase E)

- L: Dieses Calciumoxid wird dann in weiterer Folge gelöscht. Was verbindet ihr mit dem Begriff löschen?
- ...: Wasser.
- ...: Wasser drauf gießen. [...] [...]
- C: Nein, da ist der Vorgang gemeint. „Löschen“ heißt der Vorgang.

Das Gruppengespräch zeigte, dass sich die Schüler mit dem Sachverhalt ernsthaft auseinandersetzten. Obwohl sie in der ersten Reaktion den Ausgangsstoff und das Produkt kannten, lösten sie die Reaktionsgleichung nicht, sondern beschrieben sie nur in Worten, um diesem Problem zu entkommen: „Minus H_2O [...] schreiben wir einfach hin ‚minus Wasser‘“.

„Keramik“: (Gruppenpuzzle, Phase H)

Expertengruppe:

- C (liest B vor): Porzellan wird hergestellt durch Brennen. Besteht aus Ton, mineralhaltigen C-Stoffen.
- ...: Ist dauerhaft spülmaschinenfest.
- C: Lehmziegel Pfeil ... was steht da? Irgendeine Keramik.
- B: Ist das alles?
- C: Ja. Und dann noch: Beginn Feinkeramik ... Majolika. Man schreibt's übrigens groß, weil's ein Nomen ist und dazwischen g'hört ein Beistrich.
- B: Noch was?
- C: Nein. Die Fachbegriffe kannst ja selber abschreiben.

Stammgruppe:

- B: Besteht aus Ton, mineralhaltigen C-Stoffen, beginnt mit einfachen Lehmziegeln.
- C: Das sind doch keine Eigenschaften!
- B: Lehmziegeln ist Grobkeramik. Beginn: Feinkeramik, Manjolika, Fayence, Steingut, Steinzeug und spülmaschinenfest.
- C: Hast du überhaupt eine Ahnung, was du da aufgeschrieben hast?

- B: Ja was, die haben das so aufgeschrieben.
- C: Dann schreib nur das auf, was du verstehst!
- M: Ziegel dehnen sich bei Temperaturschwankungen weniger aus. Sehr hohe Wärmedämmung und die Dicke von 11,5 cm.

In der ersten Szene sah man, dass C, obwohl er in einer anderen Gruppe arbeitete, zu B ging und ihm auf dessen Bitte hin, die Ausarbeitung vorlas. Für C stellte dies kein Problem dar, half ihm und ging wieder zurück in seine Gruppe.

Das Abgleichen der Ergebnisse in der Stammgruppe bewies, dass B nicht wusste, was er von den Mädchen abgeschrieben bzw. C ihm angesagt hatte. C besserte ihn immer wieder aus und tadelte ihn sogar, weil er offensichtlichen Unsinn vorlas. Der Begriff „spülmaschinenfest“ und „Dicke von 11,5 cm“ wurden ohne Überlegung vom Internet abgeschrieben. Der sprachliche Ausdruck von B war sowohl mündlich, als auch schriftlich sehr schwach. Die Informationen, die er den anderen weitergab, enthielten weder Subjekt, noch war der Satzbau korrekt: „Besteht aus Ton, mineralhaltigen C-Stoffen, beginnt mit einfachen Lehmziegeln“. Er konnte nicht erklären, was C-Stoffe sein sollen und ließ die Aneinanderreihung von zusammenhangslosen Ausdrücken ohne weitere Begründung im Raum stehen. C kritisierte ihn stark, konnte aber keine Verbesserung der Informationen erreichen.

8.1.3 Concept Maps (CM)

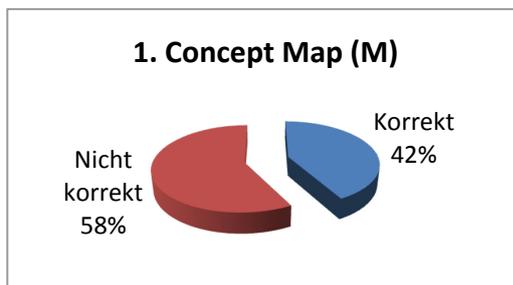
Die ausgewerteten CM, die von den Schülern M, C und B vor und nach der Unterrichtseinheit zum Thema „Baustoffe“ erstellt wurden, sind wie folgt dargestellt. Eine „Proposition“ ist die kleine Einheit eines CM und besteht aus zwei Wörtern und einem dazwischenliegenden Pfeil, der das Verhältnis der beiden Wörter zueinander beschreibt. Es wurden zunächst alle Propositionen gezählt, nach sprachlicher und inhaltlicher Richtigkeit bewertet und schließlich auffallende Veränderungen einzelner Verbindungen hervorgehoben und analysiert. Die erstellten Begriffslandschaften der Schüler sind im Anhang 7 zu finden. Die Propositionen stellen allesamt gleichwertige Vernetzungen dar, worin keine hierarchische Ordnung erkennbar ist.

Die Sätze 1-3 in folgender Aufzählung sind Beispiele für richtig bewertete Propositionen, 4-6 für nicht korrekt beurteilte:

1. Beton besteht aus Zement/Wasser/Sand. (B)
2. Stahlbeton hat große Stabilität. (C)
3. Kalk wird technisch verarbeitet. (M)
4. Baustoff benutzt für Brücken- Häuserbau. (B)
5. Brennen gibt Wasser ab. (C)
6. Baustoffe ist Beton. (M)

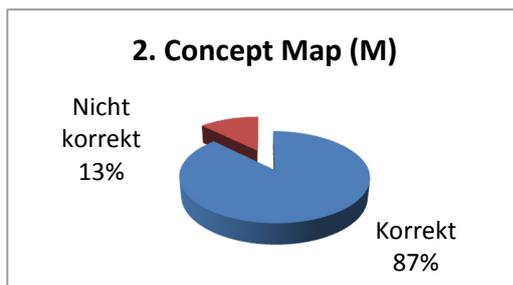
Erstes CM (M), Phase B:

- 19 Propositionen, davon eine Doppelverbindung in einem Satz.
- Sprache und Inhalt bei 8 von 19 Verbindungen korrekt.
- Sprache und Inhalt bei 11 von 19 Verbindungen nicht korrekt.



Zweites CM (M), Phase H:

- 16 Verbindungen, davon eine Doppelverbindung in einem Satz.
- Sprache und Inhalt bei 14 von 16 Verbindungen korrekt.
- Sprache und Inhalt bei 2 von 16 Verbindungen nicht korrekt.

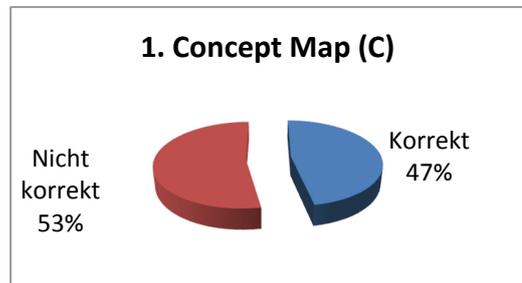


Das erste CM von M wies starke sprachliche und inhaltliche Fehler auf. Es ist erstaunlich, dass das zweite CM im Vergleich zum ersten eine Verbesserung um 45 Prozentpunkte zeigte. Der Satz „Baustoffe ist Beton“ lautete im zweiten CM „Beton ist ein Baustoff“. Dabei wurde die Satzstellung verändert und ein unbestimmter Artikel eingefügt. Eine syntaktische Erweiterung der Alltagssprache ist somit erfolgt. Weiters wurde der Satz „Stahlbeton gibt große Stabilität“ zu „Stahlbeton gibt große Stabilität bei Brücken- und Häuserbau“ als Doppelproposition erweitert. Allerdings formulierte M den Satz „Kristallwasser für Brücken und Häuserbau“ bei beiden CM ident, aber nicht korrekt. Chemische Formeln wurden erst im zweiten CM eingebracht: „CaCO₃ ist ein Baustoff“ und „CaCO₃ gibt Wasser ab“. Obwohl M zweimal die Formel für Kalk verwendete, konnte er sie im zweiten Beispiel inhaltlich nicht korrekt

wiedergeben. M brauchte im ersten CM „Marmor“ zweimal, davon jedoch nur einmal richtig. Im zweiten CM kam dieses Wort kein einziges Mal vor.

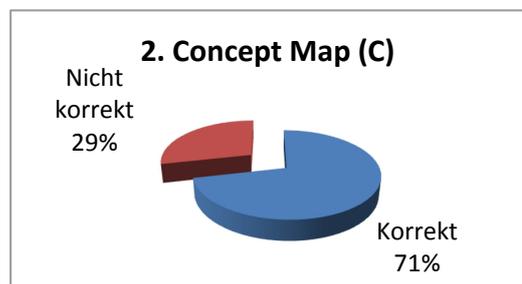
Erstes Concept Map (C), Phase B:

- 17 Verbindungen, keine Doppelverbindung in einem Satz.
- Sprache und Inhalt bei 8 von 17 Verbindungen korrekt.
- Sprache und Inhalt bei 9 von 17 Verbindungen nicht korrekt.



Zweites Concept Map (C), Phase H:

- 14 Verbindungen, davon eine Doppelverbindung in einem Satz.
- Sprache und Inhalt bei 10 von 14 Verbindungen korrekt.
- Sprache und Inhalt bei 4 von 14 Verbindungen nicht korrekt.

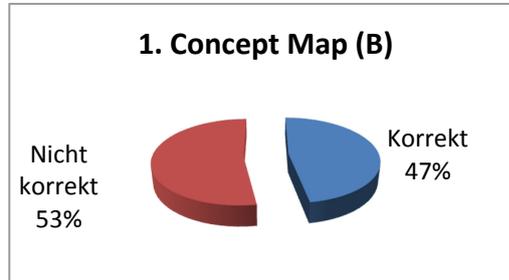


Das erste CM des Schülers C hatte bereits einen hohen Anteil an korrekten Verbindungen. Es konnte eine Verbesserung um 27 Prozentpunkte beobachtet werden. Vor allem im Satzbau und in der Verwendung feinerer Ausdrücke machte sich dies bemerkbar: Aus „Baustoff verwenden für Brücken- und Häuserbau“ und „Stahlbeton wichtig für Brücken- und Häuserbau“ wurde „Stahlbeton wurde verwendet für Brücken- und Häuserbau“. Die Passivkonstruktion ist ein Merkmal der chemischen Fachsprache, denn sie stellt die Sachverhalte neutraler dar. Wie auch der Schüler M fügte C im zweiten CM wichtige Wörter, wie den unbestimmten Artikel, hinzu: Der Satz „Baustoff ist Beton“ entwickelte sich zu „Beton ist ein Baustoff“. Ebenso die Doppelverbindung „Beton Mischung Stahl ist Stahlbeton“ ließ eine positive Veränderung zu einem sprachlich korrekten Ausdruck erkennen: „Beton/Stahl ist ein Teil von Stahlbeton“. Obwohl C offensichtlich im ersten CM bereits viele Inhalte richtig gedacht hatte, konnte er sie erst im zweiten CM mit sprachlicher Richtigkeit ausdrücken. Der Versuch, durch die Änderung der Satzstellung eine korrekte Proposition zu erstellen, schlug in zwei Fällen fehl: Zum einen konnte „Kalk wird Kalkgestein“ im zweiten CM als „Kalkgestein aus Kalk“ nicht richtiggestellt werden, zum anderen ist keine positive Entwicklung des Satzes „Brennen von Ton und Kalk ist Brennen“ zu „Brennen ist gleich Brennen von

Ton und Kalk“ erkennbar. Der Begriff „Marmor“ wurde im ersten CM, jedoch nicht im zweiten verwendet. „Gips“ zeigt den umgekehrten Fall. Es wurde nicht im ersten, allerdings im zweiten CM vom Schüler aufgegriffen.

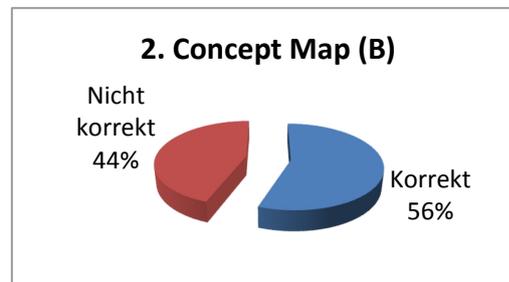
Erstes Concept Map (B), Phase B:

- 19 Verbindungen, keine Doppelverbindung in einem Satz.
- Sprache und Inhalt bei 9 von 19 Verbindungen korrekt.
- Sprache und Inhalt bei 10 von 19 Verbindungen nicht korrekt.



Zweites Concept Map (B), Phase H:

- 18 Verbindungen, keine Doppelverbindung in einem Satz.
- Sprache und Inhalt bei 10 von 18 Verbindungen korrekt.
- Sprache und Inhalt bei 8 von 18 Verbindungen nicht korrekt.



In der Videoaufzeichnung war erkennbar, dass B sehr oft in das CM seines Kollegen C schaute. Man konnte davon ausgehen, dass er bei einer selbstständigen Produktion des CMs andere Ergebnisse geliefert hätte. Abgesehen davon wurde eine Verbesserung der Anwendung der Termini um lediglich 9 Prozentpunkte erreicht. Die CM von B waren relativ schwierig auszuwerten, da er Linien anstatt Pfeile zeichnete und wenig vergleichbare Propositionen vorlagen. Sätze, die B im ersten CM richtig schrieb, waren im zweiten CM schließlich falsch und umgekehrt: „Stahl plus Beton ist Stahlbeton“ war zuerst als korrekt, „Stahlbeton besteht aus Beton Stahl“ hingegen als falsch zu bewerten. Richtige Phrasen des ersten CMs, wie „Keramik besteht aus Ton“ oder „Gips gibt Wasser ab“, wurden kein zweites Mal geschrieben. „Stahlbeton ist große Stabilität“ entwickelte sich im positiven Sinne zu „Stahlbeton hat große Stabilität“. Im zweiten CM verwendete B die zwei wichtigen Formeln CaCO_3 und CaSO_4 , bildete jedoch keine grammatikalisch korrekten Sätze: „Kalk Formel CaCO_3 “ und „Gips Formel CaSO_4 “.

8.1.4 Minute Papers (MP)

Die sogenannten Minute Papers wurden ohne Vorankündigung vor und nach der Übung zur selbstständigen Ausarbeitung zum Thema „Kalk brennen und löschen“ ausgegeben. Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf die MP vor (1) und nach (2) der Übung. Jedes MP bestand aus zwei Fragen (A und B), die in beiden MP ident waren.

Frage A: Was versteht man unter „Kalkbrennen“? (Formel und Worte)

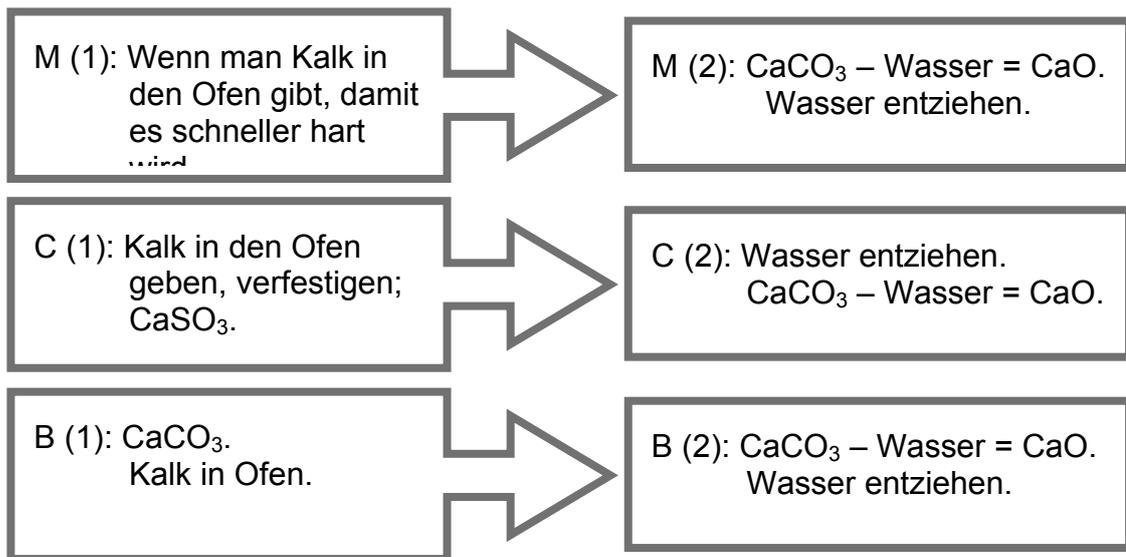


Abbildung 25: Minute Papers von M, C und B vor der Fragensausarbeitung (eigene Darstellung).

Die Schüler M und C formulierten den Begriff „Kalkbrennen“ im ersten MP sinngemäß als das „Hartwerden von Kalk“. Dieser Gedanke hat sich dahingehend geändert, dass sie im zweiten MP den Begriff lediglich auf den chemischen Vorgang zu reduzieren versuchten. Die Information über die Temperatur bzw. den „Ofen“ haben beide schließlich ausgespart. M hat in MP (1) keine Formel geschrieben. MP (2) war trotz seines Bemühens, eine chemische Formel zu verwenden, weder inhaltlich noch sprachlich korrekt. C schrieb in seinem ersten MP, dass Kalk durch das Erhitzen „verfestigt“ wird. Abgesehen davon, dass er zu Beginn bereits die falsche Formel für Kalk, CaSO_3 , verwendete, wies das zweite MP ebenso inhaltliche und sprachliche

Mängel auf. B stellte als einziger die richtige Formel für Kalk bereits im MP (1) auf.

Frage B: Was versteht man unter „Kalklöschen“? (Formel und Worte)

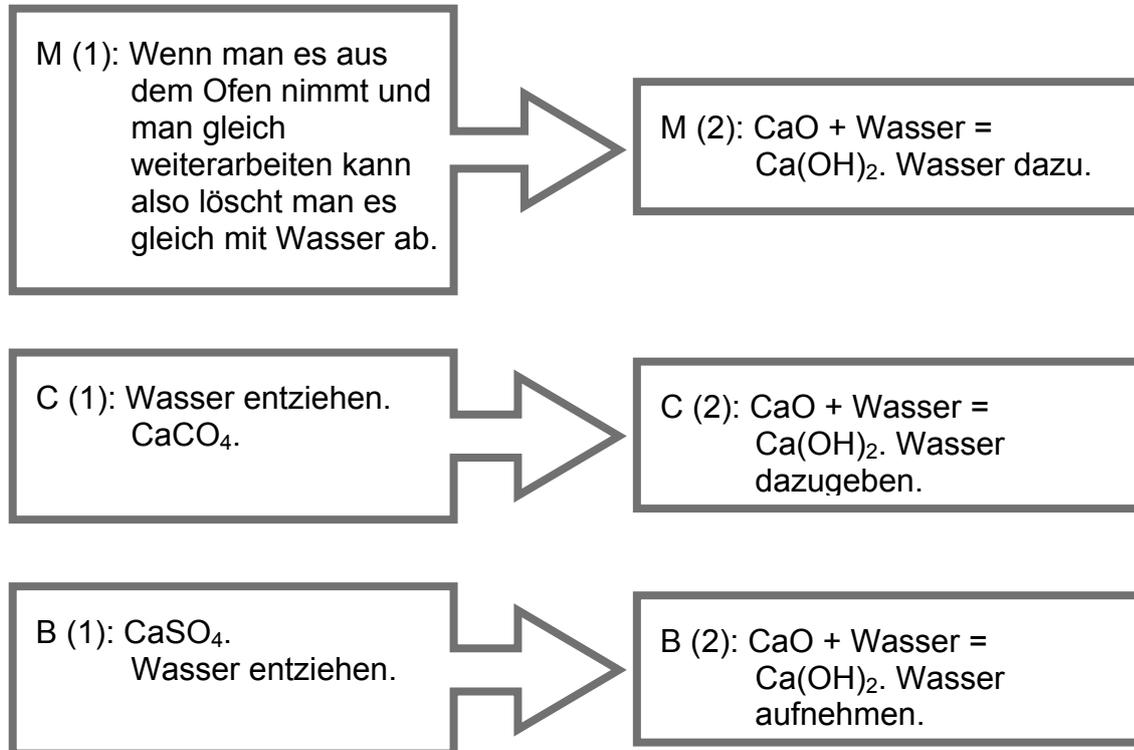


Abbildung 26: Minute Papers von M, C und B nach der Fragensausarbeitung (eigene Darstellung).

Die Vorstellung von M von „Kalklöschen“ ging im MP (1) mit dem Begriff „Kalk abkühlen“ einher. Er beschrieb ausführlich, dass Kalk, „wenn man es aus dem Ofen nimmt“ zuerst abgekühlt, also angreifbar gemacht werden muss, damit „man gleich weiterarbeiten kann“. Im zweiten MP verschwand wiederum diese Beschreibung und M schrieb ausschließlich chemische Begriffe auf. C brachte zu Beginn mit dieser Frage „Wasser entziehen“ in Verbindung und verwendete sogar eine falsche Formel für Kalk. B schrieb die Formel für „Gips“ auf und auch er beschrieb „Kalk löschen“ mit „Wasser entziehen“. Alle drei Schüler kamen im zweiten MP schließlich auf das richtige Ergebnis, dass „Kalklöschen“ nichts anderes als die Reaktion von „Branntkalk“, CaO , mit Wasser sei.

8.2 Interpretation der erhobenen Daten

Eine Funktion der Analyse ist die Erklärung für gewisse Phänomene, die erst durch die Analyse sichtbar und bewusst gemacht werden, wie z.B:

- Wahrnehmen von Ereignissen
- Einschränkung der vielen Eindrücke
- Ordnung und Strukturierung von Eindrücken zu einer Theorie der Situation
- Sehen von Zusammenhängen verschiedener Beobachtungen
- Interpretation vom Bild der Situation, Schlussfolgerungen
- Kritische Prüfung des Bildes der Situation (vgl. Altrichter 2007, S. 182).

Für die Interpretation der erhobenen Daten, wurden einzelne Äußerungen zu chemischen Fachbegriffen gewählt, die sowohl positive, als auch negative Entwicklungen der Sprache zeigen. Die Unterrichtssituationen wurden beobachtet und analysiert, um beeinflussende Faktoren für die stattfindenden Prozesse zu erkennen. Mein persönliches Ziel dieser Interpretation ist es, Begründungen für die beschriebenen Beobachtungen zu finden, Zusammenhänge zu bewerten und meine eigenen Eindrücke oder Erkenntnisse dem Leser und der Leserin mitzuteilen.

Die Probanden werden weiterhin als B, C und M bezeichnet.

8.2.1 Interview

Ich hatte während der Interviews den Eindruck, dass der Schüler C weder vor der Kamera, noch vor mir, der Interviewerin, Angst hatte, weil er wusste, dass er in fachlicher Hinsicht viele Antworten geben könnte. M wirkte auf mich eher schüchtern und hielt sich in unsicheren Momenten lieber zurück, als falsche Aussagen von sich zu geben. Erst mit der Zeit verlor er diese Hemmungen und beteiligte sich rege am Interview. Die Äußerungen von B waren oft sehr spontan und unüberlegt und er schien, keine Angst vor dem Interview oder vor falschen Antworten zu haben.

Die Bedeutung des Begriffes „Abbinden“ ist meines Erachtens den Schülern nie eindeutig klar geworden. Möglicherweise lag es daran, dass er in

der ersten Stunde erst nach dem Läuten in die Pause hinein erklärt wurde. Die Schüler und Schülerinnen waren gedanklich wahrscheinlich nicht mehr beim Chemieunterricht.

Die Schüler brachten bereits im ersten Interview den Vorschlag, dass „Kalkbrennen“ in irgendeiner Weise mit „Ofen“ in Verbindung steht. Es handelt sich bei diesem Fachbegriff um einen regelmäßig motivierten Terminus (siehe 5.1.1.1), den die Lernenden in zwei sinnvolle Untereinheiten geteilt haben und sie im Zuge dessen auf seine Bedeutung rückschließen konnten. Dasselbe Phänomen ist bei dem Wort „Kalklöschchen“ erkennbar, das die Schüler bei beiden Interviews sofort in Verbindung mit Wasser brachten. Fachbegriffe dieser Art werden generell besser gemerkt, da sie stärker an bestehendes Vorwissen anknüpfen. Der Terminus „Kristallwasser“ zeigte eine schwach positive Entwicklung zwischen den beiden Interviews. Die Motiviertheit des Begriffes brachte in diesem Fall hingegen keine Erleichterung des Verständnisses mit sich, da die Untereinheit „Kristall“ nicht bekannt war. Sie nannten den Begriff „Kristallgitter“, da sie ihn bereits gelernt hatten und er sich ähnlich anhörte. Die Äußerung „Eiskristalle“ lässt auf die Idee von B schließen, dass Wasser in seinem festen Zustand Kristalle bildet und so für ihn der Begriff „Kristallwasser“ erklärbar ist. Anhand des Interviews könnte man glauben, die Schüler hätten diesen Begriff in ihr chemisches Fachwissen aufgenommen, da sie „Kristallwasser“ sofort in Verbindung mit „Gips“ brachten. Die Concept Maps zeigten allerdings, dass die Schüler den Fachausdruck kaum verstanden hatten.

Was die chemischen Formeln betrifft, habe ich bemerkt, dass sie die Schüler sehr ungenau verwenden. „Zaso vier“ anstelle von „Calciumsulfat“ deutet auf einen groben Mangel an Kenntnissen der chemischen Fachsprache hin. Durch langes Nachfragen im Interview erhielt ich schließlich das richtige Ergebnis. Dasselbe Phänomen war bezüglich „Kalk“ sichtbar. Anscheinend hatten die Schüler über alle Übungen hindurch „Zazo drei“ verwendet. Im zweiten Interview wurde diese Antwort schnell und ohne Denkpause gebracht. Das führe ich darauf zurück, dass durch die vielen Übungen, in denen sie mit Calciumcarbonat konfrontiert waren, die synonyme Anwendung der Ausdrücke „Kalk“ und „CaCO₃“ zu einer Art Selbstverständlichkeit geworden sind.

Nachdem ich fragte, wie nun diese Formel wissenschaftlich korrekt lautete, mussten sie kurz überlegen, fanden aber bald die richtige Formel „CaCO₃“ und schließlich auch die genaue Aussprache „Calciumcarbonat“. Dass sie nicht sicher mit Formeln und Symbolen umgehen konnten, begründe ich damit, dass sie im Unterricht zu wenige Möglichkeiten hatten, zu Wort zu kommen. Ich finde die Idee von Gruppenarbeiten in dieser Hinsicht sehr förderlich. Generell sind die Schüler und Schülerinnen bei so wichtigen Ausspracheübungen oft auf sich alleine gestellt und es begleitet sie niemand, der sie korrigiert. Ich denke, dass sie sogar noch im Rahmen des abschließenden Interviews ihren verbalen Ausdruck von Formeln verbessern konnten.

Kreisläufe zu verstehen ist nicht einfach. Gerade in naturwissenschaftlichen Fächern sollte das Prinzip von Kreisläufen so früh wie möglich eingeführt und geübt werden, da sie vielen natürlichen Phänomenen zugrunde liegen. Die Schüler und Schülerinnen müssen entweder das Prinzip von Kreisläufen bereits zuvor durchblickt haben, um die Bedeutung und Kombination von „Kalklöschchen“ und „-brennen“ rasch zu verstehen oder sie eignen sich die Kompetenz in umgekehrter Reihenfolge an: zuerst werden ihnen die Begriffe „Kalklöschchen“ und „-brennen“ klar gemacht und erst danach wird ihnen der Zugang, zirkuläre Prozesse zu begreifen, eröffnet. Um das Verständnis chemischer Prozesse zu fördern, sind Schülerversuche zu diesem Thema sehr hilfreich (siehe 5.2.4). Wichtig ist, Fehlvorstellungen, wie z.B., dass „Löschchen“ stets etwas mit „Feuer“ zu tun habe, im Bezug auf Baustoffe gleich zu Beginn aufzugreifen und zu bearbeiten. Dass der Kalkkreislauf in seinem Wesen von den Lernenden nicht erfasst wurde, führe ich auf die Formelvielfalt zurück. Da sie dem Rechnen mit Formeln anscheinend noch nicht gewachsen waren, lief das „Verstehen“ des Sachverhaltes trotz mehrmaliger Wiederholung auf ein reines Auswendiglernen hinaus.

Anhand des Interviews kann man erkennen, dass das Notieren von wichtigen Formeln oder Begriffen die Erinnerungsfähigkeit steigerte. C hat sich selbst und die anderen Schüler erinnert, dass sie die Gleichung für „Kalkbrennen“ im Unterricht aufgeschrieben hatten. In dem Moment, wo man Informationen zu Papier bringt, prägen sich Wörter und Fachinhalte oft rascher im Gedächtnis ein. Befinden sich die Jugendlichen im Stadium des visuellen

Lernens, werden Schriftbilder oder z.B. ihre Positionierungen auf der Seite als Bilder gedanklich gespeichert und somit leichter abrufbar gemacht.

Die schwache Entwicklung des Begriffes „Keramik“ führe ich auf die Unterrichtsmethode des „Gruppenpuzzles“ zurück (siehe Anhang 8). Das abschließende Interview bestätigte, dass die Schüler in der dritten Unterrichtsstunde kaum etwas dazugelernt hatten. Sie konnten nach dem Unterricht weniger zu dem Begriff äußern, als sie es davor getan hatten. Diese enttäuschende Bilanz lässt mich darauf schließen, dass die Schüler im Beantworten der Fragen des zweiten Interviews sehr unsicher waren. Ihnen war doch bewusst, dass sie die Antworten eigentlich hätten wissen sollen, weil sie sich eine ganze Stunde damit beschäftigt hatten. Aus der Angst, sie könnten etwas Falsches sagen, gaben sie meiner Einschätzung nach lieber keine Antwort, um peinliche Situationen zu vermeiden. Ich schließe nicht aus, dass sie mir gegenüber ein schlechtes Gewissen hatten, weil ich sie doch beim Gruppenpuzzle scharf beobachtet und ihnen zu spüren gegeben hatte, dass das Herumtrödeln und Abschweifen von den Aufgaben zu keinem Fortschritt führte. Somit ist ersichtlich, dass ich als teilnehmende Beobachterin die Situation beeinflusst habe, was sich problematisch auf die Gültigkeit der erhobenen Daten auswirken könnte.

8.2.2 Videoanalyse

Die Videoanalyse stellte sich als geeignetes Instrument heraus, um die angewandten Unterrichtsmethoden auf ihren Einfluss auf die Fachsprachenentwicklung zu analysieren. Zu Beginn möchte ich meine allgemeinen Eindrücke schildern, die während der Aufzeichnungen entstanden und im anschließenden Teil wird der Fokus auf die Effizienz der gewählten Unterrichtsmethoden gelegt.

Ein stark beeinflussender Faktor für die Entwicklung der Fachsprache war die Gruppenkonstellation und die soziale Stellung der einzelnen Probanden. Anhand der Videoanalyse konnte ich feststellen, wer in der Kleingruppe welche Rolle einnahm: C war der „Experte“, von dem man immer abschreiben konnte, weil er gerne sein Wissen weitergab. Im Interview sagte C zu mir: „Ich möchte auch einmal Lehrer werden!“. Er kommentierte stets seine Denk- und

Arbeitsschritte und verfügte über eine sehr korrekte Alltagssprache. Er nahm sehr effizient Begriffe aus der Fachsprache auf und versuchte, mit ihnen zu arbeiten. Dass C sich als „Leiter“ der Gruppe fühlte, zeigte sich in der Aussage „WIR sind fertig“, obwohl er als einziger bereits alle Fragen beantwortet hatte. M ging kaum auf Diskussionen ein, sagte nur das Notwendigste und hatte oft Probleme, seine Gedanken zu verbalisieren. Fachlich hatte er einen guten Überblick über die gelehrt Sachverhalte, doch dieses Wissen schien, als bliebe es in seinem Kopf verschlossen. Das erkannte man daran, dass er Falschaussagen seiner Kollegen sofort und oft nur in einem Wort korrigierte:

- C: [...] so und das ist jetzt CaO plus Wasser [...] ist gleich $\text{Ca}(\text{OH})_2$ minus Kohlenst...
- M: Plus!!

B scheute sich nicht, seine Gedanken mitzuteilen. Sowohl fachlich, als auch privat waren sie jedoch oft von sehr wirrer und nicht nachvollziehbarer Natur. Über manche Äußerungen, wie „Abgabe von Abbinden“ (siehe Anhang 4), machten sich seine Schulkameraden lustig. Er wurde weder fachlich, noch menschlich besonders ernst genommen, von einer Ausgrenzung kann aber keinesfalls die Rede sein. Er war offensichtlich nicht beleidigt, dass er auf andere solch eine Wirkung hatte, denn er wusste, dass er kein „Streber“ war und auch nicht sein wollte. B ging es meines Erachtens im Unterricht hauptsächlich darum, die Aufgabenstellungen zu erfüllen, um eine positive Note zu erhalten. In einem Gespräch erklärte er sogar, dass ihn Chemie nicht sonderlich interessierte. Die fehlende Geduld und Motivation von B spiegelte sich in seinen Fragen an C wider: „Ist das alles?“ oder „Noch was?“. Die Haltung, die man gegenüber dem Fach bzw. der Lehrperson aufbringt, hat einen wesentlichen Einfluss auf den Lernerfolg. Lieblingsfächer gehen bei vielen Schülern und Schülerinnen mit ihren Lieblingslehrern und –lehrerinnen einher. B wirkte sehr unmotiviert, schrieb sehr schlampig (siehe Anhang 7) und schien, nicht zu überlegen, was er notieren sollte. Die Videoaufzeichnung des Gruppenpuzzles zeigte eine Szene, in der B der Stammrunde seine Ausarbeitungen präsentierte. Die Antworten waren für die zu beantwortenden Fragen irrelevant und zusammenhangslos, sodass C ihn fragte: „Hast du überhaupt eine Ahnung, was du da aufgeschrieben hast?“ Worauf B zur Antwort gab: „Ja was, die (Mädchen) haben das so aufgeschrieben!“ Daraus

ging deutlich hervor, dass er am Fachlichen kaum interessiert war und er nicht filtern konnte, welche Inhalte er aufnehmen bzw. anderen wiedergeben sollte.

Die Auseinandersetzung der Schüler mit dem Kalkkreislauf zeigte, dass sie mit den Formeln erheblich überfordert waren. Da sie nicht wussten, wie H_2O von CaCO_3 rechnerisch abzuziehen wäre, verließen sie die Ebene der Symbolsprache und schrieben „minus Wasser“. Sie erkannten nicht, dass die Differenz von CaCO_3 und CaO CO_2 ergab. Sie hielten an dem Gedanken fest, dass beim Brennen H_2O abgezogen werden müsste. Hätten die Schüler einen Überblick über das Kreislaufgeschehen gehabt, wäre bestimmt die Frage aufgetaucht, warum zuerst Wasser abgezogen und im direkt darauffolgenden Schritt wieder zugefügt würde. Obwohl diese Reihenfolge keinen Sinn ergab, wurde sie nicht hinterfragt. Aus diesem Grund dachten sie auch nicht an die Möglichkeit, dass ihre Reaktionen falsch sein könnten.

Ich hatte den Eindruck, dass das freie, gemeinsame Brainstorming die effizienteste aller angewandten Methoden, im Hinblick auf die verbale Beteiligung der Lernenden, war. Es fand in der ersten Stunde statt und wurde von den Fragen der Lehrerin geleitet. Die Schüler und Schülerinnen nahmen eifrig daran teil und sie schienen, den Großteil auch verstanden zu haben. Nachdem die Lehrerin eine Frage in die Klasse gestellt hatte, fasste sie die Antworten der Lernenden kurz zusammen. Das war für die Schüler und Schülerinnen insofern wichtig, da sie erstens die Antworten akustisch verstehen und zweitens falsche Aussagen richtiggestellt werden konnten. Manche der Lernenden waren sehr undiszipliniert und zeigten nur selten auf bevor sie ihre Meinung bzw. Wissen äußerten. Sie mussten ständig ermahnt werden, weshalb der Lärmpegel in dieser Unterrichtsstunde sehr hoch war.

Die Methode der selbstständigen Ausarbeitung von Fragen war zu Beginn bei den Schülern und Schülerinnen einigermaßen beliebt, nach häufigerem Wiederholen fühlten sie sich jedoch „im Stich gelassen“, wie C mir schilderte. Die Voraussetzung für den Erwerb der sozialen Fähigkeiten zum Arbeiten mit diesen Methoden, sind die sogenannten „Schlüsselqualifikationen“: die Fähigkeit zur Teamarbeit und die Bereitschaft zum selbstständigen Arbeiten. Das Ziel dahinter liegt in der Aneignung diverser Kompetenzen, wie z.B. die selbstständige Arbeitsplanung und Durchführung, das Benützen mehrerer

Informationsquellen und schließlich die Präsentation des Erarbeiteten. Durch interessante Fragestellungen und Phänomene kann und soll Neugierde auf Wissen bei den Lernenden erweckt werden (vgl. <http://www.grg11go.asn-wien.ac.at/>).

8.2.3 Concept Maps

Meines Erachtens war den Schülern und Schülerinnen bei der Erstellung des ersten CM nicht eindeutig klar, was sie zu tun hatten. Das ließ sich daran erkennen, dass sie erst beim zweiten CM darauf achteten, richtige und ganze Sätze zu bilden. Die ersten CM waren zum Großteil stichwortartige Verbindungen von Wörtern, obwohl vor der Ausarbeitung erklärt wurde, dass sie vollständige Sätze formulieren sollten. Außerdem war der Anteil an grammatikalisch richtigen Propositionen sehr gering.

Die zweiten CM der Probanden bestanden aus weniger Begriffen als ihre ersten CM, da sie offensichtlich nicht mehr genug Motivation hatten. Ein Schüler dieser Klasse beklagte sich in der letzten Unterrichtsstunde: „Warum müss’ma das schon wieder machen? Das ist ja immer dasselbe, das wir abschreiben!“ Es war sichtlich eine Sättigung des Interesses an diesem Thema erreicht. Den Schülern und Schülerinnen war offensichtlich zuvor nicht ausreichend klar geworden, welchen Zweck und welche Bedeutung die Concept Maps für ihr Lernen haben. Die Erschöpfung machte sich weiters durch die eilige Erstellung des CMs bemerkbar. Demotiviert und unkonzentriert übersah M, anders als beim ersten CM, u.a. einfache Begriffskombinationen, wie „Stahl und Beton ist Stahlbeton“. Trotz dieser Tatsache ist eine positive Veränderung der konzeptuellen Zusammenhänge bei den Lernenden erkennbar. Die Satzgefüge sind im zweiten CM deutlich gehobener, da sie Artikel und Präpositionen gebrauchten und auch Doppelverbindungen herstellten. Sie schienen in der Verwendung gewisser Begriffe viel sicherer und überzeugter zu sein, da sie auf unterschiedlichste Weise im Unterricht aufgegriffen worden waren. Begriffe, denen keine eingehende Besprechung voranging, zeigten weder positive noch negative Entwicklung: Der Satz „Kristallwasser für Brücken und Häuserbau“ wurde von M in beiden CM gleich geschrieben. Das bedeutet, dass er die Bedeutung von „Kristallwasser“ nicht

richtig erfasst hatte. Wahrscheinlich wurde aus demselben Grund der Begriff „Marmor“ im zweiten CM nicht mehr verwendet. C hat „Gips“ erst im zweiten CM genannt, da er sich bei der Ausarbeitung der Fragen im Unterricht als „Verantwortlicher“ für die Gruppenarbeit ausführlich damit beschäftigt hatte. Die Verwendung von Formeln zeigte zwar eine positive Entwicklung, aber vielmehr handelte es sich nur um eine scheinbare Verbesserung. M verwendete im zweiten CM zwar die Formel für Kalk, CaCO_3 , aber der Satz „ CaCO_3 gibt Wasser ab“ bewies, dass er nicht verstanden hatte, wie mit Formeln umzugehen ist. Es stellte sich ein weiteres Mal heraus, dass der Schüler das „Formeldenken“ noch nicht beherrschte. Er verwendete die Formel als ein Synonym für Kalk, hatte aber die Bedeutung dahinter nicht erkannt. Er wusste zwar, dass Wasser gleich H_2O ist, konnte aber rein rechnerisch nicht damit arbeiten. Er scheiterte an dem Versuch, H_2O von CaCO_3 abzuziehen. Aus diesem Grund schrieb er schließlich gar keine Reaktionsgleichung nieder und resignierte.

Die CM von B stellten eine gewisse Sonderform in der Auswertung dar. Er verließ sich bei der Erstellung der CM meistens auf seinen Nachbarn C, schrieb viele Ideen von ihm ab und es schlichen sich dabei häufig Fehler ein. Nach dem Vergleich der CM von B und C konnte ich feststellen, dass B fünf Propositionen von ihm kopiert hat und drei stark darauf hinweisen. Beide CM beinhalten überaus viele Schwächen bezüglich der Satzstellung. Offensichtlich hat er auch beim zweiten Durchlauf nicht eindeutig verstanden, welches Prinzip dem CM zugrunde liegt. Diese Behauptung möchte ich anhand der Aussage „Brennen reaktion Wasser abgeben“ belegen. Den Inhalt betreffend erkennt man, dass er die Thematik sehr wohl ernst nahm. Ich hatte oft den Eindruck, dass er die Methode des Concept Mappings als Ratespiel verstand und sich auf ein paar Glückstreffer verließ. Bei dem Satz „Kalk ist ein anderer Zustand Kalkgestein“ im zweiten CM stellte ich mir die Frage, woher er diese Information erhielt. Im ersten CM schrieb er noch „Kalk wird Kalkgestein“, aber während des gesamten Unterrichts ist kein einziges Mal der Begriff „Zustand“ im Bezug auf Kalk gefallen.

8.2.4 Minute Papers

Die Überprüfung anhand der Minute Papers mit denselben Fragen hatte den Sinn, herauszufinden, wie effizient die Schüler bei der Ausarbeitung des Lückentextes arbeiteten. Hätte man ihnen zuvor mitgeteilt, dass es kurze schriftliche Kontrollen zu diesem Thema gäbe, wären sie mit einer anderen Motivation an die Arbeit gegangen. Diese Motivation wäre auf das Ziel, gute Noten zu bekommen, zurückzuführen. Ich denke, sie hätten für ein Mitarbeitsplus der Aufgabe mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Ich hatte den Eindruck, dass die Schüler in dieser Ausarbeitung zu sehr auf sich alleine gestellt waren und sich dadurch etwas verlassen gefühlt haben. Die Bedeutungen von „Kalk brennen und löschen“ schienen, den Schülern sehr abstrakt zu sein und sie wussten nicht, ob ihre Antworten falsch oder richtig waren. Sie hatten auch nicht genug Ansporn, den Kreislauf zu durchblicken und ließen aus diesem Grund halbfertige Reaktionsgleichungen, wie „CaCO₂ + Wasser“, stehen. M hat den Übergang von CaCO₃ zu CaO, nämlich die Differenz von CO₂, nicht erfasst. Er ging davon aus, dass „Brennen“ „Wasser entziehen“ bedeutete. Seine Alltagsvorstellung hat sich somit nicht verändert. Wie bereits in der Videoanalyse ersichtlich, wussten die Schüler nicht, dass bei der Verbrennung von Kalk Kohlendioxid entweicht. Aus diesem Grund schrieben sie „Wasser“ nicht als chemische Formel H₂O an, denn dann hätten sie sich mit der Reaktionsgleichung detailliert auseinandersetzen müssen.

8.2.5 Methodentriangulation

Die Methodentriangulation erlaubte es, ein vollständigeres Bild der Forschung zu erhalten, da verschiedenartige Daten, in diesem Fall in Form von Interviews, Video-, Tonbandaufzeichnungen und schriftlichen Äußerungen zur Erforschung ein und desselben Phänomens herangezogen wurden. Vergleicht man die Erkenntnisse aus allen drei Methoden, so sieht man, welche von ihnen welche Schwächen hat und wie diese von den anderen Methode ausgeglichen werden können. Das Interview hatte den besonderen Vorteil, dass ich als Befragende flexibel auf die Antworten der Schüler eingehen und das Gespräch lenken konnte. Diese Möglichkeit war in keiner der anderen Methoden auf diese Weise gegeben. Die Schwäche des Interviews lag hingegen in der starken

Beeinflussung meiner Anwesenheit auf das Verhalten der Schüler. Durch die Körperhaltung und sonstigen non-verbalen Kommunikationsformen, wurde eine besondere Stimmung im Gespräch erkennbar. Ich hatte den Eindruck, dass sie sehr positiv war und dass sich die Befragten prinzipiell wohl fühlten. Auch Sympathie spielte eine wesentliche Rolle. Ich konnte auf jeden einzelnen auf individuelle Weise eingehen, sei es durch Blickkontakt, Stimmlage oder direktem Ansprechen. Diese Gelegenheiten ergaben sich weder bei den schriftlichen Befragungen, noch bei den Videoaufzeichnungen, da ich versuchte, mich so gut wie möglich im Hintergrund zu halten. Die Unpersönlichkeit der letzten beiden Methoden hatte jedoch den großen Vorteil, dass eben diese zwischenmenschlichen Faktoren ausgeblendet waren. Die Sprache veränderte sich bei den Schülern dahingehend, dass gegen Ende der Unterrichtseinheit chemische Termini mit fachlichen Inhalten gefüllt wurden. Es erfolgte nicht unbedingt eine Verbesserung der sprachlichen Formulierungen bzw. sind die beobachteten Veränderungen nicht auf die Unterrichtsmethoden zurückzuführen. Das bedeutet, dass die Schüler zwar bestimmte Fachwörter definieren konnten, nicht jedoch eine allgemeine positive Entwicklung der Alltagssprache hin zur Fachsprache erkennbar war. Denn zur Fachsprache zählen, wie in Punkt 4.1.3 beschrieben wurde, nicht nur isolierte Definitionen von Fachbegriffen, sondern sie zeichnet sich durch ihre gesamte Struktur, wie z.B. der Syntax, aus.

Die Sprachentwicklung der einzelnen Schüler wird im folgenden Absatz anhand dieser Erkenntnisse beschrieben und in Abbildung 27 dargestellt. Der sprachliche Ausdruck des Schülers B ist in der ersten Forschungsphase sehr schwach. Aussagen im Interview wie: „Beton ist flüssiger glaub ich. [...] Nicht ganz flüssig. Ein bisschen flüssig“ oder „Also, da ist eine Straßenbahn, äm...und... da sind verschiedene Sachen, also nicht nur Gleise sondern Häuser, Brücken und Parkgaragen eben“ zeigen, dass er auf sehr einfache Wörter wie „Sachen“ zurückgreift und unvollständige Sätze formuliert. Auch in Hinblick auf den Inhalt sind seine Antworten sehr willkürlich. Auf die Frage, was „das Weiße“ im Gebirge sei, nannte er „Zucker“. Im Rahmen der Analyse habe ich seine Äußerungen im Interview, den Concept Maps und Minute Papers, sowie während des Unterrichtes verfolgt und auf die sprachliche Korrektheit hin bewertet. Die Kriterien zur Bewertung waren: Vollständigkeit der Sätze, Satzbau, Anzahl und Schwierigkeit der Vokabel. Die

Äußerungen von B zeichneten sich durch ihren unvollständigen Charakter aus. Sowohl im ersten, als auch im letzten Interview nannte er Großteils nur einzelne Worte. Bei den Minute Papers hat er die Anforderungen, nur Worte und Formeln zu schreiben, tadellos erfüllt. Der Unterschied zwischen erster und letzter Forschungsphase machte sich lediglich in einer inhaltlichen Verbesserung, nicht jedoch in sprachlicher Hinsicht bemerkbar.

Der Schüler C spricht von Beginn an am sorgfältigsten von allen drei Probanden. In beiden Interviews ist erkennbar, dass er häufig vollständige Sätze, manchmal jedoch auch nur einzelne Wörter äußert. In den meisten Fällen sind seine Erklärungen sprachlich korrekt. Die niedrige Bewertung der CM (1) ist bei allen drei Schülern auf die unklare Aufgabenstellung zurückzuführen. Es war nicht eindeutig, dass die Verbindungen der einzelnen Begriffe sprachlich vollständige Sätze darstellen mussten. Für das CM (2) war dies klar und somit auch eine Verbesserung erkennbar.

Die niedrigste Anzahl an mündlichen Äußerungen ist beim Schüler M zu beobachten. Obwohl seine Antworten im ersten Interview insgesamt rar waren, formulierte er hingegen relativ lange und einigermaßen richtige Sätze. Einzelne Begriffe nannte er sehr kaum. In manchen Äußerungen des zweiten Interviews wirkte er unsicher, was sich dadurch bemerkbar machte, dass er innerhalb eines Satzes immer wieder von vorne beginnen wollte und somit der Satz schließlich nicht mehr korrekt war: „Also da war früher das Wasser, also das Meer und [...] durch die Muscheln und die Schnecken, da ist's darum gegangen, die haben sich immer mehr aufgeschoben ja und [...]“ Der Unterschied zwischen CM (2) und CM (1) war beim Schüler M in sprachlicher Hinsicht am größten. Die Satzkonstruktionen waren beim CM (2) beinahe alle korrekt. Aufgrund der fehlenden Formel beim ersten MP, konnten die sprachlichen Äußerungen nur zum Teil richtig bewertet werden.

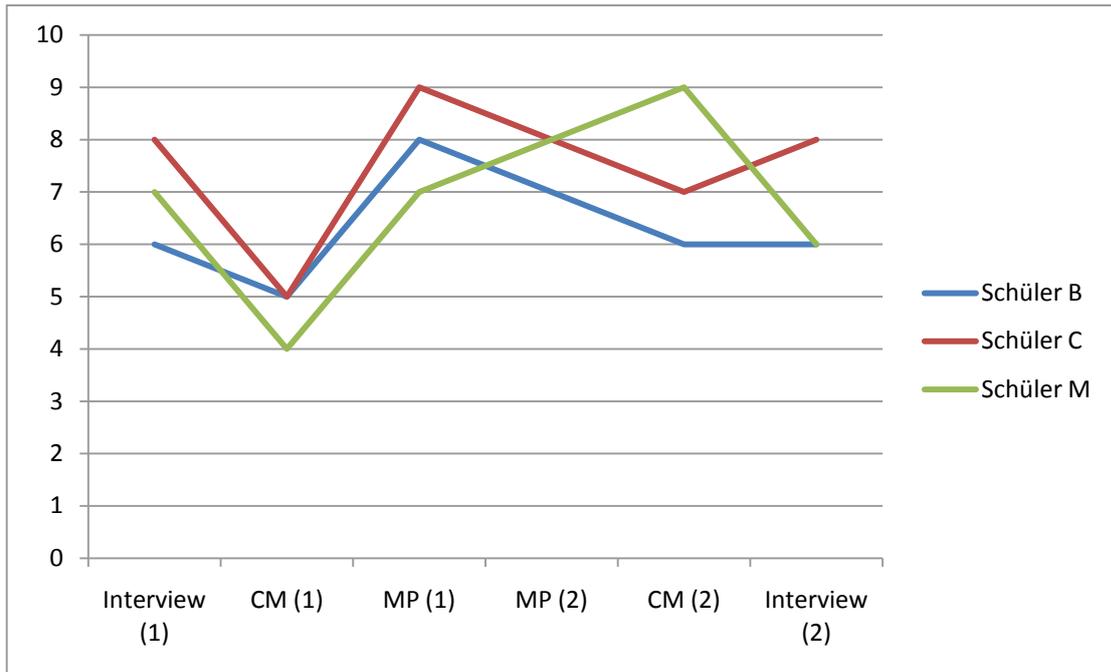


Abbildung 27: Verlauf der Korrektheit der sprachlichen Äußerungen der Schüler (eigene Darstellung).

Die Grafik zeigt, dass das Concept Mapping zwar eine gute Methode zur Datenerhebung ist, allerdings muss sie den Lernenden zuerst eindeutig erklärt werden. Ist das nicht der Fall, sind auch die Ergebnisse nicht zu verwenden. Zusammenfassend kann man für diese Fallstudie sagen, dass eine Veränderung der sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten der Schülergruppe über den Forschungszeitraum hinweg ziemlich konstant geblieben ist. Vereinzelt, je nach Forschungsmethode, variierte die Korrektheit ihrer Sprache, wobei jedoch nicht von einer ganzheitlichen Verbesserung ausgegangen werden kann.

9 SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK

Die vielfältigen Faktoren, die die Prozesse des Fachsprachenlernens je nach Klasse oder Person unterschiedlich beeinflussen, wurden in der Analyse der Fallstudie so gut wie möglich berücksichtigt; allgemeingültige Theorien für ideales Fachsprachenlernen sind hingegen nicht erstellbar. Durch die Fallstudie wurde ein Versuch zur Identifizierung der komplexen Zusammenhänge der Fachsprachenentwicklung geleistet. Es gibt erfassbare Faktoren, die eine Aussage über die Wege der Fachsprachenentwicklung erlauben. Dieses Kapitel fasst jene Faktoren zusammen.

Die Hypothese, dass aktives Erarbeiten eines Unterrichtsthemas in Kleingruppen die Aneignung einer chemischen Fachsprache der Schüler und Schülerinnen fördert, kann nur zum Teil bestätigt werden. Die Fallstudie zeigte, dass sie mit der Methode der selbstständigen Ausarbeitung nicht gut lernen konnten. Die unterschiedlichen Vorstellungen der Schüler und Schülerinnen von chemischen Sachverhalten führte nur in einem geringen Maße zu einem verbalen Austausch. Das Ziel, dass daraus rege Diskussionen entstehen sollten, konnte nicht realisiert werden. Um den dafür vorliegenden Grund zu erfahren, muss hinterfragt werden, ob die Aufgabenstellung danach ausgerichtet war und inwieweit der Kontext dafür eine Rolle spielte. Die Aufgabe des Gruppenpuzzles lag in erster Linie in der Informationsbeschaffung zu unterschiedlichen Scherpunkten zum Thema „Keramik“. Es wurde bei der Erklärung zwar nicht betont, dass die Schüler und Schülerinnen diskutieren, hingegen sich gegenseitig die erarbeiteten Informationen mitteilen sollten. Als Beobachterin ging ich davon aus, dass sie den Schritt der Wissensmitteilung an die Kollegen und Kolleginnen als Diskussionsmöglichkeit nutzen würden. Doch die Aufgabe wurde nicht ernst genommen. Die Lernenden schrieben zuerst vom Internet, anschließend von den Mitschülern und Mitschülerinnen ab. Die Lehrerin schritt nicht ein, obwohl sie meiner Beobachtung zufolge sah, dass die Methode ihr Ziel verfehlte. Ich denke, sie wollte sie selber erkennen lassen, wofür das Gruppenpuzzle gut sei, doch die Lernenden verstanden nicht, welchen Profit sie daraus hätten erzielen können.

Im Verlauf des Forschungszeitraumes wurde durch aktive Anwendung der neuen Fachbegriffe in unterschiedlichen Kontexten die Aneignung der Fachsprache scheinbar trotzdem begünstigt. Da aber dabei von einer unfreiwilligen Anwendung von Seiten der Schüler und Schülerinnen ausgegangen werden musste, handelte es sich eher um ein Auswendiglernen und Wiedergeben von Fachbegriffen. Sie konnten zum Zeitpunkt der Leistungskontrolle die Sachverhalte zwar zum Teil inhaltlich und sprachlich korrekt wiedergeben, allerdings wurden mit den Begriffen kaum Inhalte verknüpft. Mit einem langfristigen Beherrschen der Termini darf nicht gerechnet werden.

Abschließend werden die Faktoren, die nach meiner Beobachtung das Erlernen einer Fachsprache beeinflussen, nach Wichtigkeit in folgender Aufzählung dargelegt:

- Vorwissen und Vorerfahrungen:
Je intensiver die Schüler und Schülerinnen bereits vor dem Unterricht mit dem fachlichen Thema zu tun gehabt haben, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ihre sprachlichen Fähigkeiten und ihr fachliches Wissen ausgebaut werden können. Dies ist auf die stärkere Vernetzung einzelner Gedanken und verfügbaren Vorwissens zurückzuführen. Gleichzeitig steigt dabei die Motivation, Neues erfahren zu wollen, da eine Basis an Wissen vorhanden ist.
- Lerngelegenheiten:
Chemische Inhalte, Konzepte und Methoden können durch die Bereitstellung von Lerngelegenheiten subjektiv bedeutsam gemacht werden. Das passiert in dem Moment, wo die Lernenden erkennen, welchen Nutzen die fachlichen Themen für das außerschulische Leben haben und wo sie zur Anwendung kommen. Den Lernenden muss die Möglichkeit gegeben werden, den Sinn der Fachsprache zu erfahren, damit sie sie in Folge bereitwillig und sicher anwenden können.
- Lernhaltung:
Die Lernhaltung ist das Resultat der Bereitstellung von Lerngelegenheiten. Die subjektive Bedeutsamkeit eines Inhaltes weckt das Interesse der Schüler und Schülerinnen und somit ihre Haltung dem

Fach gegenüber. Weiters zählen dazu „die Motivation und das Selbstvertrauen in die eigene Leistung“ (Häußler 1998, S. 153). Die drei Probanden hatten laut ihrer Aussagen, wie in Punkt 8.2 angeführt ist, sehr unterschiedliche Lernhaltungen.

- Methodenwahl:

Schüler und Schülerinnen, die selbstständiges Ausarbeiten von Lehrinhalten noch nie zuvor geübt haben, sind zu Beginn mit freien Lernmethoden, wie dem Gruppenpuzzle, etwas überfordert. Sie bevorzugen eher den Input von Seiten der Lehrperson, da es im Unterricht „weniger anstrengend“ ist (Zitat von C). Das Brainstorming brachte in der 4A den höchsten Grad an Sprachlernen und Wissensaneignung mit sich, das Gruppenpuzzle den niedrigsten.

- Wiederholungen in verschiedenen Kontexten:

Werden Sachverhalte in unterschiedlichen Zusammenhängen wiederholt, findet zwar eine Festigung des fachlichen Wissens und der zugehörigen Sprache statt, führt hingegen nicht zu einem verstehenden Lernen. Deshalb kann es nicht zur Entwicklung einer angemessenen Fachsprache führen. Ist die Häufigkeit von Wiederholungen zu einem Thema zu hoch, sind die Schüler und Schülerinnen entweder unterfordert und ihr Interesse, falls vorhanden, gesättigt.

Ich bin davon überzeugt, dass eine der wichtigsten Faktoren die Intelligenz des Schülers bzw. der Schülerin ist. Laut Meyers Lexikon ist „Intelligenz“ die „übergeordnete Fähigkeit bzw. eine Gruppe von Fähigkeiten, die sich in der Erfassung und Herstellung anschaulicher und abstrakter Beziehungen äußert, wodurch die Bewältigung neuartiger Situationen durch problemlösendes Verhalten ermöglicht“ (Meyers Lexikon 1997). Da ich allerdings im Rahmen dieser Studie keine Instrumente zur Testung der Intelligenz eingesetzt habe, kann ich auch keine Auskunft über den Grad dieses Einflusses auf die Sprache geben. Dasselbe gilt für die soziale Herkunft der Schüler, über die ich ebenso wenig Informationen erteilen kann.

Sprache im Chemieunterricht zu fördern bedeutet nicht nur, Fachtermini zu verstehen und anwenden zu können. Es soll vielmehr bereits bei der Lesekompetenz der Schüler und Schülerinnen angesetzt werden. Schwierige

Texte sollen von ihnen einfach zusammengefasst und chemische Fachbegriffe gezielt gelernt werden. Auch dem Schreiben von wissenschaftlichen Texten sollte generell größere Wichtigkeit beigemessen werden. Um die verbale Ausdrucksfähigkeit der Lernenden über chemische Sachverhalte zu fördern, bieten sich im Unterricht viele geeignete Übungen an. Die Lehrkraft ist dazu angehalten, Fehler zu korrigieren und die Fragen von Lernenden aufzugreifen und sie zu beantworten. Das führt im Idealfall zu einem guten Zusammenspiel zwischen den Beiträgen von Lehrenden und Lernenden.

Das Ziel von naturwissenschaftlichem Unterricht ist, dass den Schülern und Schülerinnen eine Scientific Literacy ermöglicht wird; eine naturwissenschaftliche Grundbildung, auf die sich die Jugendlichen in ihrer alltäglichen Entscheidungsfindung im Zusammenhang mit Technik und Naturwissenschaft stützen können. Damit sie überhaupt fachliche Texte und chemische Prozesse verstehen können, muss im Rahmen des Chemieunterrichtes auf kontextuelles fachliches Lernen Wert gelegt werden. Das beinhaltet „einerseits Kontexte, in denen die Erkenntnisse entstanden sind und andererseits Kontexte, in denen die Erkenntnisse Anwendung finden“ (Lembens, *Science goes Public*, in Druck). Erst dadurch sehen sie einen subjektiven Sinn im Lernen der Fachinhalte, was wiederum die notwendige Lernbereitschaft und Motivation, Neues zu erfahren und zu entdecken, als Folge mit sich bringt. Der Chemieunterricht soll darauf abzielen, dass die Lernenden in Naturwissenschaften keine isolierten Fachgebiete sehen, sondern sie im kulturellen und geschichtlichen Kontext zu verstehen lernen. Somit liegt die Wichtigkeit nicht auf den Inhalten des Chemieunterrichtes, sondern auf der Art und Weise, wie den Schüler und Schülerinnen Zugänge zu den verschiedensten Erkenntnissen ermöglicht werden.

Aus den Beobachtungen habe ich geschlussfolgert, dass im gehaltenen Unterricht eine Erweiterung der mündlichen und schriftlichen Fachsprache auf jeden Fall stattgefunden hat. Die größte Schwäche der Lernenden, welche sich wie ein roter Faden durch den gesamten Beobachtungszeitraum zog, lag im Rechnen mit chemischen Formeln. Diese Fertigkeit müsste eingehend geübt und als regelmäßiger Bestandteil im Chemieunterricht eingeführt werden. Ich denke, dass diese Mängel erst dadurch vermindert oder idealerweise sogar

behooben werden können. Die Schüler und Schülerinnen müssen verstehen, welchen Sinn eine Formel überhaupt hat und wofür seine einzelnen Buchstaben, Hochzahlen oder Indizes stehen. Das Johnstone'sche Dreieck nimmt genau diese Vermischung der Ebenen ins Blickfeld, woraus Fehlvorstellungen überhaupt resultieren. Diese Ebenen müssen für die Schüler und Schülerinnen klar sein, um jeweils sicher damit umgehen zu können. Die submikroskopische Ebene, die sich auf die nicht sichtbare Realität bezieht, muss von der symbolischen Ebene, also den formalen Beschreibungen, abgegrenzt werden. Der Schüler B, der im zweiten Interview zu Calciumcarbonat „Zazo drei“ sagt, vermischt hier eindeutig die beiden Ebenen. Es zeigt, dass er nicht erkannt hat, dass „Ca“ und „CO₃“ eine symbolische Ausdrucksweise für Teile einer chemische Verbindung sind. Diese Ebene wirkt durch den stark mathematischen Charakter sehr abstrakt, weshalb sie durch die Lehrperson eindeutig als symbolische Ebene klargemacht werden muss.

Als Lehrperson ist man stets dazu angehalten, zu entscheiden, welche Sprache man für welche Klasse, welchen Schüler oder welche Schülerin in welcher Situation verwendet. Dasselbe gilt für die Wahl der Unterrichtsmethode. Ich denke, dass für selbstständige Ausarbeitungen eine gewisse Reife der Lernenden vorauszusetzen ist, um auch tatsächlich eine Verbesserung der sprachlichen und fachlichen Fähigkeiten zu erkennen. Die beobachtete Klasse 4A konnte diese meines Erachtens noch nicht mitbringen. Die Methode und die Fachsprache müssen dem Entwicklungsstadium der Schüler und Schülerinnen angepasst sein. Also ist die Lehrkraft dazu angehalten, je nach Situation, Lernenden, Thema und allen anderen Rahmenbedingungen abzuwägen, ob und in wieweit z.B. eine Vereinfachung der Fachsprache von Nöten ist. Wichtig ist, dass für die Schüler und Schülerinnen der Sinn einer Fachsprache nachvollziehbar wird und sie sie als Vereinfachung von sonst sehr umständlichen langen Umschreibungen empfinden können. Eine wesentliche Entscheidung des Lehrers bzw. der Lehrerin ist, wann und wie er bzw. sie eine sprachlich nicht korrekte Aussage der Lernenden ausbessern soll. Bei Anfängern und Anfängerinnen, wie den Schülern und Schülerinnen der 4A, muss sichergestellt werden, dass Vereinfachungen der Erklärungen eines Fachthemas nicht zu fehlerhaften Vorstellungen führen.

Auf dem Gebiet der Fachsprachenforschung im Chemieunterricht gibt es noch einige offene Fragen, die bearbeitet werden müssen. Ich denke, dass sie sich auf die Umsetzbarkeit der einzelnen Aspekte der naturwissenschaftlichen Grundbildung im Unterricht richten. Die erste damit in Verbindung stehende Fragestellung bezieht sich auf die Schaffung von Lerngelegenheiten im Unterricht. Es sollen nicht die Möglichkeiten zur Erweiterung von Wissen im Vordergrund stehen, sondern vielmehr jene der individuellen Auseinandersetzung mit Frage- und Problemstellungen. Dabei wäre interessant, welche Lerngelegenheiten in Schulen bereits geschaffen sind und wo es Verbesserungsbedarf gibt. Es handelt sich hierbei nicht um das Ziel, den Unterricht methodisch möglichst abwechslungsreich zu gestalten, sondern eine von Grund auf veränderte Auffassung vom Chemie- bzw. Naturwissenschaftsunterricht zu erlangen. Die Fragen, wie Vorwissen und Vorerfahrungen eines jeden einzelnen Schülers bzw. einer jeden einzelnen Schülerin sinnvoll in den Unterricht eingebracht werden können, bleiben derzeit noch offen und bedürfen einer tiefgründigen Erforschung. Welche Faktoren nun tatsächlich ausschlaggebend sind, dass die Lernenden die Relevanz von naturwissenschaftlichen Themen für ihr persönliches Leben erkennen, lässt ebenso noch Raum für weitere Untersuchungen.

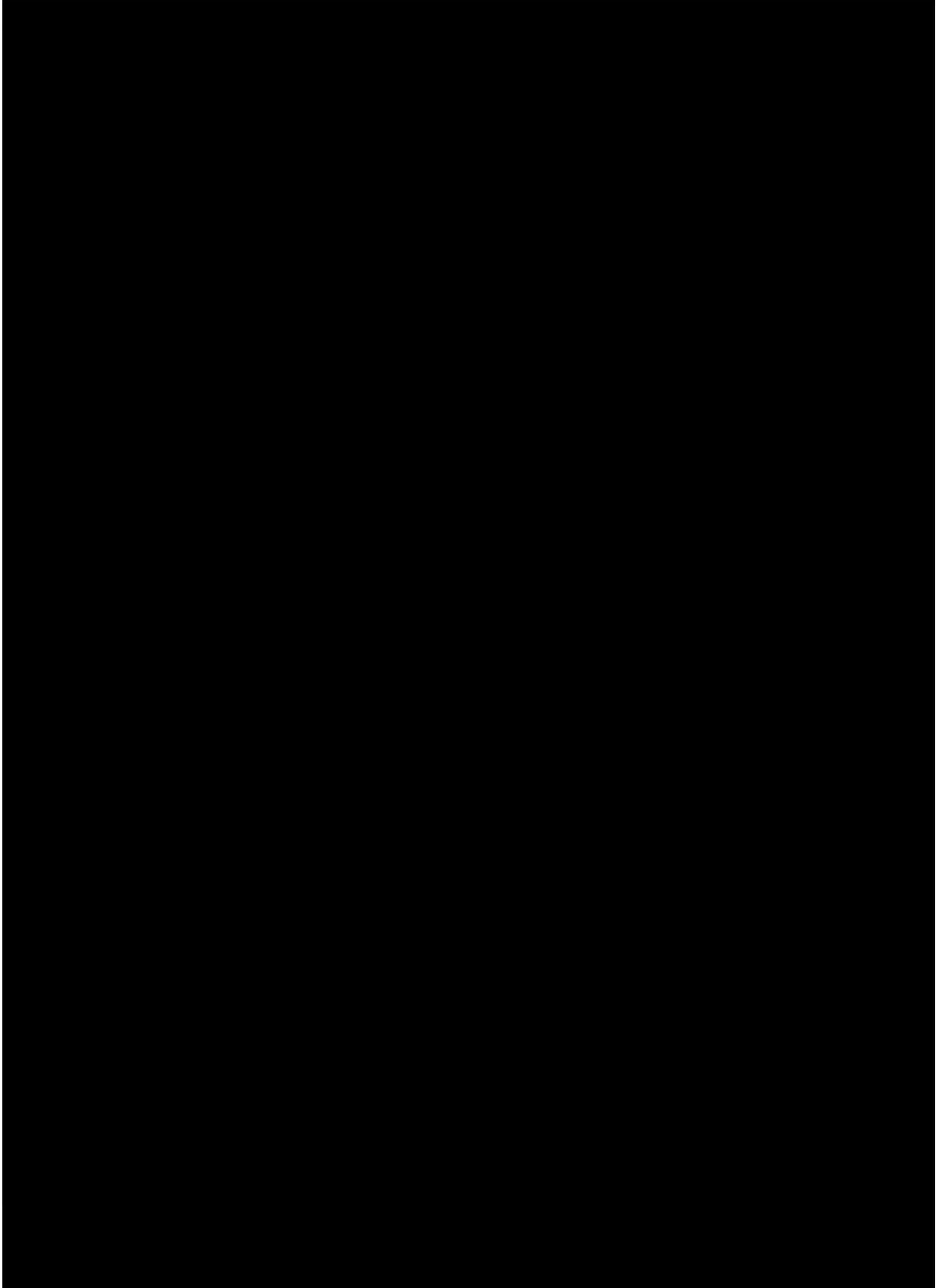
Der Unterricht, der auf das Ziel der naturwissenschaftlichen Grundbildung ausgerichtet ist, ist sehr anspruchsvoll und setzt gut ausgebildete und reflektierende Lehrer und Lehrerinnen voraus. Es ist eine ernst zu nehmende Umgestaltung der derzeit in vielen Schulen noch vorherrschenden klassischen Strukturen der Raum-, Zeit- und Fächereinteilung notwendig. Erst dann kann diese „andere“ Art des Lernens und Arbeitens auch tatsächlich umgesetzt werden, weshalb die Lehrkräfte auf diverse Unterstützungsmaßnahmen angewiesen sind. Eine mögliche Unterstützung bildet die verstärkte und v.a. langfristige Zusammenarbeit von Wissenschaft, Lehrer- und Lehrerinnenausbildung und Schule durch z.B. öffentliche Veranstaltungen für die Gesellschaft oder für Bildungseinrichtungen. Da die vorherrschenden Rahmenbedingungen von Chemieunterricht keine authentischen Forschungskontexte oder aktuellen Forschungsthemen erlauben, sollten engagierte Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen zunehmend in Schulen

eingeladen bzw. in schulischen Forschungsprojekten integriert werden (vgl. Lembens, *Politische Bildung im Fach Chemie*, in Druck).

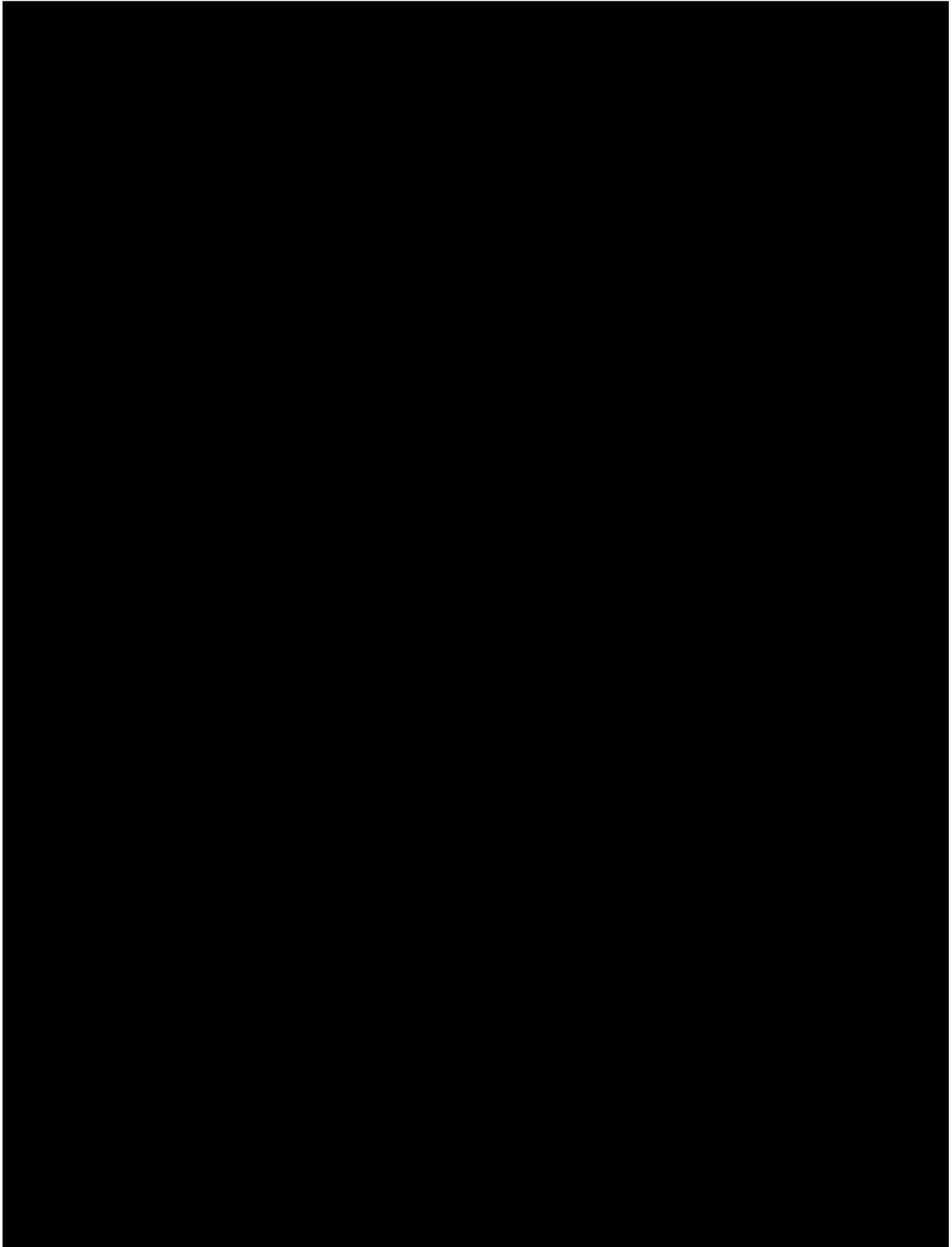
Weiterer Forschungsbedarf besteht für die Haltung der Schüler und Schülerinnen gegenüber dem Fach Chemie. Es hat das Image, dass diese Wissenschaft eine „Ansammlung von Wissensbeständen“ ist, die auswendig gelernt werden müssen. Diese Vorstellung wirkt sich negativ auf die Motivation der Lernenden aus, da neue Erkenntnisse durch eigenes Denken und Experimentieren ausgeschlossen und somit intensive Auseinandersetzungen mit dem Gegenstand kaum ermöglicht werden.

10 ANHANG

Anhang 1: Arbeitsblatt Kalkkreislauf (Pfeifer 2008, S. 19).



Anhang 2: Impulsbild für Interview (eigene Darstellung).



Interviewleitfaden

I Gesprächseinstieg

- **Begrüßung:** *Lieber B., C. und M.!*
- **Allgemeine Rahmenbedingungen aus dem Erstgespräch und der Kontaktaufnahme erklären:** *durch die Chemielehrerin Mag. Sabin Decker, habe bereits ein Praktikum für die Universität bei ihr absolviert.*
- **Kurze Vorstellung der eigenen Person, Hintergrund, Organisation und Aufgabe:** *Studentin an der Universität Wien. Fächer: Chemie und Französisch. Diplomarbeit zum Abschluss meiner Lehrerinnenausbildung.*
- **Begründung der Tonbandaufnahme und Einholen des Einverständnisses:** *MP3-Aufnahmen über das Handy und Tischkamera.*
- **Hinweis, dass die Daten anonym bleiben und nicht beurteilt werden.**
- **Verwendungszweck der Daten:** *Für ein Forschungsprojekt im Rahmen der Diplomarbeit: Interview abtippen, sprachliche Merkmale herausfinden. Es gibt im Unterricht verschiedene Arten von Sprache: Unterrichts-, Alltags-, Fachsprache. Alle haben bestimmte Merkmale und die möchte ich analysieren.*
- **Dauer des Gesprächs:** *ungefähr 15 min.*
- **Thema:** *Das Thema werdet ihr durch ein das Bild, das ich euch gleich zeigen werde, sofort erkennen. Ich werde jeden von euch ein paar Fragen zu bestimmten Begriffen stellen, die ihr dann in euren eigenen Worten erklären sollt bzw. ihr kurz sagt, was ihr euch darunter vorstellt. Wenn jemand von euch, obwohl er gerade nicht befragt wird, etwas ergänzen will, darf er das natürlich tun. Ihr sollt euch die Dinge gegenseitig erklären und auch Fragen stellen, falls etwas unklar ist.*
- **Verlauf:** *Also, ich stelle euch eine Frage, ihr erklärt sie mir und den beiden anderen und wir können jederzeit Zwischenfragen stellen – zur Kontrolle, ob wir es richtig verstanden haben.*

II Hauptteil

- **Fokussiertes Interview:** *Impulsbild als Input. Was fällt euch spontan zu diesen Bildern ein? Welche Überschrift würdet ihr darüber schreiben? → Themenkreis: Baustoffe*
- **Halbstandardisiertes Interview:** offene Unterfragen oder Eventualfragen
 - Was verstehst du unter dem Begriff „Beton“? „Mörtel“? „Gips“? „Keramik“?
 - Woraus bestehen sie jeweils?
 - Welche dieser Baustoffe kommen in der Natur vor und welche muss man technisch herstellen oder verarbeiten?
 - Welche sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Baustoffen?
 - Wie könntest du selber irgendeinen Baustoff herstellen? In der Natur? Im Chemielabor?
 - Wie können Baustoffe in der Fabrik hergestellt werden?
 - Was hat man früher verwendet?

- **Fragen vom Allgemeinen zum Speziellen bzw. vom Groben zum Detail:**
 - Welche der 4 Baustoffe wird am schnellsten hart? Warum?
 - Kalkmörtel hat offene Poren. Was könnte das für einen Vorteil haben?
 - Was ist Kalkstein? Und in welchem Baumaterial ist er notwendig?
 - Was heißt „Kalkbrennen“ und wozu könnte das gut sein?
 - Was heißt „Kalklöschchen“ und wozu könnte das gut sein?
 - Was bedeutet „Abbinden“?
 - Was könnte „Luftmörtel“ und „Wassermörtel“ bedeuten?
 - Was verstehst du unter „Technischem Kreislauf des Kalks“?
 - Was stellst du dir unter „Marmor“ vor?
 - Erkläre den Begriff „Zement(klinker)“!
 - Was muss passieren, damit Wasser und CO₂ aus Kalkstein und Ton abgespalten werden?
 - Was ist der Unterschied zwischen Zement und Beton?
 - Welcher Baustoff wird zum Brückenbau unter Wasser verwendet?
 - Was benötigt Beton, um „abzubinden“ also hart zu werden?
 - Was schätzt ihr, wie viele Tage braucht Beton, bis er vollständig ausgehärtet ist?
 - Wie kann man eine Decke in einem Haus bauen, ohne dass sie einstürzt?
 - Was versteht man unter „Stahlbeton“?
 - Welche der Baustoffe würdest du im Inneren eines Hauses verwenden?
 - Warum wird ein Gipsverband beim Anlegen warm?
 - Was heißt „Kristallwasser“?
 - Was passiert, wenn ich Gips auf 130°C oder noch höher erhitze?
 - Woraus besteht Töpfer-ton? Und wozu wird er verwendet?
 - Was bedeutet „Sintern“?
 - Welche Auswirkung hat die Temperatur (900°C oder höher) auf die Töpferware?
 - Warum sind manche Ziegel oder Töpferware rot?
 - Was könnte Porzellan in diesem Zusammenhang sein?
 - Wozu bringt man eine Glasur auf?
 - Welchen Nachteil / Vorteil haben Keramiken?
 - Wozu werden Keramiken verwendet außer für Geschirr?
- **Persönlicher Bezug:**
 - Inwiefern könnten Baustoffe für dich wichtig sein? (Hinweis auf Beruf, Straßen, Hausbau, Gipsverband)
 - Was möchtest du unbedingt wissen über Baustoffe im Allgemeinen oder ein bestimmtes im Detail?

Haltung des Interviewer bzw. der Interviewerin

- **Zuhören:**
 - Einfühlungsvermögen, Aufmerksamkeit, Geduld und Distanz notwendig.
 - Gedankengänge sollen nicht unterbrochen und Pausen als natürliche Phasen des Nachdenkens akzeptiert werden. Äußerungen sollen angenommen werden, auch wenn sie von den eigenen Erwartungen abweichen.
 - Weder Ablehnung, noch freudige Zustimmung oder persönliche Wertung der Aussagen von sich geben.
- **Nachfragen:**

- Ist erwünscht, da dem Interviewpartner so Interesse am Gesagten signalisiert wird. Bei Unklarheiten oder Undeutlichkeit soll nachgefragt werden.
- Äußerungen des Interviewpartners so wiederholen, wie sie verstanden wurden. Somit wird das Verständnis überprüft.
- Um Illustrierung durch Beispiele oder nach Ursachen, Gründen, Zwecken fragen.
- Widersprüche aufklären lassen.
- Fragen nach tatsächlich vom Interviewpartner erlebten Situationen führt zu tieferem Verständnis und regt zu Erzählungen an.
- **Paraphrasieren:**
 - Jede Etappe bzw. jedes Unterthema bzw. die verschiedenen Sichtweisen sollen vom Interviewpartner sinngemäß und mit eigenen Worten und ohne Wertung zusammengefasst werden. Das schafft Klarheit.

III Generalzusammenfassung

- Einen Bogen über das ganze Interview spannen: von der Ausgangsfrage über die verschiedenen Bereiche des Gesprächs zu besonders wichtigen Merkmalen.
- Nach Ergänzungen des Interviewpartners und seinem Einverständnis über die Zusammenfassung fragen.

IV Gesprächsabschluss

- Bedanken für die Bereitschaft, ein Interview zu geben.
- Weiteres Vorgehen: *Transkription, Auswertung. Möglicherweise ein zweites Interview in diesem Ausmaß. Ergebnisse werden nicht präsentiert. In den nächsten Monaten werden diese Daten verarbeitet und in ca. vier Monaten wird die gesamte Diplomarbeit ohne Nennung einzelner Namen veröffentlicht.*

Nachgespräch und Verabschiedung

- Frage nach dem Empfinden und der Stimmung.
- Zusatzprotokoll führen.

Anhang 4: Transkripte der Interviews (eigene Darstellung).

1. Interview, 11. Jänner 2010

Assoziationen zum Impulsbild:

[2:30]

M: Also da is a Baustelle. Da wird eine Parkgarage gebaut glaub ich, im. Da wird eine Autobahn gebaut und da... da ist sie noch nicht ganz fertig, da ist auch eine gebaut. So halt mit Baumsteinen.

[...]

B: Also, da ist eine Straßenbahn, äm... und... da sind verschiedene Sachen, also nicht nur Gleise sondern Häuser, Brücken und Parkgaragen eben.

[...]

C: Ein Arbeitsunfall. Dass es am Bau gefährlich ist.

I: Was ist das für ein Bild?

C: Geschir: Tassen.

I: Was würdet ihr über diese Bilder für eine Überschrift setzen?

B: Baustelle.

C: Na. Bauarbeiter. Bauwerke.

M: Ja. Bauwerke.

Hauptteil:

[2:45]

I: B. Was stellst du dir unter Beton vor?

B: Beton? Also, dass ist ein Gemisch, womit man Sachen zusammenbaut also verfestigt, dass aus Wasser besteht [...] und ein wichtiges Baumaterial. Es ist ein wichtiges Baumaterial. Ich weiß jetzt nimmer, woraus es noch besteht. Es ist so grau.

I: Was könnte das Graue sein?

B: Gips und Zement.

I: Und was kommt noch dazu?

C: Sand.

I: Und was ist Zement?

M: Das kann man im Geschäft kaufen, im Baumgeschäft so wie in diese Dings, ja... Packungen. Das is so ein Pulver halt, was man dazugibt.

C: Und das kann man dann verdünnen mit Wasser

M: und und Sand.

[...]

I: Und was ist dann ein Mörtel?

C: Mit dem man die Wand verspachtet?

[...]

I: Und was kann jetzt der Unterschied sein zwischen Mörtel und Beton?

C: Die Anteile von den Stoffen zum Beispiel. In dem einen sind mehr Anteile an Gips und deshalb is es weißer.

Transkript Interview 19

B: Beton is flüssiger glaub ich. [...] Nicht ganz flüssig. Ein bisschen flüssig.

C: Er trocknet. [...]

B: Weil das Wasser verdunstet.

I: Welchen Stoff in der Natur zum Beispiel könnt ich finden, der weiß ist?

B: Diese weißen Perlen die manchmal an Bäumen, also an Büschen sind. Die immer so am Boden sind.

[...]

C: Schnee.

I: Schnee? Was hat Schnee für eine chemische Formel?

C: H₂O. Ist Wasser.

[...]

C: In den Gebirgen, Salz, Kalk.

B: Zucker.

I: Wo find ich Kalk?

Kalkapen.

[...]

I: Was hat Kalk für eine chemische Formel? [...] Welches Element von dem Periodensystem könnte im Kalk drinnen sein?

M: Natrium.

B: Eins von den Natriumstellen halt. Ich hab vergessen was heißt, aber es beginnt mit „K“.

C: Kalkum? [...] Calcium?

Herstellen von Baustoffen:

[7:50]

I: Könnt ihr irgendeinen von diesen Baustoffen selber herstellen? Im Chemielabor z.B. oder in der Natur?

M: Also, aus Holz können wir etwas herstellen.

C: Von diesen Sachen halt. Also Beton, Gips oder so. [...] Aus Wasser.

I: Was haben sie früher gemacht?

B: Lehm. [...] Häuser gebaut.

[...]

C: In Ziegelformen gießen. Und dann verdunstet das Wasser und dann hat man den Ziegel.

I: Das verdunstet?

C: Das trocknet.

I: Wenn ich jetzt Lehmerde ganz lang stehen lasse, wird das einfach trocken?

B: Es wird eingefrom.

M: Doch es wird trocken. In die Sonne stellen. Es trocknet schneller.

I: Weiß?

B: Die Sonne drauf scheint.

Transkript Interview 29



C: Die wärmt das.
I: Genau. Hitze. Und wie geht's noch schneller als mit der Sonne?
 [...]
 M: Feuer.
 C: In den Ofen.
 M: Ja halt in den Feueröfen.

I: Welche von den Baustoffen Beton, Mörtel, Gips oder Keramik wird am schnellsten hart?
 B: Beton.
 C: Gips.
 B: Gips. [...]
I: Und wie lang würd der Beton brauchen ca.?
 B: Einen Tag oder so.
I: Und der Mörtel
 B: Auch einen Tag.
 M: Etwas länger.
I: Und Keramik?
 M: Sechs Stunden?
 C: Halber Tag.
 [...]
 B: Nein, das ist zeittechnisch.
I: Was ist Keramik?
 B: Ein Kunststoff.
 M: Aus Ton auch oder so.
I: Was ist Ton?
 M: Ähnlich wie Beton.
 C: Das muss man auch zerst formen.
 B: Es ist formbar.
 M: [...] also wenn man Beton grade macht, ist nicht so hart wie Ton. Man kanns so kneien.
I: Und wann wird's dann hart?
 C: Wenn mans in Ofen gibt.
I: Find ich das irgendwo in der Natur oder
 C: Natur. Pflützen.
 B: Nasse Erde.
I: Hab ihr schon einmal den Begriff „Kalktremer“ gehört?
 C: Vielleicht auch aus Kalk was herstellen in Ofen
 B: Vielleicht auch Kalkformen.

Transkript Interview 3/9



I: Und was ist dann „Kalklöcher“?
 B: Abkühlen.
 M: Wenns schon erhitzt wurde, mit Wasser abkühlen. Dann ist es fest. [...]
 C: Dann hat man gelöschten Kalk. Das hab ich in der Schule schon mal gehört.
I: Wenn ich da Wasser dazugeb, hab ich dann eine Säure oder Base?
 C: Den Unterschied haben wir noch nicht gelernt.
 M: Saure.
 C: Ich glaub auch Säure. Base ist neutral.
 [...]
I: Habt ihr den Begriff „abbinden“ schon mal gehört? Was stellt ihr euch darunter vor?
 M: Vielleicht so, wenn man das irgendwo reinlegt in eine Form... dass es nicht rausfliegt.
 B: Verfestigen
 C: Ich kann mir drunter nichts vorstellen.
I: Was ist Marmor?
 C: Stein.
 B: Kuchen.
 [...]
I: Was könnte das von der chemischen Sicht sein?
 M: Kalk.
 B: Oder Granstein.
I: Habt ihr euch schon mal gefragt, wie die Decke da oben halten kann und nicht einbricht
 B: Stützsäulen. Überall.
 M: Da ist was anderes dazwischen. Draht oder so dicke... ja Draht.
 C: Ja, Eisen.
 B: Stahl.
I: Was ist stabiler?
 A: Stahl. [...]
Habt ihr schon mal Stahlbeton gehört, diesen Begriff?
 [...]
 C: Im Rohbau.
 M: Die werden so gestützt und wenns fest ist, wird's weggenommen. [...]
 C: Die Teile werden zusammengesetzt.
 B: Stahlbetonen.
I: Was ist beim Brückenbau unter Wasser, welchen Baustoff verwendet man da?
 B: Einen Rostfäan. Er darf nicht rosten. Ein Stoff, der nicht rostet.
 C: Lober bauen.
 M: Zuerst ein Loch reihbohren und dann reinstecken.

Transkript Interview 4/9



I: Habt ihr schon mal gehört von Luftmörtel oder Wassermörtel?

Alle: Nein.

I: Was ist ein Kristallwasser?

C: Kristallgitter [...] Gelesen hab ich's. [...] Ionen.

B: Ist aus einem Kristallgitter aufgebaut.

I: Aber was ist ein Kristallwasser?

B: Von den Bergen. Oder Salzwasser vom Meer.

C: Kalkkristalle.

B: Eiskristalle.

I: Wer hat schon mal einen Gips gehabt? [...] Was ist euch da aufgefallen? Was hat der Arzt gemacht?

M: Er nimmt so etwas wie Papier halt nicht Papier sondern.

C: Bandage.

M: Ja genau sowas. Und mit Gips eingeschmiert. Und dann noch einmal drüber und dann eingeschmiert. Und so mehrere Schichten.

I: Und wie greift sich das an?

Alle: Rau.

I: Wie heißt das?

M: Etwas drüberschmieren.

C: Wasser. Damitts verklebt.

I: Warum kann das dann hart werden?

M: Weils trocknet.

C: Weil das Wasser verdunstet. [...]

I: Was passiert, wenn man Gips heißt macht?

C: Löst sich auf. Zersetzt sich.

M: Zerbröckelt, wird bruchig, wird hart.

[...]

I: Dann Keramik, was hat das für Eigenschaften?

B: Es ist bruchig.

C: Glatt.

B: Man kann viele verschiedene Formen damit machen.

M: Ja aber nur wenns noch weich ist.

I: Und woraus besteht das?

C: Äm... Ton.

I: Was mach ich mit dem Ton?

B: In Form gießen.

C: Nein.

C: Nein, mit der Töpferscheibe. Den muss man mit der Hand formen.

Transkript Interview 5/9

I: Dann ist es verformbar. Und wann ist es nicht mehr verformbar?

C: Wenns heiß ist. Wenn mans erhitzt. Im Ofen.

Persönlicher Bezug:

[23:40]

I: Inwiefern könnte ihr das gebrauchen.

M: Also man kann drin wohnen.

C: Häuser bauen.

M: Man kann da was reinschütten. Das ist zwar nicht notwendig aber...

C: Tassen.

B: Für die Gipsband.

C: Ja Gips.

M: Und dass ma halt, wenn zum Beispiel a Wasser ist, dass ma das Überqueren kann.

C: Infrastruktur.

2. Interview, 21.1.2010

Assoziationen zum Impulsbild:

[1:00]

Alle: Baustoffe.

B: Brücken- und Häuserbau.

C: Gips.

M: Ton, Keramik, Ziegel.

C: Straßenbau.

B: verschiedene Bauweisen.

Hauptteil:

[2:00]

I: Was versteht du B, unter Beton?

B: Also Beton besteht aus Zement, Wasser u Sand.

I: Für was wird's verwendet?

Zum Häuserbau.

I: Was ist Mörtel?

M: auch ein Baustoff. Auch für Häuserbau und so.

I: Was ist der Unterschied dann zum Beton?

M: [Zögern] Härter. Also es trocknet schneller.

[...]

Transkript Interview 6/9

I: Was ist Gips?
 C: Gips? Kann man z. B. verwenden, wenn man sich was gebrochen hat. Es trocknet schnell.
 Es wird besser gestützt. [...] als Schiene.
I: Was passiert, wenn ich den Gips erhitze?
 M: Wasser entzieht sich.
 B: Wasser abgeben.
I: Wie heißt das Wasser?
 B: H₂O.
 C: Kristallwasser.
I: Wenn ich das erhitze, was passiert da? Was entsteht dann?
 C: Brennen.
 B: Keramik. ... Decke.
 [...]
 I: Was ist Keramik, M.?
 M: [Zögern] Das ist z. B. so da kann man Blumen reingeben als Vase oder Gefäße hat und ... also es wird gebrannt aus ... Ton.
I: Was ist Ton?
 C: Das kann man aus der Natur gewinnen.
 [...]
 M: Also da war früher das Wasser, also das Meer und ... durch die Muscheln und die Schnecken, da ist's darum gegangen, die haben sich immer mehr aufgeschoben ja und ...
 C: Kalk.
I: Was hat Kalk für eine chemische Formel?
 C: CaCO₃.
I: Was hat Gips für eine chemische Formel?
 B: "Zaso vier"
 C: CaSO₄.
I: Wie könnte das heißen?
 C: Calciumschwefel.
 B: Calciumsulfid.
 M: Calciumsulfat.
I: Und wie sagt man zu CaCO₃?
 C: Calciumcarbonat.
I: Welches der vier Baustoffe wird am schnellsten hart?
 Alle: Gips.
I: Und was am langsamsten?
 Alle: Beton.
 [...]
 I: Der Kalkmörtel z. B. der hat offene Poren. Was heißt das?

Transkript Interview 7/9



C: Ist luftdurchlässig. Und wasserdurchlässig.
I: Und spröde gleichzeitig?
 M: Nein, das Gegenteil.
 C: Das ist dasselbe.
 [...]
 I: Kalkgestein, wie lautet die Formel?
 B: "Zazo drei"
I: Und wie spricht man das richtig aus?
 B: CaCO₃.
I: Calciumcarbonat. Gut. Was verstehst du unter „Kalkbrennen“.
 C: Kalk wird in den Ofen gestellt. [...] Wasser wird entzogen ... und Luft. ... CO₂.
 M: Nein, das Gegenteil.
 [...]
 I: Was wird beim Brennen wirklich abgegeben?
 C: Sauerstoff.
 B: Wasser.
 M: Sauerstoff und Wasser.
I: Was ist, wenn ich Kalk erhitze, was geht weg? ... Könnt's euch noch an den Kalkkreislauf erinnern?
 C: Das war das, was wir aufgeschrieben haben.
I: [Erklärung] Was geht weg?
 C: Calcium.
 B: Oxid.
 [...]
 C: CO₂.
 M: CO₂.
I: Was ist jetzt „Kalklösen“?
 B: Wasser dazugeben.
I: Was passiert, wenn ich da Wasser dazugebe?
 M: Es härtet.
 C: Ca ...
I: Stellt euch einfach vor: diese Formel plus diese Formel? Was kommt da raus?
 M: CH ...
 C: HO₂ ...
I: [Erklärung] Gut. Wie heißt das?
 C: Calciumhydroxid.
I: Oder gelöschter Kalk. Was passiert jetzt – damit der Kreislauf vervollständig ist? [Erklärung] Was passiert mit dem Wasser?

Transkript Interview 8/9



M: Verschwindet. [...]

I: Was heißt „abbinden“?

M: CO₂ wird rausgeholt.

B: Abgeben. [...] Trocken. [...]

I: Was ist Marmor?

C: Ein Gestein.

I: Mit welcher chemischen Formel?

B: CO₂. [...]

B: Calciumoxid, Ah, -carbonat.

I: Was ist Zement?

B: Ein Baustoff. Ah, ein Bestandteil von Beton.

I: Woraus besteht Zement?

C: Aus Calciumcarbonat.

B: Aus Ton.

I: Was ist Stahlbeton.

C: Mischung von Stahl und Beton.

B: Hat bessere Stabilität.

C: Für hohe Häuser. [...]

I: Gut Kristallwasser?

B: Kalk... Gips.

I: Wie viele Moleküle Wasser sind im Gips drinnen?

B: 50 Prozent. [...] Zwei.

I: Was passiert, wenn ich Gips erhitze? [Kontrollfrage]

B: Wasser abgeben. Er wird hart.

I: Was ist Porzellan?

B: Ein Kunststoff. Für Kunstwerke.

C: Keramik. Na Glas. Porzellan wird bei einer höheren Hitze gebrannt als Glas. Und...

M: Porzellan ist leicht zerbrechlich. ... Spröde.

C: Es ist nicht wasserdurchlässig. Es ist dicht.

B: Man kann es verformen. [...]

Persönlicher Bezug:

I: Ist für euch „Baustoffe“ ein Thema? Ist es irgendwie wichtig?

B: Nur in Chemie, aber es ist eh schnell vorbeigegangen.

C: Für das Leben ist es schon wichtig. Weil ohne Häuser... würd ma alle auf der Straße sitzen.

I: Auf welcher Straße?

C: Aja, geht ja gar nicht. Man braucht es für fast alles.

[18:10]



Anhang 5: Arbeitsblatt Concept Maps (eigene Darstellung).

**FREIE ERSTELLUNG EINES CONCEPT MAPS
(„BEGRIFFSLANDKARTE“)**

Thema: _____

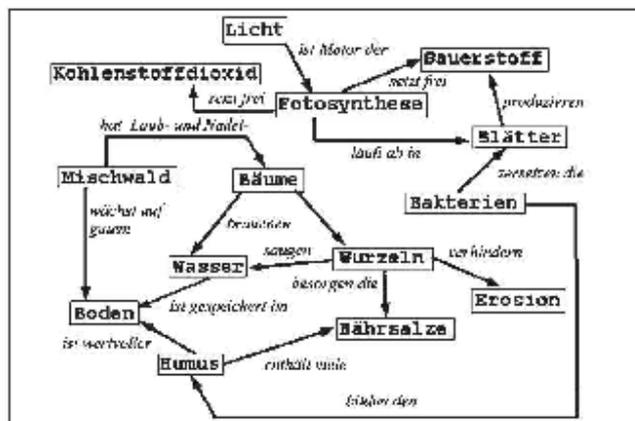
Begriff	▼	Begriff	▼	Begriff	▼
Baustoff		Granit/Gneis, Feldspat/Glimmer		Stahl	
Beton		große Stabilität		Stahlbeton	
Bindemittel für Mörtel & Beton		Kalk		Technische Verarbeitung	
Brennen		Kalkgestein		Ton	
Brennen von Ton & Kalk		Keramik		Ton & Kalk (1:1)	
Brücken- und Häuserbau		Kristallwasser		Ton & wenig Kalk	
CaCO ₃		Lehm		Wasser abgeben	
CaSO ₄		Marmor		Zement	
Gips		Mergel			

AUFGABENSTELLUNG:

1. Lies dir die Begriffe in der Tabelle durch
2. Überlege dir eine Überschrift als Hauptthema und schreib sie oben in die leere Zeile
3. Markiere 5 Begriffe, die dir am wichtigsten erscheinen.
4. Erstelle ein **Concept Map**: Nimm ein Blatt Papier (evtl. Querformat) und bringe so viele Begriffe wie möglich in Verbindung zueinander: durch Pfeile und deren Beschriftung kannst du bildliche Zusammenhänge erschaffen.
5. Verwende so viele Begriffe wie möglich. Falls du ein paar Wörter gar nicht gebrauchen kannst, lass sie einfach übrig.

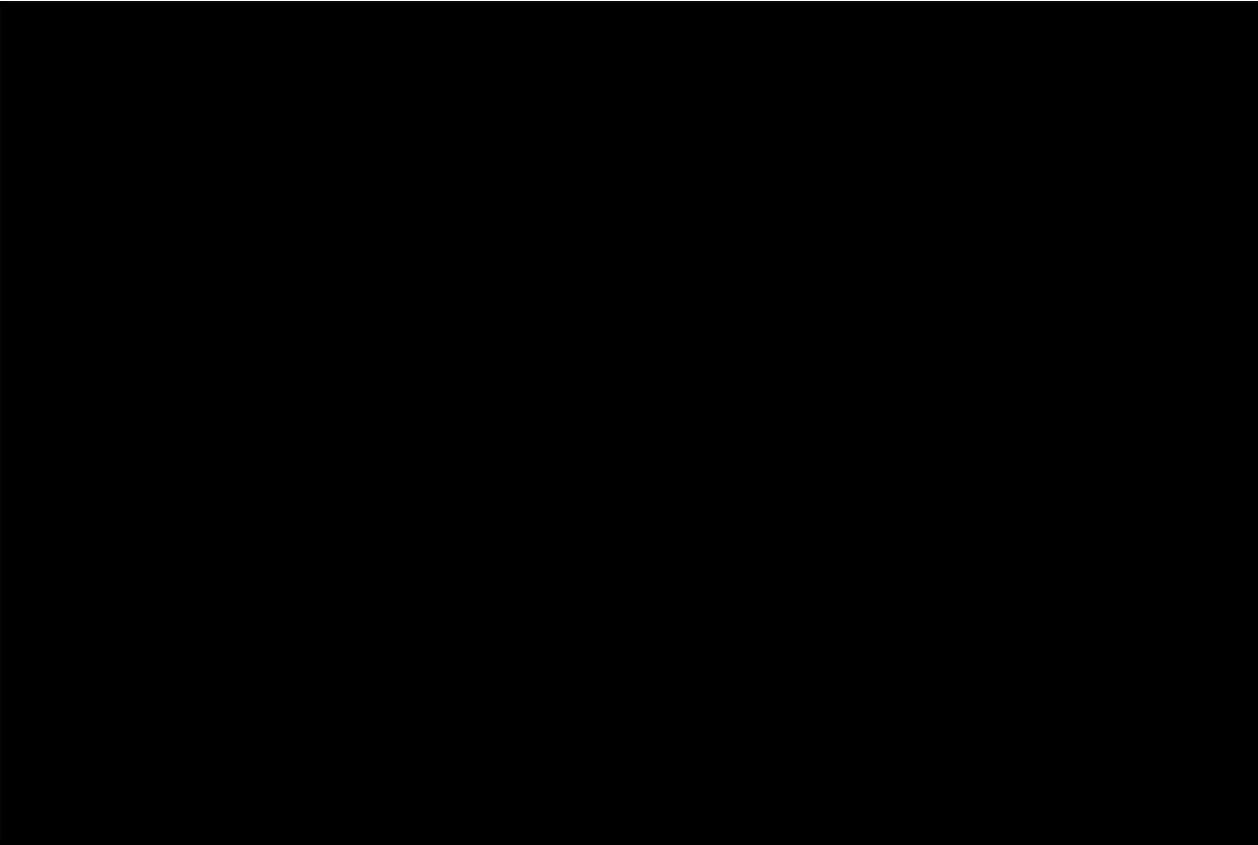
HIER IST EIN BEISPIEL FÜR EIN CONCEPT MAP:

Bakterien
Bäume
Blätter
Boden
Erosion
Fotosynthese
Humus
Kohlenstoffdioxid
Licht
Nährsalze
Sauerstoff
Wasser
Wurzeln

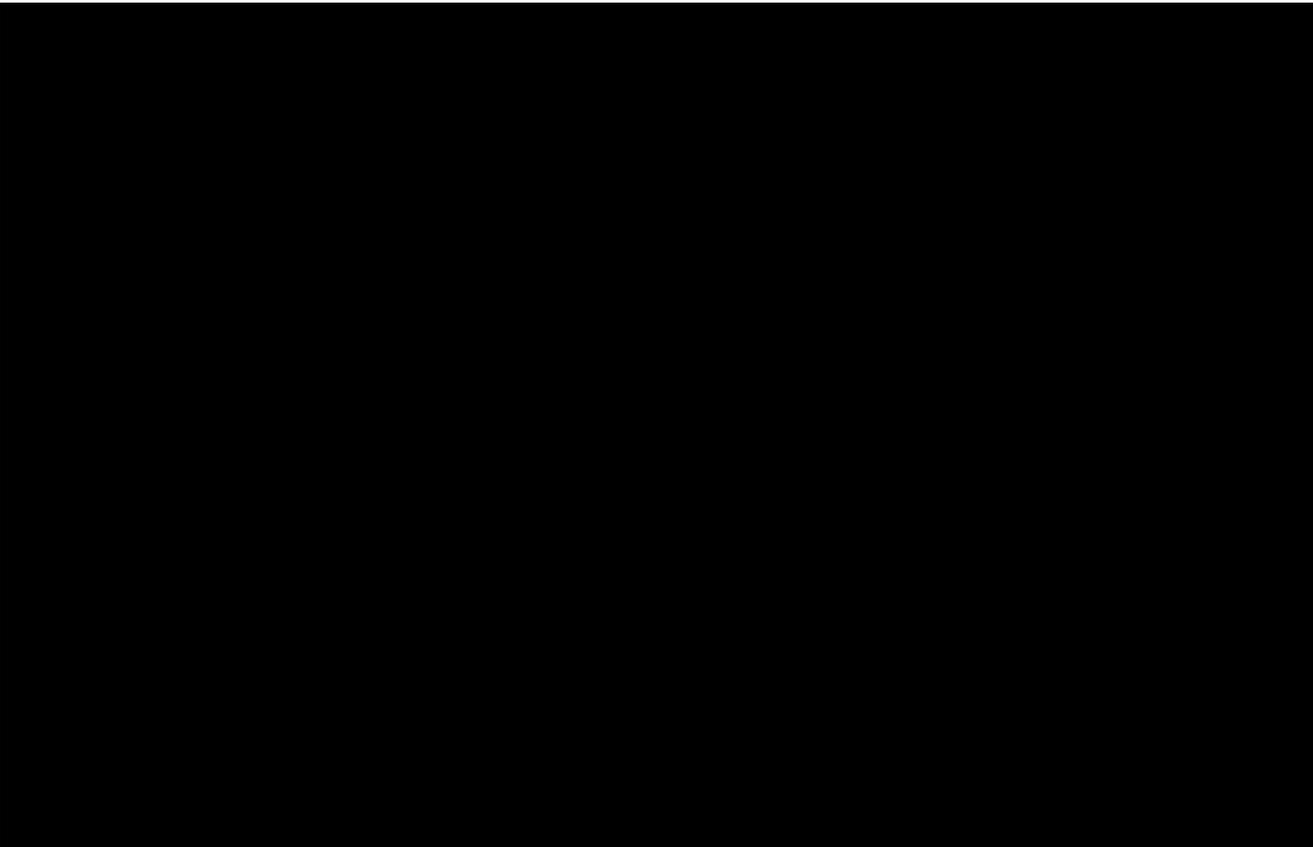


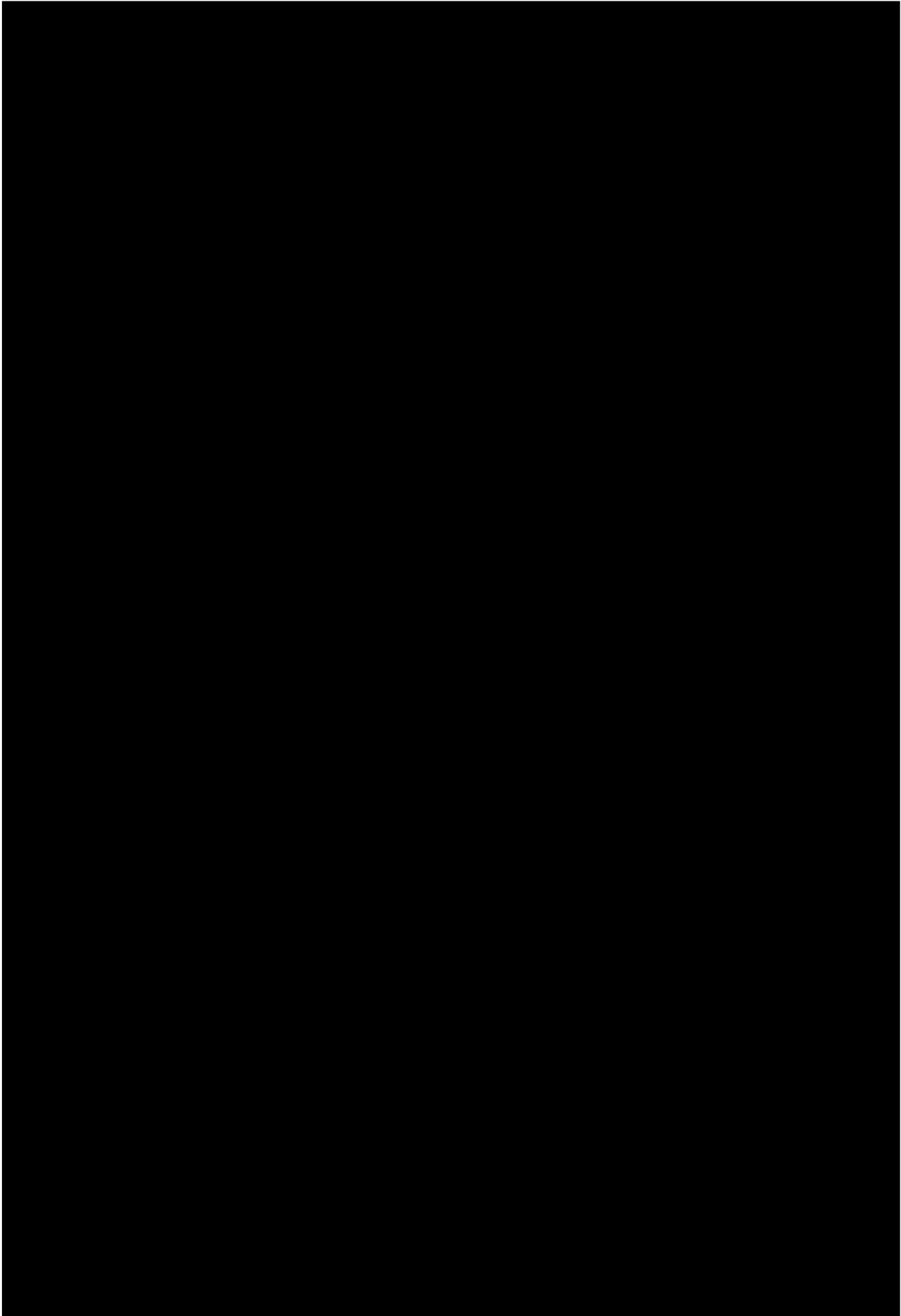
Anhang 7: Concept Maps von M, C und B (Darstellung der Schüler).

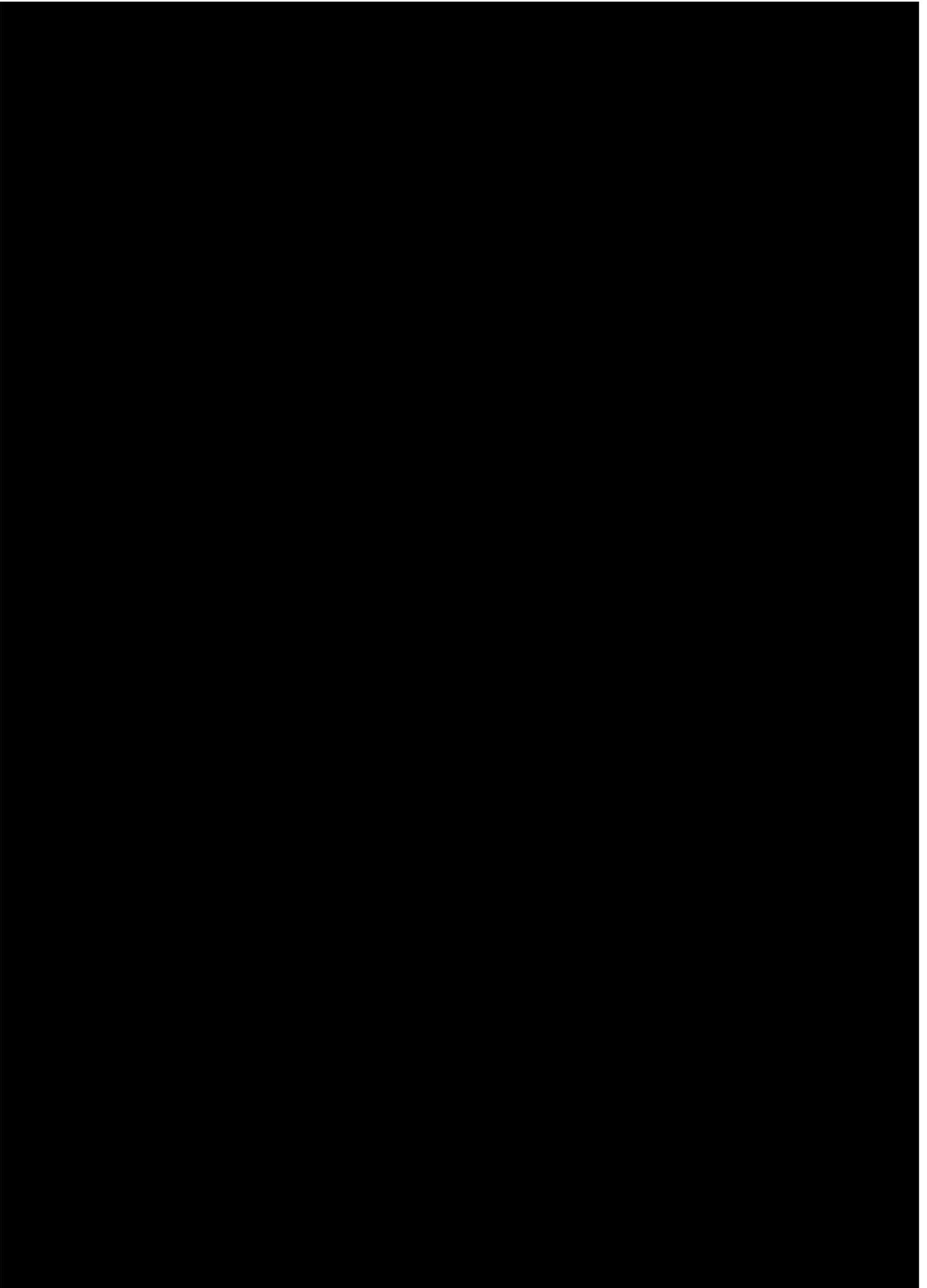
M (1):



M (2):







Videoanalyse

B, C, M = beobachtete Schülergruppe

F = Forscherin

L = Lehrerin

... = andere Schüler und Schülerinnen

[...] = unwichtige Gespräche

1. Stunde

I Concept Maps

- B zu C: Ist Kalk nicht auch Kalkgestein?
- [...]
- B zu C: Was steht da?
- C: Lehm gibt Wasser ab.
- [...]
- ...: Was ist „Kristallwasser“?
- C: Wenn du's nicht weißt, dann schreib's nicht hin.
- [...]
- B zu F: Kann ich jetzt schon Baustoffe hinschreiben?
- [...]
- C zu B: Ist Kalk auch ein Baustoff?

II Theoretischer Input und Diskussion

L eröffnet die gemeinsame Diskussion und leitet sie. Sie stellt Fragen in die Gruppe und greift die Antworten für nächste Fragen auf.

- [...]
- ...: Baustoffe sind feste Stoffe und wir verwenden sie für Häuser.
- ...: Baustoffe sind Dinge, die die anderen nutzen können.
- L: [...] Warum bauen wir Häuser?
- M: Dass wir vorm Wetter geschützt sind.
- L: Kannst du's ein bisschen präzisieren? Was ist schlechtes Wetter?
- M: Vor Kälte.
- ...: Schnee, Regen. [...] Hitze, Licht, [...]Hagel, Blitz und Donner, [...]Lawinen, Tsunami, Erdbeben, Hurrikans...[...]
- L: Welche Anforderungen müssen die Baustoffe, also die Häuser erfüllen?
- ...: Stabil sein. [...] Es soll nichts durchrinnen.
- B: Wasserfest.
- M: Oder wasserundurchlässig.
- C: Wasserdicht.

- [...]
- L: Welche Baustoffe kennt ihr? Woraus werden Häuser gebaut?
- ...: Aus Beton, Marmor, Ziegelsteine, Holz [...].
- M: Stahl.
- L: Nur aus Stahl?
- M: Nein, äh, Stahlbeton.
- [...]
- ...: Lehm, Zement. [...]

Bezug auf Aufgabenzettel der Concept Maps. L fragt nach dem zentralen Begriff.

- [...]
- ...: Kalk.
- M: Aus den Kalkalpen.
- L: Wie ist den der Kalk in die Kalkalpen gekommen?
- ...: Da war so ein Meer und da war so ein Salz im Meer. Das nennt man Salzmeer. Und das Salz hat sich dann abgelagert und jetzt sind die Steine so komisch [...].
- [...]
- L: ... Was ist aus dem Salz des Meeres entstanden? [...]
- M: Salzhöhlen.
- L: Salzlagerstätten.
- [...]
- L: Was haben wir im Meer, was aus Kalk besteht?
- ...: Die Muscheln, Krebse [...] Chitinpanzer [...] Choralen [...] Schnecken.
- L: [Erklärung]
- L: Woraus besteht Kalk? Welche chemische Verbindung ist Kalk?
- ...: Calcium...äm... CaCO_3 [vorgelesen].
- [...]
- L: CaCO_3 ist Kalk und der Name dazu lautet Calciumcarbonat. [...]

Schüler und Schülerinnen werden von L aufgefordert, ihre Hefte zu nehmen und mitzuschreiben. L macht Notizen zum Thema „Baustoffe“ an der Tafel.

- L: [...] Kalk ist einer der wichtigsten Grundstoffe für Baustoffe. Die meisten Baustoffe auf diesem Zettel bestehen u.a. aus Kalk. [...] Wie kommt jetzt der Kalk aus den Bergen in die Häuser? [...] Als allererstes müssen wir den Kalk aus dem Steinbruch irgendwie gewinnen. D.h. es wird gesprengt und so weiter. D.h. Calciumcarbonat, CaCO_3 [an die Tafel], wird aus einem Abbaugbiet, Steinbruch usw., abgebrochen, zerkleinert, gemahlen [an die Tafel]. Anschließend wird dieses Calciumcarbonat gebrannt [an die Tafel].
- Was verbindet ihr mit dem Begriff brennen?
- ...: Erhitzen, Ofen, Feuer, heiß [...].

- L: Also in einem Ofen wird das zerkleinerte Calciumcarbonat erhitzt und dabei verliert es CO_2 . Es wird CO_2 abgegeben. Wenn jetzt CaCO_3 CO_2 abgibt, bleibt CaO über, das ist der Branntkalk [an die Tafel]. Der gebrannte Kalk. Der chemische Name lautet Calciumoxid. Dieses Calciumoxid wird dann in weiterer Folge gelöscht. Was verbindet ihr mit dem Begriff löschen?
- ...: Wasser.
- L: Heißt das, Wasser wegnehmen, Wasser [...]?
- ...: Wasser drauf gießen.
- L: Versucht's bitte immer, ein Verb dazuzusagen. Wir geben Wasser dazu. Welche Formel hat Wasser?
- ...: H_2O [an die Tafel].
- L: Und das nennt man „Löschen“. Also, Calciumcarbonat wird abgebaut, gebrannt, CO_2 geht weg, dann wird es gelöscht, H_2O kommt dazu, jetzt addieren wir das einfach wieder, wir haben $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Das ist der Löschkalk. Und der chemische Name ist Calciumhydroxid [an die Tafel]. Und so kommt er auf die Baustelle. [...] das sind sozusagen „die Zementsackerln“. Welchen Aggregatzustand hat das? Wie wird es transportiert?
- ...: Es ist fest [...] in Säcke. [...] es ist ein Pulver.
- L: So kommt es auf die Baustelle. Dort wird es mit Wasser gemischt und es kommt noch Sand dazu [Läuten], dann haben wir das Calciumhydroxid mit Sand. Auf der Baustelle macht man dann einmal gar nichts, sondern wartet nur. Während dieses Wartens wird an die Umgebung H_2O abgegeben und CO_2 aufgenommen. Das nennt man „Abbinden“ [...]. Also minus H_2O und CO_2 aus der Luft wird aufgenommen und wir erhalten wieder das fertige Calciumcarbonat, welches in der Form von Fassademörtel fest an unseren Häusern ist. Nicht in Wasser löslich! Das nennt man den Kalkkreislauf.
- L: Nächste Stunde machen wir weiter mit: Was ist der Unterschied zwischen Mörtel und Beton.

2. Stunde

Selbstständiges Beantwortung von gegebenen Fragen

Nach den Minute Papers (ca. 3 min) erklärt L, dass die Lernenden bei der nächsten Aufgabe in Partnerarbeit einen Lückentext ausfüllen sollen (Arbeitsblatt Kalkkreislauf, behandelt dieselben Fragen der Minute Papers).

- B: Das ist der langweilige Teil des Unterrichts.
[...]
- C: Wo soll ma's hinschreiben? Du musst die Reaktionsgleichung hinschreiben! Abgabe von [...] Es schließt sich ja der Kreislauf wieder.

So ein Blödsinn! [...] Ja was is logisch? [...] Was wird abgegeben? [...] Calciumoxid. Das CaO ist Calciumoxid. Mit „C“ und nicht mit „Z“. [...] Und das da ist Calcium...

- B: Kohlenstoffdioxid.
- C: Nein. Calciumhydroxid ist das da.
- M: Das hätt ich eh g'wisst.
- C: Auch mit „C“. Hoffentlich sammelt sie das nicht ein.
[...]
- M: Is Löschkalk [...]?.
L erklärt erneut laut, was zu tun ist.
- C: Oja, da wird das Wasser entzogen.
- B: C? Branntkalk? Löschkalk?
- B: Da g'hört auch was her. Abgabe von...
- C: Ja genau. Abgabe von Wasser und [...] Abgabe von [...] Streichen wir das mal durch, was wir schon haben. Ja schreiben wir hin „Kohlenstoffdioxid“.
- B: Das steht ja schon da.
- C: Nein, da ist der Vorgang gemeint. „Löschen“ heißt der Vorgang. Das ist „Löschen“, dieser große Pfeil. [Schaut zu M und bessert ihn aus] Kohlenstoffdioxid wird aufgenommen, dann kann's nicht abgegeben werden [...] dann wird Wasser [...] da ist Abgabe von Wasser. Das stimmt sicher. [...] „Abbinden“ haben wir noch nicht.
- B: Abgabe von Abbinden?
- M: Schüttelt den Kopf [lacht ihn leise aus].
- C: Nein! Da muss was falsch sein. Da hamma auch 2x „Löschen“. Aufnahme von Wasser ist aber nicht „Löschen“. So ein Blödsinn.
- M: „Abgabe von Abbinden“ (lacht immer noch über Aussage von B)
- C: Ist Abgabe von Wasser und Abgabe von Kohlenstoffdioxid das gleiche? [...] Ok, da kommt „Abbinden“ her.
- B: Und da „Kohlenstoffdioxid“.
- C: Da „Kohlenstoffdioxid“. [...]
- C zu F: Sollen wir dazwischen Reaktionsgleichungen aufstellen? Wir sind eh so schlecht in Mathe. [...]
- C: Wir wissen nicht einmal, wie die Vorgänge heißen, wie sollen wir da Reaktionsgleichungen schreiben?
- M: CaCO_3 gibt Wasser ab.
- C: Minus H_2O ah O_2 ah [...].
- M: Ist gleich CaO.
- C: Ja ok. Schreiben wir einfach hin „minus Wasser“. [...] Das ist die Lösung: das da ist „Löschen“ und das da „Abbinden“. Das ist „Löschen“. [...] so und das ist jetzt CaO plus Wasser [...] ist gleich $\text{Ca}(\text{OH})_2$ minus Kohlenst...
- B schreibt alles von C ab.
- M: Plus!!

- C: Aja, plus Kohlenstoffdioxid. [...] ist gleich CaCO_3 .
- C: Wenn sie das jetzt auch noch bewertet, hamma gleich zwei Minus in der Stunde. Bin schon gespannt auf die Note, was wir bekommen.
[...]
- B (schaut durch die Tischkamera, sieht die Lehrerin darin): He, jetzt könn ma sie überwachen!
- M zu B: du kannst auch so nach vor schauen!

L teilt der Klasse dieselben Minute Papers zum Ausfüllen aus. Nach ca. 3 min bittet sie die Schüler und Schülerinnen, den ausgefüllten Lückentext mit den Notizen der letzten Stunde zu vergleichen und zu ergänzen.

- C: Die meisten können sich nicht einmal mehr daran erinnern.
[...]
- L: Wir werden uns in dieser Stunde weiter beschäftigen mit Baustoffen und zwar werden wir uns anschauen, was Gips ist und was Mörtel ist [...]. Holt euch bitte das weiße Buch und das blaue Buch. [M und C tratschen].
- M: Was machma jetzt??
[...]
- L: Ihr habt von mir einen Zettel bekommen mit einer Menge Fragen, die Antworten findet ihr in erster Linie vom weißen Buch, aber v.a. vom Gips stehen die meisten Informationen im blauen Buch. [...] am Ende der Stunde gebt ihr die Zettel ab.
- ...: Wird das benotet?
- L: Als Mitarbeit natürlich!
[...]
- C: Was ist Gips? Formel und chemischer Name. [...] [langes Suchen im Buch] [...]
- ...: He, der Name für Gips ist Calciumsulfid?
- C: Keine Ahnung.
- M: Woher soll ich das wissen?
- B: Was ist das?
- ...: „K-O-S-O-4“
- C: „Kaso vier“ Kalciumsulfid. Oja. CaSO – O ist Oxid – Calciumoxid [...].
- ...: CaSO_4 ?
- C: Nein. [...] Calciumhydroxid. Das ist Calciumhydroxid. Glaub ich. [...] Nein, falsch. Muss Calciumsulfid sein.
- B: Sie hat schon alles gesagt.
- C: Was ist Gips? Bandage. Ca... das ist Kalk. Das muss eh wo stehen! Ah, [findet es im Buch] die vollständige Formel von Gips lautet CaSO_4 .
[...]
- C: Was versteht man unter „Abbinden“? [...] es wird der Mörtel wieder mit Wasser vermengt [...] und wird wieder fest zu Mörtel. [...] Der Mörtel wird mit Wasser und Sand vermischt, wird wieder fest zu Mörtel.
- B: Hast du was anderes auch oder nicht? C, was genau sollen wir jetzt?

- C: Baugips. Zur Herstellung von Baugips wird das wasserhaltige Calciumsulfat auf 130°C erhitzt. [Notiert]: Wasserhaltiges Calciumsulfat wird auf 130 °C erhitzt und wird dabei fest. [...] und die Kristalle zerfallen. Baugips wird zermahlen, ist gleich Stuckgips, und kommt schnell in den Handel. Gips bei höherer Temperatur brennen, ist gleich Estrichgips.
- B: Estrich? [lacht]
- C: Unterschiede:
- B: Gibt's nicht.
- C: Oja. EG [Estrichgips] wird langsam härter.
- M: Warte!!
- C: Der Mörtel wird mit Wasser und Sand vermischt, es entsteht wieder Mörtel. EG und SG [Stuckgips] ist gleich schnell härtend. Sand und Wasser, ganz wichtig! Sand und Wasser! [langes Vorlesen vom Buch, alle schreiben mit].
- B zu L: Warum schreiben Sie nichts mehr an die Tafel? Wir vermissen Ihre schöne Schrift!
[...] [arbeiten recht fleißig, jeder für sich]
- C: Kalkmörtel: Löschkalk und Sand [...]. Lauter Wiederholungen in dieser Stunde. [...] Stahlbeton ist Beton plus Stahl [...]. [Läuten]

3. Stunde

Gruppenpuzzle

L erklärt die Aufgabenstellung: Expertenthemen sind: 1) Ziegel und Töpferware (M), 2) Steingut (C) und 3) Steinzeug und Porzellan (B). Gruppeneinteilung. Ausarbeitung mit beiden Büchern und Internet im PC-Raum. Jeder Experte muss zu seinem Thema vier Fragen ausarbeiten: 1) Ausgangsstoffe, 2) Herstellung, 3) Eigenschaften, 4) Verwendung.

Expertengruppen:

C: arbeitet in einer 4er-Gruppe (mit 2 Mädchen und 1 Buben), ist sehr kooperativ, bietet den anderen die Auswahl an „Ladies first!“

Jeder arbeitet für sich, wenig Kommunikation untereinander. Es wird nicht über fachliche, sondern ausschließlich über private Dinge geredet. C drückt sich auch privat sehr gewählt aus; er spricht in ganzen Sätzen. Einzige beobachtete fachliche Kommunikation:

- C zu Mädchen: Ton, Quarz, Feldspat und Calcit.

Maus-Probleme → C kann nicht Internetrecherche betreiben.

B: arbeitet in 4er-Gruppe (mit 3 Mädchen). Sehen die Kamera, schminken sich.

- Mädchen leise zueinander: Das Problem ist, wenn die uns filmen, dass wir sowieso nicht über Chemie reden

Schauen aufs Handy, schreiben SMS. Reden ca. 70 Prozent der Zeit über Privates.

- Was müßma da eigentlich machen?

Mädchen lesen mir unwichtige Absätze mit wirren Prozentangaben aus Wikipedia vor. Schreiben Unsinn vom Internet ab.

B gibt zu, dass er dann nur von seiner Nachbarin abschreiben will, sie wird von der nächsten Nachbarin abschreiben. B beteiligt sich nicht.

- ...: Was ist Steinzeug?

- B: das ist Spielzeug!

Verwendete Sprache untereinander ist eine korrekte Alltagssprache. Sie sprechen in vollständigen Sätzen.

Sie schauen oft zu anderen Gruppen hinüber.

C kommt zur Gruppe dazu.

- B zu C: C, lies mal vor, was da steht!

- C: Porzellan wird hergestellt durch Brennen. Besteht aus Ton, mineralhaltigen C-Stoffen.

- ...: Ist dauerhaft spülmaschinenfest.

- ...: Für was brauchen wir das??

- ...: Ja, ist eine Eigenschaft!!

- C: Lehmziegel, Pfeil, was steht da? Irgendeine Keramik...Grobkeramik.

- B: Ist das alles?

- C: Ja. Und dann noch „Beginn: Feinkeramik Majolika“. Man schreibt's übrigens groß, weil's ein Nomen ist und dazwischen g'hört ein Beistrich.

- B: Noch was?

- C: Die Fachbegriffe kannst ja selber abschreiben.

- B zu Mädchen: Spülmaschinenfest??

- ...: hat sie gesagt!

M: arbeitet in einer 4-er Gruppe (mit 2 Mädchen und 1 Buben), beschäftigt sich hingegen alleine. Kommuniziert wenig bis gar nicht.

- M: Was soll ich nachschlagen?

- ...: Ziegel und Töpferware. So wies am Blatt steht. [Schimpfwörter fallen, weil M Rechtschreibfehler macht].

- ...: Ausgangsstoffe von Ziegel.

- M: Kalkstein [...]

- ...: Ja gib bei Google einfach ein!

- M: Geht schon, schreib! Ich schreib dann ab.

- [...]

- M: Einfach nur Ton, Lehm oder tonige Masse mit oder ohne Zusatzstoffe.

- ...: Werden geformt, getrocknet und gebrannt. Mehr brauch ma eh nicht.

Diskussion, ob und was noch dazukommen soll.

Sagen nichts, lachen nur.

Stammgruppe:

Ausgangsstoffe (Frage 1):

- C: Ich hab über Steingut recherchiert und die Ausgangsstoffe sind Ton, Quarz, Feldspat und Calcit. [...]
- M: Ton, Lehm oder tonige Massen, mit oder ohne Zusatzstoffe, dann wird's getrocknet und gebrannt.
- B: 65-80 % Glas, 20-25 % Mollit
- C: Was ist das?
- B: Wahrscheinlich so ein Stein. Und 10-15 % Quarz.

Herstellung (Frage 2):

- C: Ton wird ca. bei 900 °C gebrannt, auch die offenen Poren können im Wasser durchdringen. Mehr hab ich nicht mehr aufgeschrieben, das ist das Wichtigste.
- B: Porzellan wird durch Brennen hergestellt, mit Glasur, Glattband und Dekorband.
- C: Was ist das? So ein Bandl zum Aufhängen? Und was mach ich mit dem Band?
- B: Ja so wird das gebrennt.
- C: Gebrannt.
- M [hat Frage 2 nicht beantwortet]: Ich hab mich da irgendwie vertan.

Eigenschaften (Frage 3):

- C: Ich hab nur „hellgrau“ und „Ton“ hingeschrieben, den Rest konnt' ich nicht lesen und bin nicht dazugekommen.
- B: Besteht aus Ton, mineralhaltigen C-Stoffen, beginnt mit einfachen Lehmziegeln.
- C: Das sind doch keine Eigenschaften!
- B: Lehmziegeln ist Grobkeramik. Beginn: Feinkeramik, Manjolika, Fayence, Steingut, Steinzeug und spülmaschinenfest.
- C: Hast du überhaupt eine Ahnung, was du da aufgeschrieben hast?
- B: Ja was, die haben das so aufgeschrieben.
- C: Dann schreib nur das auf, was du verstehst!
- M: Ziegel dehnen sich bei Temperaturschwankungen weniger aus. Sehr hohe Wärmedämmung und die Dicke von 11,5 cm.

Verwendung (Frage 4):

- C: Steingut wurde früher und wird auch heute noch im Haushalt wegen seinen einfacheren u kostengünstigeren Herstellungskosten als Ersatz für Porzellan verwendet.
- B: Es wird in der Technik verwendet als Isolator von Kondensatoren.
- C: Aber was ein Isolator ist, weißt jetzt eh?!
- B: Ich hab's mal gewusst, aber ich hab's vergessen.
[...]
- B: Also man muss sich das jetzt einmal logisch vorstellen.
- C: So, jetzt kommt der Einstein!
- B: Über was reden wir überhaupt? [...] weil es nicht elektrische Stoffe leitet!

- C: Strom.
- B: Elektrischen Strom. Und daher kann es nicht, wenn ein Mensch etwas berührt, nicht auf den Menschen elektrischen Strom leiten und dadurch gibt's keinen Stromschlag.
- M: Also, die vierte Frage, gell? Pflasterung, Ziegeldecken, äh, Dachdecken und Mauern.

[...]

- L: Wisst ihr, was das Wort „porös“ bedeutet?
- B: Ich hab's mal gewusst, in Physik. [...]
- C: Irgendwas mit Poren.
- B: Es hat etwas mit „spröde“ zu tun.
- L: Nicht unbedingt. Weil deine Haut hat auch Poren.
- C: Etwas, das viele Poren hat.
- L: Und was geht da durch?
- C: Wasser.
- B: Luft. Sauerstoff.

4. Stunde

Fragen beantworten (mündlich, dann schriftlich)

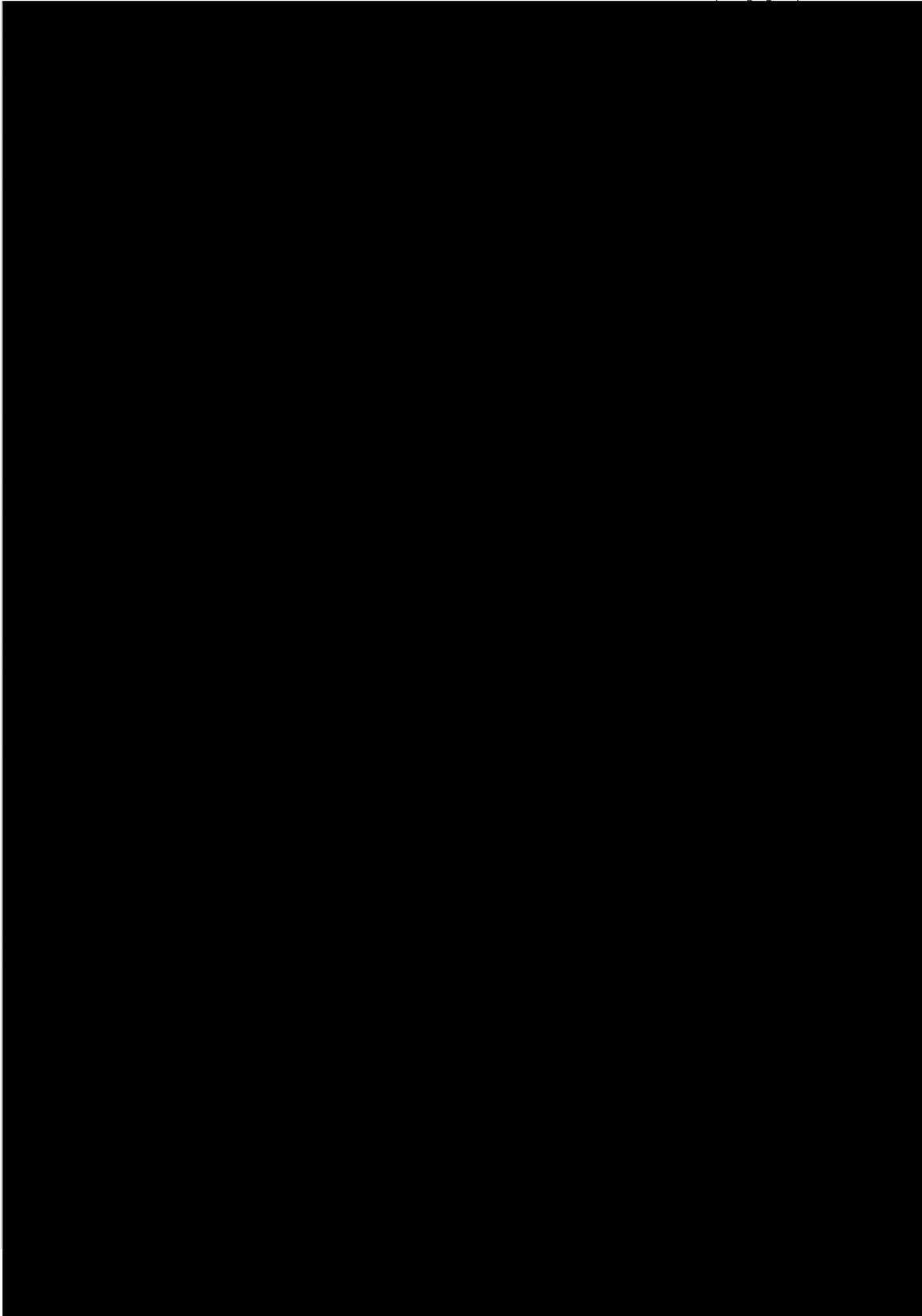
[...]

- L: So, ihr habt jetzt von mir einen Stichwort-Begriffszettel bekommen mit wichtigen Begriffen und Formeln und ich möchte, dass ihr daneben hinschreibt, was das ist, was man darunter versteht. Die ersten machen wir gemeinsam. Also „Brennen“, was versteht man bei dem Thema Baustoffe unter „Brennen“?
- ...: Wenn man etwas durch Feuer erhitzt? [...] Wasser wird entzogen.
- L: Ja, es geht was weg. Aber nicht Wasser.
- ...: CO₂?!?
- L: Was wird denn gebrannt?
- ...: Baustoffe, Ton.
- L: Unter „Brennen“ versteht man das Erhitzen von Kalk bzw. Ton. CO₂ entweicht. Und so versucht ihr, die anderen Begriffe auch zu definieren, mithilfe eurer Unterlagen natürlich. „Löschen“ genauso: Was wird gelöscht? [...] Feuer nicht, wir sind beim Thema „Baustoffe“. Nehmt's bitte eure Unterlagen, ihr habt alles im Heft. [...] Ihr müsst's es nicht alleine machen, ihr könnt es gemeinsam machen und über die feste Formulierung diskutieren.

Keine brauchbaren Informationen, da die Lernenden sich anderwärtig beschäftigen.

C sagt L, dass er nicht mehr abschreiben will.

[...]



Anhang 10: Arbeitsblatt zu Gips und Mörtel (Darstellung der Lehrerin).

Beantworte die folgenden Fragen unter Verwendung beider Bücher (Chemie ist überall, S. 66-68, Treffpunkt Chemie, S.-120 + 123+ 124)

1. Was ist Gips (Formel und chemischer Name)

2. Was versteht man unter dem „abbinden“ (von Mörtel, bzw. Gips)?

3. Wie wird Baugips hergestellt?

4. Welches sind die Unterschiede in der Herstellung und Verwendung von Stuckgips und Estrichgips?

5. Beschreibe zu folgenden Baustoffen deren Zusammensetzung, Eigenschaften und die Verwendung.
 - a. Kalkmörtel

 - b. Zementmörtel

 - c. Mischmörtel

 - d. Beton

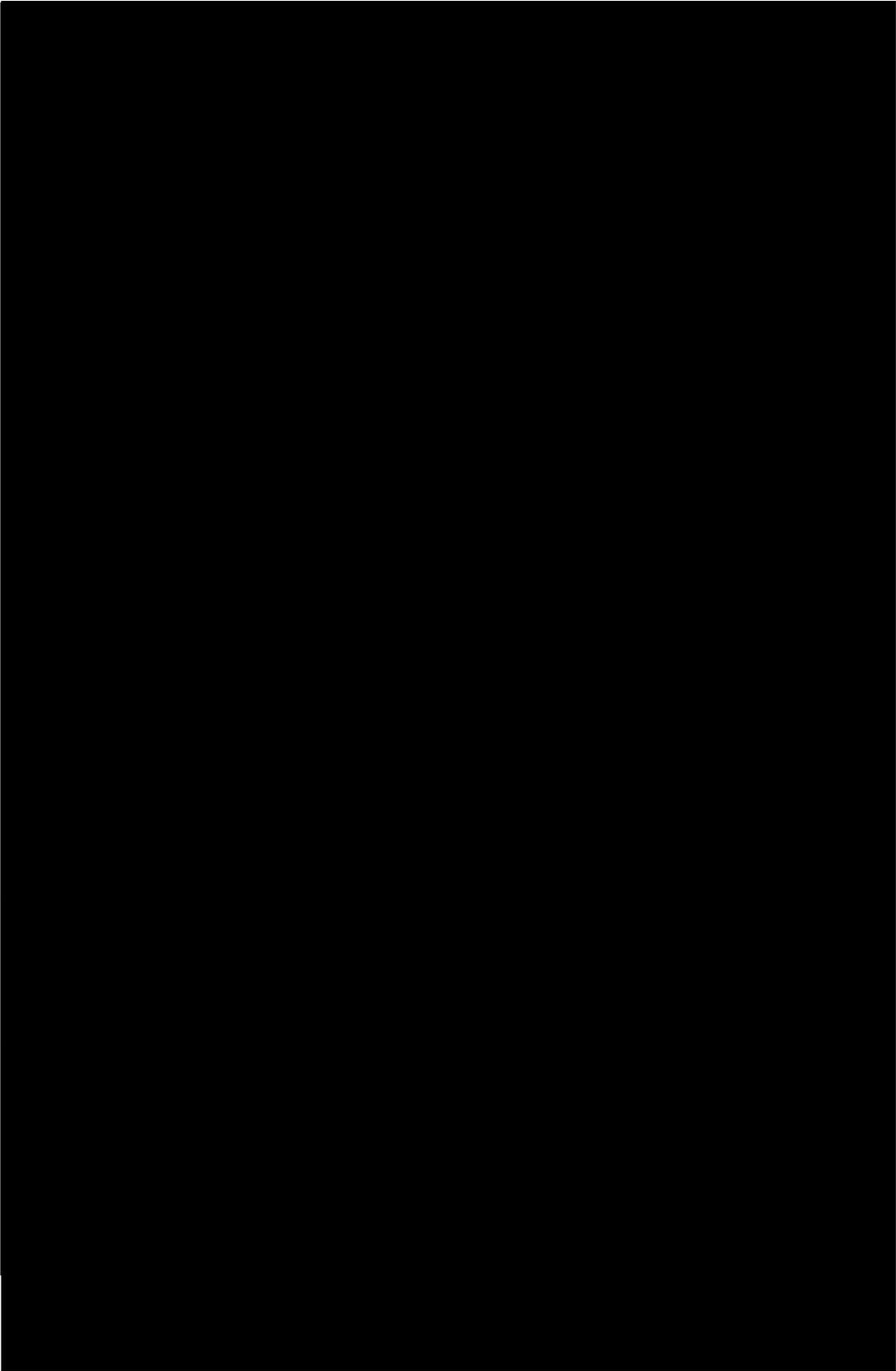
 - e. Stahlbeton

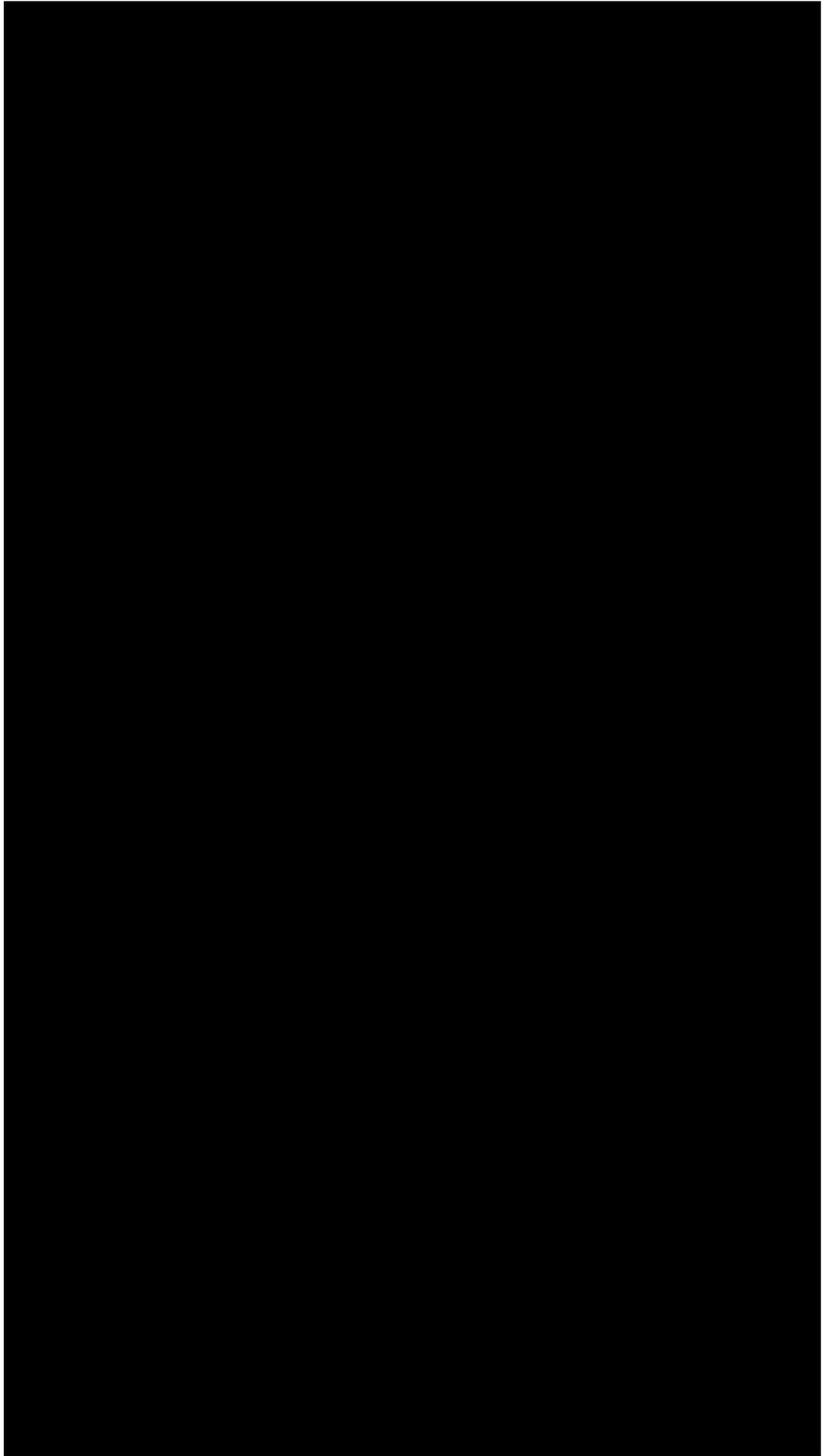
 - f. Gips

6. Worauf muss man bei der Verwendung von Branntkalk und Löschkalk unbedingt achten?

Anhang 11: Minute Papers von B, C und M (1) und (2) (Darstellung der Schüler).

M (1):





11 LITERATURVERZEICHNIS

11.1 Wörterbücher und Lexika

AHLHEIM, K.-H. et al. (1966). Der große Duden, Fremdwörterbuch, Band 5. Mannheim: Dudenverlag, Bibliographisches Institut AG.

BACK, O. et al. (2001). Österreichisches Wörterbuch - auf der Grundlage des amtlichen Regelwerks; herausgegeben im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur; 39. Auflage. Wien: öbv&hpt.

BIBLIOGRAPHISCHES Institut & F.A. Brockhaus AG (1997): DUDEN - Das Fremdwörterbuch. Mannheim: LexiROM 4.0.

BIBLIOGRAPHISCHES Institut & F.A. Brockhaus AG (1997): Meyers Lexikon in drei Bänden. Mannheim: LexiROM 4.0.

FLEISCHER, W., HELBIG, G., LERCHNER G. (Hrsg.) (2001). Kleine Enzyklopädie – Deutsche Sprache. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Wien: Peter Lang GmbH.

11.2 Schulbücher

FRÜHAUF, D., TEGEN, H. (Hrsg.)(2005). Treffpunkt Chemie. Wien: E. Dorner GmbH.

NEUFINGERL, F. (2006). Chemie ist überall 4. Wien: Westermann Wien im Verlag E. Dorner GmbH.

11.3 Fachliteratur

ALTRICHTER, H., POSCH, P. (2007). Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt Verlag.

- ATTESLANDER, P. (2000). Methoden der empirischen Sozialforschung. 9. Auflage. Berlin, New York: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG.
- ATTESLANDER, P. (2006). Methoden der empirischen Sozialforschung. 11. Auflage. Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH & Co.
- BARKE, H.-D., HARSCH, G. (2001). Chemiedidaktik heute, Lernprozesse in Theorie und Praxis. Heidelberg: Springer-Verlag.
- BARKE, H.-D. (2002). Das chemische Dreieck. In: Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie 13 / 67, (S. 45-46). Seelze: Erhard Friedrich Verlag GmbH.
- BEHRENDT, H., REISKA P. (2001). Abwechslung im Naturwissenschaftsunterricht mit Concept Mapping. In: http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/011/index_pl_011.html (4.6.2010).
- DEPPNER, J. (1989). Fachsprache der Chemie in der Schule, Empirische Untersuchung zum Textverständnis und Ansätze zur sprachlichen Förderung türkischer und deutscher Schülerinnen und Schüler. Heidelberg: Julius Groos Verlag.
- DUNKER, N., SCHMIDT, D., MOSCHNER, B., PARCHMANN, I. (2008). Fachbegriffe erarbeiten – Fachkonzepte entwickeln. Concept Mapping als Mittel zum Begriffsverstehen und zum Vernetzen. In: H. Schmidkunz, I. Parchmann, P. Pfeifer, L. Stäudel, S. Venke (Hrsg.), Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (S. 10-15). Seelze: Erhard Friedrich Verlag GmbH.
- FLUCK, H.-R. (1985). Fachsprachen. Tübingen: Francke Verlag GmbH.
- FLUCK, H.-R. (1997). Fachdeutsch in Naturwissenschaft und Technik, Einführung in die Fachsprachen und die Didaktik/Methodik des fachorientierten Fremdsprachenunterrichts. Heidelberg: Julius Groos Verlag.
- FRANKE-BRAUN, G., STÄUDEL, L. (2008). Kommunikation fördern. Lernsituationen methodisch gestalten. In: H. Schmidkunz, I. Parchmann, P. Pfeifer, L. Stäudel, S. Venke (Hrsg.), Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (S. 35-40). Seelze: Erhard Friedrich Verlag GmbH.

GALLIN, P., RUF, U. (1998). Sprache und Mathematik in der Schule. Auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz. Seelze: Kallmeier Verlag.

GREVING, J., PARADIES, L. (1996). Unterrichtseinstiege – Ein Studien- und Praxisbuch. Frankfurt am Main: Cornelsen Verlag Scriptor.

HALLPAP, P., KLEIN, O., LUX, F. (2002). Die Fachsprache im Chemieunterricht. In: P. Pfeifer, B. Lutz, H. J. Bader (Hrsg.), Konkrete Fachdidaktik Chemie (S. 73-89). München: Oldenbourg Verlag.

HÄUSSLER, P. (1998). Naturwissenschaftsdidaktische Forschung, Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.

HIRTNER, S. (2002). Wie Lieder und Reime die sprachliche Entwicklung von Kindern fördern. In: M. R. Textor (Hrsg.), Kindergartenpädagogik – Online Handbuch, WWD, Ausgabe 76, S. 15-17. <http://www.kindergartenpaedagogik.de/698.html> (24.4.2010).

JOHNSTONE, A. (2000). Teaching of chemistry, logical or psychological? In: Chemistry Education: Research and Practice 1 (S. 9-15).

LEMBENS, A. (in Druck): Science goes Public – Einen Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft eröffnen. In: Stäudel, Lutz & Rehm, Markus (Hrsg.). Naturwissenschaften im Unterricht-Chemie 21. Seelze: Friedlich Verlag.

LEMBENS, A. (in Druck). Politische Bildung im Fach Chemie? In: Krammer, R. & Kühberger, C. (Hrsg.). Politische Bildung: Möglichkeiten zur Umsetzung des Unterrichtsprinzips im Fächerkanon der AHS und der Hauptschulen. Innsbruck: Studienverlag.

MÖHN, D., PELKA, R. (1984). Fachsprachen – Eine Einführung. Tübingen: Max Niemeyer Verlag.

MÜHLEN-ACHS, B. (1983). Non-verbale Kommunikation im Unterricht. In: K. Ehlich, J. Rehbein (Hrsg.), Kommunikation in Schule und Hochschule (S. 130-136). Tübingen: Narr Verlag.

PARCHMANN, I., VENKE, S. (2008). Eindeutig – Zweideutig?! Chemische Fachsprache im Unterricht. In: H. Schmidkunz, I. Parchmann, P. Pfeifer, L. Stäudel, S. Venke (Hrsg.), Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (S. 10-15). Seelze: Erhard Friedrich Verlag GmbH.

PFEIFER, P. (2008). Alltagssprache und Fachsprache – Verständnis des Begriffes Kalk in Alltag und Fachunterricht. In: H. Schmidkunz, I. Parchmann, P. Pfeifer, L. Stäudel, S. Venke (Hrsg.), Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (S. 16-18). Seelze: Erhard Friedrich Verlag GmbH.

PIAGET, J. (1972). Theorien und Methoden der modernen Erziehung. Wien-München-Zürich: Verlag Fritz Molden.

SALCHER, A. (2008). Der talentierte Schüler und seine Feinde. Salzburg: Ecowin-Verlag.

SATZGER, A. (1987). Fachsprachen und Textlinguistik. In: L. Hoffmann (Hrsg.), Fachsprachen – Instrument und Objekt (S. 95-106). Leipzig: Veb Verlag Enzyklopädie.

SAUSSURE, F. de (2001). Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft. Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG.

STÄUDEL, L. (1999). Die Dinge zusammenbringen, Naturwissenschaften lernen im thematischen Kontext. In: H. W. Heymann et al. (Hrsg.), Mensch, Natur, Technik (S. 64-67). Seelze: Erhard Friedrich Verlag GmbH.

STÄUDEL, L., FRANKE-BRAUN, G., PARCHMANN, I. (2008). Sprache, Kommunikation und Wissenserwerb im Chemieunterricht. In: H. Schmidkunz, I. Parchmann, P. Pfeifer, L. Stäudel, S. Venke (Hrsg.), Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (S. 4-9). Seelze: Erhard Friedrich Verlag GmbH.

STRACKE, I. (2004). Einsatz computerbasierter Concept Maps zur Wissensdiagnose in der Chemie, Empirische Untersuchungen am Beispiel des Chemischen Gleichgewichts. Münster: Waxmann Verlag GmbH.

STRÖKER, E. (1967). Denkwege der Chemie – Elemente ihrer Wissenschaftstheorie. Freiburg, München: Verlag Karl Alber.

VOLLMER, G. (1980). Sprache und Begriffsbildung im Chemieunterricht. Frankfurt am Main: Verlag Moritz Disterweg GmbH & Co., Aarau, Frankfurt am Main, Salzburg: Verlag Sauerländer AG.

VYGOTSKIJ, L. S. (2002). Denken und Sprechen. Weinheim und Basel: Beltz Verlag GmbH.

WATZLAWICK, P., BEAVIN, J. H., JACKSON, D. D. (2002). Menschliche Kommunikation. Formen, Störungen, Paradoxien. Bern: Verlag Hans Huber.

WEERDA, J. (1978). Begriffe der Chemie und Physik in der Sprache der Kinder und der Wissenschaft, Gegenüberstellung der Begriffsbildung, Eine empirische Untersuchung. Frankfurt am Main: Verlag Peter Lang GmbH.

WELZEL, M., Stadler, H. (Hrsg.) (2005). „Nimm doch mal die Kamera!“, Zur Nutzung von Videos in der Lehrerbildung – Beispiele und Empfehlungen aus den Naturwissenschaften. Münster: Waxmann Verlag GmbH.

Yin, R. K. (2009). Case Study Research. Design and Methods: SAGE Publications, Inc.

11.4 Internetquellen

http://homepage.univie.ac.at/Eveline.Christof/grundlagen05/Erstellung_%20Interviewleitfaden.pdf (7.1.2010).

<http://sciencev1.orf.at/science/news/150781> (22.4.2010).

<http://www.bmukk.gv.at/medienpool/780/ahs6.pdf> (22.4.2010).

<http://www.chemie-master.de> (10.5.2010).

<http://www.cosmoty.de/news/2778/> (29.4.2010).

<http://www.grg11go.asn-wien.ac.at/> (7.5.2010).

<http://www.med-reporter.at/index.asp?men=GESUNDHEIT&submen=Produkte&artid=468&kategorie=> (29.4.2010).

http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_caco3.htm (29.4.2010).

<http://www.voez.at/download749> (22.4.2010).

http://www.wiener-zucker.at/content/de/die_marke_wiener_zucker/aktivitaeten.php
(22.4.2010).

<http://www.yauh.de/files/magisterarbeit.pdf> (22.4.2010).

Southerland, S. in <http://www.flaguide.net/cat/interviews/interviews1.php>
(20.1.2010).

Zeilik, M. in <http://www.flaguide.net/cat/minutespapers/conmap1.php> (20.1.2010).

Zeilik, M. in <http://www.flaguide.net/cat/minutespapers/minutespapers1.php>
(20.1.2010).

12 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1: SUBGRUPPEN VON ALLTAGSSPRACHE (EIGENE DARSTELLUNG).....	8
ABBILDUNG 2: UMGANGSSPRACHE ALS VERBINDUNG ZWISCHEN MUNDARTEN UND HOCHSPRACHE (EIGENE DARSTELLUNG).....	9
ABBILDUNG 3: UMGANGSSPRACHE ALS VERBINDUNG ZWISCHEN MUNDARTEN UND FACHSPRACHE (EIGENE DARSTELLUNG).....	10
ABBILDUNG 4: ALLGEMEINE VERBINDLICHKEIT (EIGENE DARSTELLUNG).....	11
ABBILDUNG 5: VERKNÜPFUNG UNTERSCHIEDLICHER DARSTELLUNGSEBENEN AM BEISPIEL „FOTOSYNTHESE“ (STÄUDEL 2008, S.7).....	16
ABBILDUNG 6: INHALTLICHE FESTLEGUNG VON FACHWÖRTERN (FLUCK 1997, S. 27).....	18
ABBILDUNG 7: HOMONYME (EIGENE DARSTELLUNG).....	22
ABBILDUNG 8: EINDEUTIGKEIT VON BEGRIFFEN	23
ABBILDUNG 9: DIE CHEMISCHE FACHSPRACHE (EIGENE DARSTELLUNG).....	26
ABBILDUNG 10: WERBUNG FÜR RÜBENZUCKER (WWW.VOEZ.AT/DOWNLOAD749).....	31
ABBILDUNG 11: BEISPIEL FÜR EINE BEZEICHNUNGSÜBERTRAGUNG VON DER GEMEINSPRACHE AUF DIE CHEMISCHE FACHSPRACHE (VOLLMER 1980, S. 40).....	38
ABBILDUNG 12: BEDEUTUNGSERWEITERUNG (EIGENE DARSTELLUNG).....	40
ABBILDUNG 13: BEDEUTUNGSERWEITERUNG DES BEGRIFFES "OXIDATION" (EIGENE DARSTELLUNG).....	41
ABBILDUNG 14: BEDEUTUNGSVERENGUNG (EIGENE DARSTELLUNG).....	42

ABBILDUNG 15: BESCHREIBUNGEN CHEMISCHER VORGÄNGE AUF DER EBENE DER ALLTAGSSPRACHE, DER FACHSPRACHE, DER CHEMISCHEN SYMBOLSPRACHE (BARKE 2001, S. 174).....	49
ABBILDUNG 16: DAS CHEMISCHE DREIECK NACH JOHNSTONE (EIGENE DARSTELLUNG).....	50
ABBILDUNG 17: FORSCHUNGSABLAUF (ATTESLANDER 2006, S. 90).	62
ABBILDUNG 18: BEISPIEL FÜR EINE VERKNÜPFUNG DER BEGRIFFE „CHEMIE“ UND „NATURWISSENSCHAFT“ (STRACKE 2004, S. 18).	70
ABBILDUNG 19: BEISPIEL FÜR EIN CONCEPT MAP MIT FÜNF BEGRIFFEN UND ZUGEHÖRIGEN RELATIONEN (STRACKE 2004, S. 17).	70
ABBILDUNG 20: I PUNKTUELLE ÜBERPRÜFUNGEN BZW. II PHASEN DER WISSENSERARBEITUNG (EIGENE DARSTELLUNG).	83
ABBILDUNG 21: ZEITLICHER VERLAUF DER UNTERRICHTSEINHEIT (EIGENE DARSTELLUNG).....	85
ABBILDUNG 22: GRUPPENPUZZLE NACH JIGSAW (FRANKE-BRAUN ET AL. 2008, S. 35).	85
ABBILDUNG 23: AUSEINANDERSETZUNG DER SCHÜLER MIT DEM BEGRIFF "ABBINDEN" (EIGENE DARSTELLUNG).	88
ABBILDUNG 24: AUSEINANDERSETZUNG DER SCHÜLER MIT DEM BEGRIFF "KALK" (EIGENE DARSTELLUNG).	90
ABBILDUNG 25: MINUTE PAPERS VON M, C UND B VOR DER FRAGENAUSARBEITUNG (EIGENE DARSTELLUNG).....	101
ABBILDUNG 26: MINUTE PAPERS VON M, C UND B NACH DER FRAGENAUSARBEITUNG (EIGENE DARSTELLUNG).....	102
ABBILDUNG 27: VERLAUF DER KORREKTHEIT DER SPRACHLICHEN ÄUßERUNGEN DER SCHÜLER (EIGENE DARSTELLUNG).....	114

13 ABSTRACT

Zur Erforschung der chemischen Fachsprachenentwicklung von Schülern und Schülerinnen der Sekundarstufe I wurde eine Fallstudie im Bundesgymnasium der Gottschalkgasse 21, in 1110 Wien, durchgeführt. Es wurden drei Schüler der vierten Klasse Unterstufe über einen Zeitraum von zwei Wochen im Chemieunterricht beobachtet.

Zu Beginn der Arbeit werden die Grundlagen für Sprachentwicklung dargelegt. Diese umfassen die Abgrenzung der verschiedenen Sprachformen und den Einfluss, den Sprache auf den naturwissenschaftlichen Unterricht, im Speziellen auf das Fach Chemie, ausübt. Im Anschluss daran werden wichtige Erkenntnisse über die Begriffsbildung und die Bedeutungsveränderung von Termini dargelegt. Der Weg der Begriffsbildung beginnt beim Vergleichen von Neuem mit Bekanntem, läuft über das Differenzieren und Abstrahieren bis hin zum Generalisieren und Typisieren. Die Muttersprache bildet das Fundament, auf welchem Fachsprachenentwicklung stattfindet, da bei „motivierten Termini“ über sie der Sinn abgeleitet werden kann. Hat der oder die Lernende einen Fachbegriff erfasst, finden als nächste Schritte Bedeutungserweiterungen oder –verengungen statt. Das Beispiel „Kalk“ soll die Wechselwirkung von Alltags- und Fachsprache im Chemieunterricht veranschaulichen. Die Vorstellungen, welche die Schüler und Schülerinnen in den Unterricht mitbringen, sowie das soziale Umfeld, aus dem die Jugendlichen stammen, stellen weitere wesentliche Faktoren zur Beeinflussung der Lehr- und Lernprozesse dar. Ein Leitfaden guter Unterrichtsvorbereitung in Anlehnung an die Kriterien zur Fachsprachenentwicklung schließt dieses Kapitel ab.

Der empirische Teil umfasst die Beschreibung der gewählten Forschungsmethoden, sowie die Darstellung der Ergebnisse der Fallstudie, auf welche diese Methoden angewendet wurden. Als Forschungsinstrumente dienten zwei Gruppeninterviews, schriftliche Dokumentationen („Concept Maps“ und „Minute Papers“), sowie die teilnehmende Beobachtung mit Video- und Audioaufzeichnungen. Die erhobenen Daten und daraus resultierenden Schlussfolgerungen werden in einer eingehenden persönlichen Interpretation begründet. Eine Zusammenfassung und ein Ausblick schließen die Arbeit ab.

14 LEBENS LAUF

Persönliche Daten

Name: Karin Theresa-Maria Steinmetz

Adresse: Robert Hamerling-Gasse 11/18, 1150 Wien

Familienstand: Ledig

Staatsangehörigkeit: Österreich

Geburtsdatum und -ort: 7. Juli 1984 in Amstetten (NÖ)

Schulbildung

- **Universität Wien:** Lehramt Chemie, Französisch, seit 2004
- **Université de Provence Aix-Marseille I:** von September 2007 bis Jänner 2008, Studienrichtung Chemie (europäisches Mobilitätsprogramm « Erasmus-Sokrates »)
- **Höhere Lehranstalt für Wirtschaftliche Berufe:** von 1998 bis 2003 in St. Pölten
- **Hauptschule:** von 1994 bis 1998 in Emmersdorf
- **Volksschule:** von 1990 bis 1994 in Leiben

Praktika und berufliche Erfahrung

- **Seit September 2008:** Tutorin am chemischen Institut der Universität Wien für „Chemische Übungen für Biologen und Ernährungswissenschaftler“
- **Dezember 2006-Juni 2008:** Nachhilfelehrerin in den Fächern Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, Mathematik, Chemie und Buchhaltung/Rechnungswesen, als geringfügig Angestellte des NÖ Hilfswerks
- **September 2007 - Jänner 2008:** Angestellte der Firma Romer Labs / Erber AG (Home Office in Marseille), Aufgabenbereich: Betreuung der französischen Kunden, Übersetzung Deutsch↔Französisch
- **September 2006:** zwei Wochen „WWOOF“ (WorldWide Opportunities on Organic Farms) in Besançon in Frankreich, bei Familie Didier Michaud
- **Februar 2006:** zwei Wochen „WWOOF“ (WorldWide Opportunities on Organic Farms) in Poitiers in Frankreich, bei der Familie Jean Van Cauvenbergh

- **Oktober 2004 - Dezember 2006:** geringfügig Angestellte des Unternehmens Erber AG als « Administrative Assistent for Marketing »
- **August 2003 - Oktober 2004:** Angestellte der Firma Biomin / Erber AG in Herzogenburg (Rezeption, « Human Ressource » und als « Administrative Assistent »)
- **Juni - September 2001:** Pflichtpraktikum im Restaurant « Zur Post »****, Fam. Ebner (Service, Rezeption, Etage), in Melk
- **Juli - August 2000:** Ferialjob im « Familiengasthof Erber »*** (Service), in Zelking
- **Juli - August 1999:** Ferialjob im Restaurant « Zum goldenen Löwen »***, Fam. Elsner (Service), in Maria Taferl
- **August 1998:** Ferialjob im Schloss Schönbühl (Servie, Etage, Küche), in Schönbühl

Zertifikate

- **Kongresszertifikat:** « All different – all equal » Strasbourg, Februar 2007
- **Reife- und Diplomprüfungszeugnis:** mit ausgezeichnetem Erfolg, 2003
- **Sprachenzertifikat:** Dante Alighieri (Italienisch), 2003
- **Fachprüfungszeugnis:** Gastronomie und Tourismus (bis 5 Sternebetriebe)
- **Computerführerschein:** ECDL (European Computer Driving Licence) alle Module, 2002
- **Sprachenzertifikat:** Cambridge Certificate, 1998

Besondere Kenntnisse

- **Sprachkenntnisse:** Deutsch (Muttersprache)
Englisch (flüssig in Wort und Schrift)
Französisch (flüssig in Wort und Schrift)
Italienisch (Maturaniveau)
Russisch (Grundkenntnisse)
- **Führerschein:** B
- **EDV-Kenntnisse:** Microsoft Word, Excel, Access, Power Point, Internet; IBM Lotus Notes