



universität
wien

DISSERTATION / DOCTORAL THESIS

Titel der Dissertation / Title of the Doctoral Thesis

„Concept Cartoons als Stimuli für
Kleingruppendiskussionen im Chemieunterricht:
Beschreibung und Analyse
einer komplexen Lerngelegenheit“

verfasst von / submitted by

Mag^a. Rosina Steininger

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Doktorin der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

Wien, 2016

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on the student
record sheet:

A 091 419

Dissertationsgebiet lt. Studienblatt /
field of study as it appears on the student record sheet:

Chemie

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens

An dieser Stelle möchte ich den Menschen meinen Dank aussprechen, die mich beim Verfassen dieser Arbeit in besonderer Weise unterstützt haben.

Mein Dank gilt meiner Betreuerin Anja Lembens für ihre Unterstützung, die Freiheit, die sie mir sowohl bei der Wahl als auch der Bearbeitung des Themas gelassen hat, und ihren Leitsatz, dass am Ende alles gut wird. Bedanken möchte ich mich bei Simone Abels, die sich über mehrere Jahre hinweg stets Zeit genommen hat, mit mir ausführlich über meine Arbeit zu sprechen und die Kapitel des Manuskripts zu lesen und zu kommentieren. Danke auch an Elisabeth Hofer und Katherine Thiede für ihre wichtigen Rückmeldungen in der Endphase meiner Dissertation und Elisabeth Klemm und Susanne Roithinger, die mich jede auf ihre Weise darin bestärkt und unterstützt haben, das Projekt zu Ende zu führen. Schließlich möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, bei meinem Mann Reinhart Sellner, der nicht nur sämtlich Concept Cartoons für mich gezeichnet, sondern stets mit großem Interesse Anteil an meiner Arbeit genommen hat, und bei meiner Tochter Johanna Lena für ihre grundlegende Wertschätzung diesem Unterfangen gegenüber.

Abstract

Fach- und Argumentationskompetenz gelten als Voraussetzungen dafür, im Alltag verantwortungsbewusst Wahl- und Konsumententscheidungen treffen und aktiv am Diskurs über Fragestellungen mit naturwissenschaftlichen Aspekten teilnehmen zu können (OECD, 2016). Der Erwerb dieser Kompetenzen kann durch den Einsatz von Concept Cartoons im Naturwissenschaftsunterricht gefördert werden.

Lernen ist ein aktiver und sozialer Prozess, in dem Sprache und Emotionen eine zentrale Rolle spielen. Die Aufgabe, eine durch einen Concept Cartoon stimulierte Kleingruppendiskussion zu führen, stellt SchülerInnen nicht nur vor kognitive sondern auch vor affektive und soziale Herausforderungen, die in bisherigen Studien jedoch kaum Beachtung fanden.

Die vorliegende Dissertation geht den Fragen nach, wie SchülerInnen im Chemieunterricht während der durch Concept Cartoons stimulierten Kleingruppendiskussionen agieren und wie sie mit den Herausforderungen auf kognitiver, sozialer und affektiver Ebene umgehen. Die Datengrundlage bilden Transkripte von Audio-Video-Aufzeichnungen von sechs Kleingruppendiskussionen aus drei verschiedenen Klassen (und Schulen) der Sekundarstufe II. Als Stimulus für die Diskussionen kam ein Concept Cartoon zum Einsatz, der nach der Ursache der unterschiedlichen Eigenschaften von Diamant und Graphit, den allotropen Modifikationen des Kohlenstoffs, fragt. Die Auswertung der Daten erfolgte nach dem qualitativen Ansatz der konstruktivistischen Grounded Theory (Charmaz, 2006), um dem explorativen Charakter der Studie und der Komplexität der untersuchten sozialen Interaktionen Rechnung zu tragen. Das Ergebnis der Arbeit ist ein Phasenmodell zur Beschreibung und Analyse von Kleingruppendiskussionen im Naturwissenschaftsunterricht. Es veranschaulicht, wie kognitive, emotionale, motivationale und soziale Faktoren einander wechselseitig beeinflussen und sich auf die Qualität der fachlichen Klärung im Zuge der Diskussionen auswirken. Es zeigt auf, welche Voraussetzungen notwendig sind, damit SchülerInnen bei dieser komplexen Lerngelegenheit einen konstruktiven fachlichen Diskurs führen und dadurch sowohl ihre Fach- und Argumentationskompetenz als auch ihr Verständnis von der Natur der Naturwissenschaften und ihre sozialen Kompetenzen erweitern können.

Abstract in English

Content knowledge and the ability to reason and argue scientifically are regarded as prerequisites for making responsible everyday decisions and actively participating in the discourse about science and technology (OECD, 2016). The acquisition of these competences can be fostered by using Concept Cartoons in science classes.

Learning is a social process vitally influenced by language and emotions. When students are asked to lead a small group discussion stimulated by a Concept Cartoon, they are faced not only with cognitive but also with affective and social challenges. Previous studies have paid little attention to the latter.

The present thesis addresses the question of how students in chemistry class act during small group discussions stimulated by a Concept Cartoon and how they deal with the cognitive, affective and social challenges. The data basis of the study is formed by transcripts of audio-video-recordings of six small group discussions from three different classes (and schools) at upper secondary level. The Concept Cartoon used to stimulate the discussion examines the reason for the different properties of diamond and graphite, the allotrope modifications of carbon. Data was analysed according to the constructivist Grounded Theory approach (Charmaz, 2006) to account for the explorative nature of the research and the complexity of the social interaction under study. The outcome of this work is a phase model for describing and analysing small group discussions in science class was developed. The model illustrates how cognitive, emotional, motivational and social factors mutually influence each other and have an impact on the quality of clarification during the discussion. The model also shows the prerequisites necessary for students to lead a constructive and conceptually rich discussion in this complex learning opportunity and thus broaden their content knowledge and argumentation skills as well as their social competences and their understanding of the nature of science and their social competences.

Inhalt

1. Einleitung.....	1
2. Concept Cartoons	5
2.1. Concept Cartoons – eine begriffliche und konzeptuelle Klärung.....	5
2.2. Allgemeine Ziele beim Einsatz von Concept Cartoons.....	8
2.3. Einsatzmöglichkeiten von Concept Cartoons	10
2.3.1. Concept Cartoons als motivierender Unterrichtseinstieg	10
2.3.2. Concept Cartoons als Erhebungsinstrumente und Assessmenttools.....	12
2.3.3. Concept Cartoons zum Lernen von naturwissenschaftlichen Fachinhalten	14
2.3.4. Concept Cartoons als Diskussions- und Argumentationsanlass	16
3. Kleingruppendiskussion	20
3.1. Von der Bedeutung des Sprechens für das Denken	20
3.1.1. Sozialer Konstruktivismus	20
3.1.2. Die Bedeutung von Sprache für das Lernen in den Naturwissenschaften	22
3.2. Diskurs im Naturwissenschaftsunterricht.....	25
3.2.1. Argumentieren, um zu lernen – <i>Arguing to learn</i>	26
3.2.2. Lernen, zu argumentieren – <i>Learning to argue</i>	27
3.2.3. Diskutieren und/oder (wissenschaftliches) Argumentieren.....	29
3.2.4. Diskursive Unterrichtspraxis	30
3.3. Emotion und Engagement.....	33
3.3.1. Begrifflichkeiten zum Thema Emotion	34
3.3.2. Situationsgebundenheit von Emotionen	36
3.3.3. Emotionen im Kontext schulischen Lernens.....	37
3.3.4. Motivation und Engagement.....	39
3.3.5. Engagement – ein facettenreicher Begriff	41
3.3.6. Situationsgebundenheit von Engagement.....	42
3.3.7. Kognitive Aktivierung und Kompetenzerleben.....	44
3.3.8. Motivationale Belastbarkeit.....	45
3.3.9. Unsicherheit, Mehrdeutigkeit und Verwirrung.....	47
3.4. Peer-Interaktion in der Kleingruppe.....	50
3.4.1. Grundbegriffe kooperativen und kollaborativen Lernens in Gruppen	51
3.4.2. Theoretische Perspektiven auf kooperatives Lernen	52

3.4.3. Die Mehrdimensionalität vom Lernen in Gruppen - <i>The dual- or triple-problem-solving space</i>	53
3.4.4. Soziale Emotionen und soziales Engagement im Kontext kooperativen Lernens	55
3.4.5. Voraussetzungen für eine konstruktive Zusammenarbeit	56
4. Forschungsdesign	59
4.1. Entstehungskontext der Arbeit	59
4.2. Forschungsinteresse	60
4.3. Der Forschungsansatz der Grounded Theory	61
4.3.1. Grundlagen der Grounded Theory	61
4.3.2. Charakteristika der konstruktivistischen GTM	64
4.4. Beschreibung der teilnehmenden Lehrerinnen und SchülerInnen	66
4.5. Vorgehensweise bei der Erhebung und Auswertung der Daten.....	70
4.5.1. Datenerhebung.....	70
4.5.2. Der Prozess des Kodierens.....	72
4.5.3 Erläuterungen zur Ergebnisdarstellung und zu den Transkriptionsregeln.....	75
5. Analyse und Interpretation der Daten.....	77
5.1. Handlungen der SchülerInnen während der Gruppendiskussion im Überblick	77
5.2. Fachliche, kognitive, soziale und emotionale Herausforderungen	80
5.3. Fachliche Konzepte der SchülerInnen zum Thema des Concept Cartoons.....	82
5.4. Schrittweise von der Frage/dem Problem in Richtung Antwort/Lösung	88
5.4.1. Orientierungsphase: <i>*Framing the task</i> und <i>*Wondering</i>	90
5.4.2. Artikulationsphase: <i>*Contributing points of reference</i> und <i>*Suggesting an idea</i> ..	99
5.4.3. Interaktionsphase: <i>*Arguing</i> und <i>*Disagreeing</i> vs. <i>*Claiming</i>	105
5.4.4. Kooperationsphase: <i>*Deliberating on the matter</i>	110
5.5. Erschwernisse auf dem Weg von der Frage/dem Problem in Richtung Antwort/Lösung	114
5.5.1. Kommunikationskultur oder Mangel an Fachkompetenz – <i>*Being unclear/vague</i>	115
5.5.2. Thematisieren begrenzter Fachkompetenz – <i>*Declaring a lack of competence, *Expressing a need for clarification, *Stating the limits of one's knowledge</i>	120
5.5.3. Möglichkeiten/Strategien beim Umgang mit fachlicher Unsicherheit – <i>*Changing subjects when reaching an impasse, *Moving away</i>	126
5.5.4. Aktive Behinderung der Gruppenarbeit – <i>*Hindering group work</i>	133

5.5.5. Ungleiche Partizipation und Konkurrenzstreben	138
5.5.6. <i>Doing the lesson</i> anstelle von <i>Doing science</i>	143
5.6. Resümee der Ergebnisse	146
6. Darstellung der entwickelten Theorieskizze	148
6.1. Das BOAIKK-Phasenmodell zur Beschreibung und Analyse von Kleingruppendiskussionen – die Skizze einer Theorie.....	148
6.2. Vergleich des BOAIKK-Phasenmodells mit anderen Modellen	158
6.3. Erfüllung der Gütekriterien.....	160
7. Implikationen für Praxis und Forschung	163
7.1. Anregungen für die Praxis	163
7.1.1. Folgen für die Orientierungsphase	163
7.1.2. Folgen für die Artikulationsphase	165
7.1.3. Folgen für die Interaktionsphase	166
7.1.4. Folgen für die Kooperationsphase.....	167
7.2. Anregungen für die fachdidaktische Forschung	169
8. Zusammenfassung und Fazit	172
8.1. Zusammenfassung	172
8.2. Fazit.....	174
Literaturverzeichnis	177
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	189
Anhang	191
Anhang 1: Fragebogen.....	191
Anhang 2: Überarbeitete Version des Concept Cartoons	192
Anhang 3: Ergänzende Ausschnitte aus den Transkripten	194

1. Einleitung

Wenn Du etwas wissen willst und es durch Meditation nicht finden kannst, so rate ich Dir, mein lieber, sinnreicher Freund, mit dem nächsten Bekannten, der Dir aufstößt, darüber zu sprechen. Es braucht nicht eben ein scharfdenkender Kopf zu sein, auch meine ich es nicht so, als ob Du ihn darum befragen solltest, nein! Vielmehr sollst Du es ihm selber allererst erzählen. Ich sehe dich zwar große Augen machen, und mir antworten, man habe Dir in früheren Jahren den Rat gegeben, von nichts zu sprechen, als nur von Dingen, die Du bereits verstehst. Damals aber sprachst Du wahrscheinlich mit dem Vorwitz, a n d e r e, ich will, daß Du aus der verständigen Absicht sprichst, d i c h zu belehren, [...].

Heinrich von Kleist (1777-1811)

aus: „Über die allmähliche Verfertigung der Gedanken beim Reden“¹

Kinder und Jugendliche haben in einer Schule, in der Frontalunterricht nach wie vor weit verbreitet ist, kaum Gelegenheit, ihre Gedanken „beim Reden allmählich zu verfertigen“. Sie werden belehrt. Häufig wird von ihnen erwartet, sich im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch nur dann zu Wort zu melden, wenn sie präzise und korrekte Antworten auf die Fragen der Lehrperson geben können, sie die Dinge also bereits verstehen (Hodson, 2009; Kelly, 2014). Im Zeitalter digitaler Medien ist der erste Impuls vieler Menschen, wenn sie etwas wissen wollen, auch nicht, mit dem nächsten Bekannten, der ihnen aufstößt, darüber zu sprechen, um sich auf diese Weise zu belehren, sondern der Griff zum Smartphone, um Google und Wikipedia zu befragen.

Wie eng jedoch Denken und Sprechen miteinander verknüpft sind, untersuchte rund 120 Jahre nach Kleist der sowjetische Psychologe Lev Semënovič Vygotskijs. Er gilt heute als einer der wichtigsten Vertreter des sozialen Konstruktivismus und schreibt in seinem im Jahr 1934 erschienen Werk „Denken und Sprechen“:

Denken und Sprechen erweisen sich somit als Schlüssel zum Verständnis der Natur des menschlichen Bewusstseins. [...] Das Wort verhält sich zum Bewusstsein wie eine kleine Welt zu einer großen, wie die lebendige Zelle zum Organismus, wie das Atom zum Kosmos. Es ist eine kleine Bewusstseinswelt. Das sinnerfüllte Wort ist der Mikrokosmos des menschlichen Bewusstseins. (Vygotskij, 2002, S. 467)

Konstruktivistische Sichtweisen und Lerntheorien haben seit den 1990iger-Jahren auch in der Didaktik der Naturwissenschaften zunehmend an Bedeutung gewonnen (Bliss, 1996; Duit, 1995; Neubert et al., 2001; Taber, 2015; Widodo & Duit, 2004).

¹ (ca. 1805), posthumer Erstdruck in: Paul Lindau (Hg): Nord und Süd, Bd. 4, S. 3–7, 1878; nachzulesen in: Kleist, Heinrich von: Sämtliche Werke, Berlin: Ullstein, 1997; S. 880

Im Bestreben, diese konstruktivistische Sichtweise bei der Entwicklung einer innovativen Lehr-Lern-Strategie zu berücksichtigen, schufen Brenda Keogh und Stuart Naylor (1999) die ersten Concept Cartoons für den Physikunterricht. Concept Cartoons zeigen Menschen, die in einer alltäglichen Situation eine Frage diskutieren, deren Beantwortung Wissen aus dem Bereich der Naturwissenschaften erfordert. Lernende sollen damit angeregt werden, ihre Vorstellungen zu dieser Frage in Worte zu fassen und diese im Zuge einer Diskussion in Kleingruppen oder im gesamten Klassenverband weiterzuentwickeln. Die so geschaffene Lerngelegenheit erlaubt es ihnen, ihre Gedanken beim Reden allmählich zu „verfertigen“.

Die Wirkung dieses Verbalisierens der eigenen Überlegungen und Vorstellungen erläutert Kleist im eingangs zitierten Aufsatz wie folgt: Wenn er seiner Schwester von zu lösenden Problemen oder zu treffenden Entscheidungen erzählt. Zwar kann sie ihm weder einen Rat geben noch durch gezieltes Fragen helfen,

[a]ber weil ich doch irgendeine dunkle Vorstellung habe, die mit dem, was ich suche, von fern her in einiger Verbindung steht, so prägt, wenn ich nur dreist damit den Anfang mache, das Gemüth, während die Rede fortschreitet, in der Nothwendigkeit, dem Anfang nun auch – ein Ende zu finden, jene verworrene Vorstellung zur völligen Deutlichkeit aus, dergestalt, daß die Erkenntnis zu meinem Erstaunen, mit der Periode fertig ist.

Während der Plenums- oder Kleingruppendiskussion artikulieren die SchülerInnen ihre Vorstellungen nicht nur, sondern tauschen sie auch untereinander aus und erfahren die Notwendigkeit, die eigenen Überlegungen argumentativ zu verteidigen. Die OECD charakterisiert im PISA Science Framework 2015 einen naturwissenschaftlich grundgebildeten Menschen (*scientifically literate person*) als

willing to engage in reasoned discourse about science and technology, which requires the competencies to [...] recognise, offer and evaluate explanations for a range of natural and technological phenomena [...] and to] analyse and evaluate data, claims and arguments [...] and draw appropriate scientific conclusions. (OECD, 2016, S. 20)

In diesem Sinne kann der Einsatz von Concept Cartoons im Naturwissenschaftsunterricht dazu beitragen, *Scientific Literacy* zu fördern.

Der Einsatz von Concept Cartoons wird in zahlreichen Publikationen in unterschiedlichen Situationen dokumentiert bzw. evaluiert, beispielsweise zur Steigerung der Motivation (z. B. Birisci et al., 2010; Letsoalo, 2011), als Unterrichtseinstieg und/oder Diskussionsanlass (z. B. Stenzel & Eilks, 2005), als Diagnoseinstrument von SchülerInnenvorstellungen (z. B. Barke et al., 2009; Chin & Teou, 2009; Davidson & Askew, 2012; Ekici et al., 2007; Kabapinar, 2005), aber auch zur Erhebung und/oder Förderung des Fachwissens (z. B. Akamca et al., 2009; Ekici et al., 2007; Ingec, 2008; Kabapinar, 2005; Ormancı & Şaşmaz-Ören, 2011) und/oder der Argumentationsfähigkeit von SchülerInnen und Studierenden (z. B. Chin &

Teou, 2009; Keogh et al., 2003; Naylor et al., 2007; Webb et al., 2008). Die WissenschaftlerInnen bewerten dabei den Einsatz der Concept Cartoons durchwegs positiv.

Die Tatsache, dass man mit Concept Cartoons sehr unterschiedliche Ziele verfolgen kann, ist ein Hinweis darauf, dass Lerngelegenheiten, in denen sie zum Einsatz kommen, vielfältige Kompetenzen fördern (können) bzw. diese in einem gewissen Maß voraussetzen. Neben fachlichen Basiskenntnissen müssen die SchülerInnen während der Phasen des kooperativen Lernens, wie es eine Kleingruppendiskussion darstellt, allem voran bereit und in der Lage dazu sein, sachlich und konstruktiv zu diskutieren, zu argumentieren und zusammenzuarbeiten (z. B. Cohen, 1994; Johnson & Johnson, 2008; Linnenbrink-Garcia et al., 2011). Die genannten Publikationen zum Thema „Concept Cartoons“ schenken jedoch dieser Mehrdimensionalität der Anforderung, die eine Concept-Cartoon-Aufgabe – insbesondere im Format der Kleingruppendiskussion – mit sich bringt, nur wenig Beachtung.

Ziel dieser Arbeit ist es, das komplexe Wirkgefüge von kognitiven, affektiven und sozialen Einflussfaktoren auf den Verlauf und die Qualität von Kleingruppendiskussionen rund um einen Concept Cartoon zu untersuchen. Die Studie beschreibt und analysiert dabei den Einsatz von Concept Cartoons im Chemieunterricht der Sekundarstufe II anhand von Transkripten von Audio-Video-Aufnahmen. Die Datengrundlage liefern Aufzeichnungen von sechs 10-15 minütigen Kleingruppendiskussionen von jeweils vier SchülerInnen aus drei verschiedenen Klassen (und Schulen). Der den Diskussionen zugrundeliegende Concept Cartoon fragt nach der Ursache der unterschiedlichen Eigenschaften von Diamant und Graphit, den allotropen Modifikationen des Kohlenstoffs. Die Auswertung der Daten erfolgte nach dem Ansatz der konstruktivistischen Grounded Theory (Charmaz, 2006), da sich dieser in besonderem Maße dazu eignet, soziale Phänomene, Handlungs- und Interaktionsmuster interpretativ zu analysieren. Das Ergebnis der Arbeit ist die Entwicklung eines Phasenmodells zur Beschreibung und Analyse von Kleingruppendiskussionen im Naturwissenschaftsunterricht, das veranschaulicht und erklärt, vor welche Herausforderungen diese spezielle Lerngelegenheit die SchülerInnen stellt. In weiterer Folge werden aus dem Modell auch Empfehlungen für die Unterrichtspraxis abgeleitet.

Im theoretischen Teil der Arbeit stelle ich in Kapitel 2 detailliert vor, was Concept Cartoons sind und wofür sie verwendet werden können und gebe einen Überblick über den aktuellen Stand der fachdidaktischen Forschung zum Thema „Concept Cartoons“. Im Kapitel 3 widme ich mich dem Thema „Kleingruppendiskussion“. Zunächst erörtere ich die generelle Wichtigkeit des Sprechens für das Denken (3.1), dann die Bedeutung des Diskurses im Naturwissenschaftsunterricht (3.2), die Rolle von Emotion und Engagement für das Lernen (3.3) und schließlich das Thema „Peer-Interaktion in der Kleingruppe“ (3.4).

Im empirischen Teil der Arbeit skizziere ich in Kapitel 4 das Forschungsdesign. Darin stelle ich den Entstehungskontext der Arbeit (4.1) und das Forschungsinteresse (4.2) vor und charakterisiere die teilnehmenden SchülerInnen (4.4). Außerdem beschreibe ich den Forschungsansatz der Grounded Theory (4.3) und meine Vorgehensweise bei der Erhebung und Auswertung der Daten (4.5). Im Kapitel 5 dokumentiere ich die Analyse und Interpretation der Daten und erkläre anhand zahlreicher Ausschnitte aus den Transkripten der Gruppendiskussionen die von mir im Sinne der Grounded-Theory-Methodologie entwickelten Kategorien und die ihnen übergeordneten Kernkategorien. In Kapitel 6 stelle ich mit dem BOAIKK-Phasenmodell² zur Beschreibung und Analyse von Kleingruppendiskussionen auch meine aus diesen Kernkategorien abgeleitete Grounded Theory vor. Schließlich leite ich aus dem BOAIKK-Phasenmodell Implikationen für Praxis und Forschung ab (7) und fasse die wesentlichsten Punkte noch einmal zusammen (8).

Ich hoffe, dass – um mit den Worten Kleists zu sprechen – mein Gemüt während des Verfassens dieser Arbeit und infolge der zahlreichen Gespräche mit KollegInnen und FreundInnen meine anfangs dunklen und verworrenen Vorstellungen zu einer Deutlichkeit ausgeprägt hat, die es der Leserin bzw. dem Leser erlaubt, diese nun nachzuvollziehen. Möge die Arbeit zu weiterführenden Diskussionen anregen und das vorläufige Ende zu einem neuen Anfang werden.

² BOAIKK steht für **B**egegnung, **O**rientierung, **A**rtikulation, **I**nteraktion, **K**ooperation und **K**lärung

2. Concept Cartoons

In diesem Abschnitt wird erklärt, was Concept Cartoons sind und wie und wozu sie eingesetzt werden. Außerdem enthält er einen Überblick über relevante fachdidaktische Studien zum Thema Concept Cartoons.

2.1. Concept Cartoons – eine begriffliche und konzeptuelle Klärung

Ein Concept Cartoon ist ein Unterrichtswerkzeug. Grafisch in Form eines Cartoons gestaltet, zeigen Concept Cartoons eine Gruppe von drei oder mehr Menschen, die über ein „fragwürdiges“ alltägliches Phänomen diskutieren. „Fragwürdig“ meint in diesem Zusammenhang weder verdächtig noch zweifelhaft sondern vielmehr „des Fragens würdig“ im Sinne von relevant und wert, ergründet zu werden.

Die ersten Concept Cartoons wurden vor mehr als zwanzig Jahren von Brenda Keogh und Stuart Naylor in Großbritannien entwickelt (Keogh & Naylor, 1999). Die beiden AutorInnen haben damit ein Instrument geschaffen, mit dem einerseits Schülervorstellungen (aus dem Bereich der Physik) erhoben werden können und andererseits das konzeptionelle Verständnis der Lernenden gefördert werden kann. Ein prominentes Beispiel der ersten Stunde ist in Abbildung 1 zu sehen.



Abbildung 1. Beispiel für einen Concept Cartoon der ersten Stunde – The Snowman Concept Cartoon. (Keogh & Naylor, 1999, S. 433)

Die links dargestellte Person meint, der Mantel würde den Schneemann zum Schmelzen bringen. Sie äußert damit eine weit verbreitete (unangemessene) Vorstellung, dass nämlich Mäntel prinzipiell wärmen. Die rechts abgebildete Person hingegen meint, der Mantel würde

verhindern, dass der Schneemann schmilzt. In ihrer fachlich angemessenen Aussage greift sie auf das Konzept der Wärmeisolierung zurück, ohne es jedoch explizit beim Namen zu nennen. Geht man davon aus, dass die Temperatur der Luft über null Grad Celsius liegt und der Mantel gut isoliert und reflektiert, ist ihre Aussage korrekt. Bei Temperaturen unter null Grad Celsius und ohne direkte Sonneneinstrahlung hat jedoch die in der Mitte dargestellte Person Recht. Unter diesen Umständen würde der Mantel keinen Unterschied machen. Das Beispiel zeigt, dass ein und derselbe Concept Cartoon Diskussionen auf unterschiedlichem Niveau anregen kann, je nach Voraussetzung der Diskutierenden.

Seit damals wurden von verschiedenen AutorInnen Concept Cartoons zu vielfältigen Themenbereichen und Unterrichtsfächern entwickelt, überarbeitet, übersetzt und adaptiert. Es gibt sie in mehreren Sprachen und in unterschiedlichem Design. Zur Illustration werden im Folgenden drei neuere Version des oben abgebildeten Concept Cartoons angeführt: die aktuelle Version von Naylor und Keogh (Abbildung 2), eine holländische Version (Abbildung 3) und eine aus Taiwan (Abbildung 4)

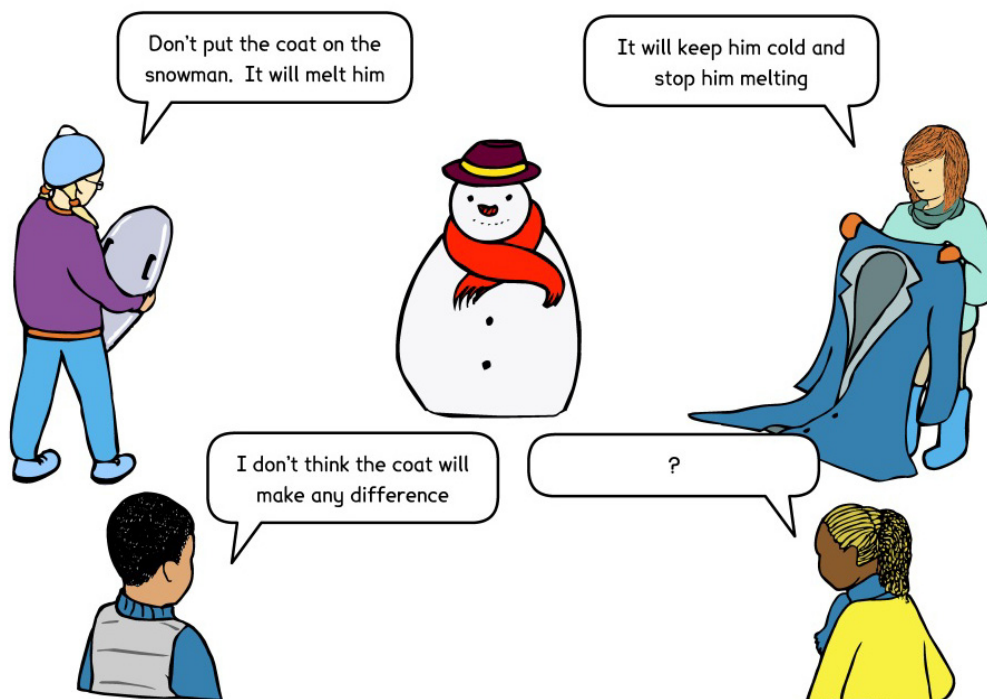


Abbildung 2. Aktuelle Version des Snowman Concept Cartoons (Naylor & Keogh, 2013, CD).



Abbildung 3. Der Snowman Concept Cartoon in einer holländischen Version. Aus „STEM“, Zugriff am 02.05.2016. Verfügbar unter: <http://www.stemopschool.be/thumbnail/full/qe-1376295395.jpg>



Abbildung 4. Der Snowman Concept Cartoon in einer taiwanesischen Version (Min-Jin & Ching-Dar, 2011, S. 241).

Allen Concept Cartoons gemeinsam ist, dass die dargestellten Personen uneinig darüber sind, wie sich das dargestellte Phänomen erklären lässt. Manche ihrer Sprechblasen enthalten gängige Alltagsvorstellungen, andere fachlich angemessene Aussagen. Auf den ersten Blick erscheinen die Statements gleichwertig und plausibel. Anders als bei Multiple-Choice-Aufgaben lassen sie sich aus wissenschaftlicher Perspektive nicht immer als

eindeutig richtig oder falsch klassifizieren. Manche Sprechblasen enthalten sowohl angemessene als auch unangemessene Aussagen(teile), manchmal lässt sich das Phänomen erst durch Kombination mehrerer Aussagen(teile) erklären oder aber die Bedingungen müssen zunächst genauer definiert werden, bevor entschieden werden kann, wie die Frage zu beantworten ist.

Die erste Sammlung von Concept Cartoons speziell für den Chemieunterricht stammt von Engida und Yitbarek (2004) und wurde in englischer Sprache veröffentlicht. Einige davon haben sie gemeinsam mit Barke fünf Jahre später ins Deutsche übersetzt (Barke et al., 2009) und Stenzel und Eilks (2005) hatten in der Zwischenzeit die Idee der Concept Cartoons von Keogh und Naylor ChemielehrerInnen im deutschen Sprachraum bereits vorgestellt.

In den letzten Jahren wurden auch Concept Cartoons entwickelt, bei denen es nicht um eine fachliche Klärung aus dem Bereich der Naturwissenschaften geht, sondern um Einstellungen, Standpunkte und Wertvorstellungen (z. B. Fenske et al., 2011; Horlock, 2012). Sie sind jedoch nicht Thema der vorliegenden Arbeit.

2.2. Allgemeine Ziele beim Einsatz von Concept Cartoons

Im Jahr 1999 stellen Keogh und Naylor ihre Idee der Concept Cartoons im *International Journal of Science Education* erstmals der Scientific Community vor. Dabei geben sie als ihre vorrangige Intention die Entwicklung einer Unterrichts- und Lernhilfe an, mit deren Hilfe konstruktivistischen Lerntheorien in der Unterrichtspraxis Rechnung getragen werden kann.

The concept cartoons [...] were developed in a search for strategies which could help to clarify the relationship between constructivist models of learning, scientific epistemology and classroom practice. [...] Although concept cartoons are intended to elicit learners' concepts, assessment of understanding is not their only or prime purpose. They were intended primarily as an aid to teaching and learning. (Keogh & Naylor, 1999, S. 431f)

Als Unterrichts- und Lernhilfe regen Concept Cartoons zum Nachdenken, Zur-Sprache-Bringen, Fragen, Argumentieren und Diskutieren an (vgl. Barke et al., 2009; Chin & Teou, 2009; De Lange, 2009; Fenske et al., 2011; Naylor & Keogh, 2011; Steininger & Lembens, 2013; Stenzel & Eilks, 2005). Anstatt Lernende mit einer bloßen Frage zu konfrontieren, laden Concept Cartoons durch ihre grafische Gestaltung und die Aussagen in den Sprechblasen dazu ein, sich an einer fiktiv bereits begonnenen Diskussion zu beteiligen. Die SchülerInnen werden zum einen angehalten, ihr bereits erworbenes Wissen und ihre Vorstellungen in Worte zu fassen, zum anderen sollen sie die Komplexität alltäglicher und

durchaus vertrauter naturwissenschaftlicher Phänomene und die Grenzen ihres eigenen Wissens erfahren. Bild und Text liefern dabei Impulse und Anhaltspunkte und erleichtern so den Zugang zu den eigenen Vorstellungen und Konzepten hinsichtlich der im Concept Cartoon thematisierten Fragestellung (vgl. z. B. Keogh & Naylor, 1999). Aus diesem Spannungsfeld von Wissen und (Noch-)Nichtwissen soll ein Gefühl des Wissenwollens erwachsen. Denn eine fragende Haltung ist Grundvoraussetzung für sinnstiftendes Lernen (Lembens & Steininger, 2012). Gute Indikatoren dafür sind die Vielzahl und die Qualität der Fragen der Lernenden, die sich in der Regel während der Arbeit mit Concept Cartoons auftun.

Weitgehend unabhängig davon, ob die Auseinandersetzung mit dem Concept Cartoon als Einzel- oder Gruppenarbeit oder im gesamten Klassenverband erfolgt, werden die SchülerInnen immer aufgefordert, ihre Stellungnahmen oder Diskussionsbeiträge argumentativ zu begründen. Da die Sprechblasen in der Regel in Alltagssprache gehaltene Erklärungsansätze liefern, müssen die SchülerInnen zunächst entscheiden, welche dieser Erklärungsansätze sie weiter verfolgen und diese dann prüfen, weiter entwickeln und gegebenenfalls ausformulieren oder aber verwerfen. Jiménez-Aleixandre et al. (2000) beschreiben die Notwendigkeit, zwischen konkurrierenden Theorien und Modellen zu wählen, als wesentlich für den Aufbau naturwissenschaftlichen Wissens.

[S]cientific reasoning should be understood not so much as a process of inference, but as one of decision making, of choice among theoretical and evidential claims. In brief, scientific reasoning involves making arguments to defend choices. (Jiménez-Aleixandre et al., 2000, S. 759)

Im Zuge der Auseinandersetzung mit den Statements erfahren die SchülerInnen, dass sich die Aussagen nicht immer in „richtige“ und „falsche“ klassifizieren lassen sondern viele von ihnen aus ihrem Zusammenhang heraus interpretiert und ihre Bedeutung gegebenenfalls ausgehandelt werden muss. Deshalb ist eine Unterscheidung in „angemessene“ und „unangemessene“ Aussagen von Vorteil. Sie hilft, den SchülerInnen das im Naturwissenschaftsunterricht häufig vorherrschende Schwarz-Weiß-Denken zu hinterfragen und sie für sprachliche Formulierungen zu sensibilisieren. Außerdem bringt es zum Ausdruck, dass die Erklärungen und Modelle, derer wir uns bedienen, etwas Vorläufiges sind, das sich sowohl beim Einzelnen als auch innerhalb der Gemeinschaft der WissenschaftlerInnen stets weiterentwickelt. Keogh und Naylor beschreiben diesen Sachverhalt wie folgt:

Of course, in many of the concept cartoons there will be more than one scientifically acceptable view of the situation, or 'It all depends on ... ' may be the only accurate view. This seems to come much closer to the view of science as tentative and provisional [...]. (Keogh & Naylor, 1999, S. 443)

Wie der Concept Cartoon konkret im Unterricht eingesetzt und in die jeweilige Lernumgebung integriert wird, richtet sich danach, welche dieser allgemeinen Ziele vorrangig sind und welche zusätzlichen Ziele darüber hinaus verfolgt werden. Im nächsten Kapitel werden mehrere Einsatzmöglichkeiten und die mit ihnen verfolgten Ziele vorgestellt.

2.3. Einsatzmöglichkeiten von Concept Cartoons

Concept Cartoons sind vielfältig einsetzbare, multifunktionale Unterrichtswerkzeuge. Sie eignen sich unter anderem als Diagnoseinstrument, für die Gestaltung von Unterrichtseinstiegen, zum Wiederholen von Fachinhalten, als Assessment-Tool und zur Förderung der Argumentationskompetenz der SchülerInnen. Von Anfang an fordern Keogh und Naylor (1999) LehrerInnen explizit dazu auf „to use the concept cartoons in any additional ways which they felt were appropriate“ (S. 433). Gut zwanzig Jahre später geben sie einen Überblick über die Entwicklung der Concept Cartoons und ihre Einsatzmöglichkeiten (Naylor & Keogh, 2011). Im Folgenden werden vier wesentliche Anwendungsfelder beschrieben: (1) als motivationsfördernder Unterrichtseinstieg, (2) als Erhebungs- und Assessmenttool, (3) zum Lernen von Fachinhalten und (4) als Diskussions- und Argumentationsanlass.

2.3.1. Concept Cartoons als motivierender Unterrichtseinstieg

Unterrichtseinstiege sollen das Interesse der SchülerInnen an einem neuen Thema wecken. Sie sollen neugierig und wissbegierig machen und die SchülerInnen anregen, sich aktiv mit dem neuen Thema auseinanderzusetzen. Wichtig ist dabei auch, dass sich die SchülerInnen in dieser Phase ihre Vorstellungen und Präkonzepte vergegenwärtigen. Da beim Einstieg in ein neues Thema die fachlichen Konzepte der SchülerInnen in der Regel noch nicht ausreichen, um das Phänomen zu erklären, erleben die SchülerInnen die Notwendigkeit, ihr Wissen zu erweitern.

Der Einsatz von Concept Cartoons kann dabei hilfreich sein, sowohl das Interesse der SchülerInnen zu wecken, als auch die fachlichen Vorstellungen zu aktivieren. Beispielsweise berichten Keogh und Naylor (1999, S. 436) in ihrer breit angelegten Studie:

In all 149 teaching sessions high or exceptionally high levels of motivation and interest amongst most or all learners were recorded. The 17 teachers completing the 1-6 Likert Scales scored motivation at either 5 (n = 5) or 6 (n = 12).

Sie befragten über insgesamt 40 LehrerInnen aus dem Bereich der Primar- und Sekundarstufe I sowie 85 Studierende in der GrundschullehrerInnenausbildung mittels teils offener, teils geschlossener Fragebögen über ihre Erfahrungen beim Einsatz von Concept

Cartoons. Unterrichtsbeobachtungen und Interviews mit drei LehrerInnen, zehn Studierenden und fünf GrundschülerInnen ergänzten die Daten.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Birisci et al. (2010) in ihre Akzeptanzstudie unter 40 angehenden PrimarstufenlehrerInnen. Gestützt auf Daten aus geschlossenen Fragebögen und halb-strukturierten Interviews geben sie an, Concept Cartoons würden die SchülerInnen vor langweiligen traditionellen Unterrichtsstunden bewahren und sie dazu bringen, sich aktiver am Unterrichtsgeschehen zu beteiligen.

Überwiegend positiv fallen auch die Rückmeldungen der acht LehrerInnen aus, die sich an meiner eigenen Pilotstudie beteiligt haben. So gibt beispielsweise eine Lehrerin an: „Die Auseinandersetzung mit der Frage ist insgesamt intensiver, weil durch die vorgegeben Aussagen Handlungsbedarf besteht“ (Steininger & Lembens, 2011, S. 28).

Gelegentlich erfahren die SchülerInnen, dass die Anwendung ihres bereits vorhandenen Wissens nicht nur nicht ausreicht, sondern sie auch zu widersprüchlichen Erklärungsansätzen führt. Der dadurch induzierte kognitive Konflikt kann als Ausgangsbasis für eine Konzeptentwicklung genutzt werden (siehe Lernen von Fachinhalten Kapitel 2.3.3, S. 14).

Die Fragen, die während der Arbeit mit dem Concept Cartoon auftreten, eignen sich mitunter auch als Ausgangspunkt für experimentelle Untersuchungen. In oben erwähnter Pilotstudie beschreibt eine (andere) Lehrerin ihre Erfahrungen so:

Die anschließende Phase, in der die SchülerInnen ihre Antworten selbst experimentell überprüfen sollen, hat sehr gut funktioniert. Die Neugierde war groß. Auffallend war, dass einige Schüler, die in Chemie normalerweise nicht so gut sind, gute Antworten gaben und auch bei den Experimenten gute Ideen hatten. (Steininger & Lembens, 2011, S. 30)

Letsoalo (2011) zeigt, dass sich ein Concept Cartoon gemeinsam mit einem sogenannten *Prompt sheet* bei der Planung einer experimentellen Untersuchung bewährt. Die SchülerInnen erhielten zunächst einen Concept Cartoon, und im Anschluss an eine Diskussionsphase in Partnerarbeit ein *Prompt sheet*, das ihnen bei der Planung und Durchführung der Experimentierphase behilflich sein sollte. Als *Prompt sheet*, *Question prompts* (Chin & Osborne, 2010) (engl. to prompt = auffordern, anregen) oder Planungsraaster wird ein Arbeitsblatt mit strukturierenden Fragen bezeichnet. Diese Fragen können allgemein gehalten sein wie etwa: „Was möchtest du herausfinden?“, „Wie willst du vorgehen?“ oder gezielter die Aufmerksamkeit der SchülerInnen auf einen bestimmten Aspekt der Aufgabe lenken, wie z. B. „Welche Variablen möchtest du verändern, welche konstant halten?“ Letsoalo (2011) beschreibt, dass die SchülerInnen aufmerksamer, disziplinierter und eher bereit waren, ihre Standpunkte zu formulieren als in der Vergangenheit. Bemerkenswert an ihrer Studie ist, dass sie in drei schlecht ausgestatteten,

überfüllten ländlichen Schulen/Klassen in Südafrika durchgeführt wurde, wobei in jeder Klasse rund 50 SchülerInnen der Jahrgangsstufe 9 saßen.

2.3.2. Concept Cartoons als Erhebungsinstrumente und Assessmenttools

Die Erhebung von Schülervorstellungen, so Keogh und Naylor (1999, S. 432), ist weder das einzige noch der vorrangige Verwendungszweck von Concept Cartoons (vgl. S. 8). Dennoch gibt es zahlreiche Studien, die (unter anderem) diese Einsatzmöglichkeit untersucht haben. Die Fachinhalte, zu denen die Vorstellungen der Lernenden erhoben wurden, reichen dabei vom Teilchenkonzept und der Massenerhaltung (Kabapinar, 2005) über die Wärmeleitung bis hin zur Fotosynthese und Vererbungslehre (Chin & Teou, 2009, 2010; Ekici et al., 2007). Davidson und Askew (2012) beschreiben, wie sie Concept Cartoons zur Erhebung von Schülervorstellungen zum Thema Rechnen mit Dezimalzahlen entwickelt haben, deren Wirksamkeit, Vorstellungen zu aktivieren, sie demnächst mit der von Concept Maps vergleichen wollen.

Keogh und Naylor (1999) weisen darauf hin, dass beim Arbeiten mit Concept Cartoons die Erhebung und die Restrukturierung der Vorstellungen der Lernenden nicht getrennt voneinander erfolgen, sondern als Teile eines kontinuierlichen Prozesses. Concept Cartoons sind damit Erhebungs- und Interventionsinstrument zugleich.

Teachers were aware of the ideas of learners, not only at the start of the teaching sequence, but throughout the lesson in which the concept cartoons were being used. They found that the separation of elicitation and restructuring was neither desirable or necessary. (Keogh & Naylor, 1999, S. 444)

Diese Einschätzung finden die beiden AutorInnen auch in ihrer Studie zum Einsatz von Concept Cartoons in der LehrerInnenausbildung bestätigt (Keogh et al., 2002). Darin untersuchen sie die Erfahrungen von rund dreihundert angehenden PrimarschullehrerInnen beim Einsatz von Concept Cartoons als Tool für formatives Assessment. In dieser Studie beschreiben Keogh et al. auch, dass die Erfahrung der angehenden LehrerInnen, selbst ein Assessment auf der Basis von Concept Cartoons durchlaufen zu haben, ihre allgemeine Einstellung zu Assessments positiv beeinflusst zu haben scheint.

Their [The student teachers'] feelings about the use of the concept cartoons as an assessment method were more positive, with 89% having positive feelings about this approach. [...] It appeared that the experience of being assessed using the concept cartoons was more positive than many of the students had anticipated. The use of the concept cartoons appeared to have avoided the development of negative attitudes for the majority of the student teachers. (Keogh et al., 2002, S. 140)

Auch als Instrument für summatives Assessment werden Concept Cartoons erprobt bzw. eingesetzt. Ingec (2008) untersucht Testergebnisse von 52 Lehramtstudierenden für das Fach Physik zum Thema „Impuls“. Sie vergleicht dabei die Ergebnisse eines herkömmlichen Wissenstests mit einem Test, bei dem Concept Cartoons eingesetzt wurden. Dabei zeigt sich, dass zwischen beiden Testergebnissen nur ein schwacher positiver Zusammenhang (0,14) besteht. Ingec führt das Ergebnis darauf zurück, dass Concept Cartoons konzeptionelles Verständnis überprüfen, die herkömmlichen Leistungstests hingegen Wissen abfragen und dessen Anwendung verlangen:

This may be attributed to the fact, the concept cartoons assesses the students' knowledge from a conceptual perspective while the achievement tests measure the level of students' knowledge on the topic and his/her ability to apply this knowledge at different occasions. (Ingec, 2008, S. 53)

Ormancı und Şaşmaz-Ören (2011) greifen die Idee von Ingec (2008) auf und führen unter 192 angehenden NaturwissenschaftslehrerInnen eine Untersuchung mit ähnlichem Design zum Thema „Fotosynthese“ durch. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass Concept Cartoons sich als alternatives Assessmenttool eignen und bezeichnen die von ihnen verwendeten Bewertungskriterien als leicht handzuhaben.

Kritisch anzumerken ist, dass in beiden Studien eine schwarz-weiß-malende Bewertungskultur wie bei Multiple-Choice-Tests dominiert: Es wird ausschließlich zwischen „richtig“ und „falsch“ unterschieden, nicht zwischen angemessen und unangemessen. Die Tatsache, dass bei manchen Concept Cartoons zunächst die Bedingungen genauer definiert werden müssen, bevor entschieden werden kann, was angemessen ist, wird ignoriert. Die Aufgabe der Studierenden beschränkt sich auf die Auswahl einer der vorgegebenen Antworten und die Formulierung einer verbalen Begründung für ihre Wahl.

Noch weiter entfernt von der ursprünglichen Idee der Concept Cartoons als Erhebungsinstrument und Argumentationsanlass sind Istanda et al. (2012) mit ihrem „Concept Cartoons based Two-tier Online Testing System for Magnetism Conception“. Hier müssen die SchülerInnen einer Primarschule die Begründung für ihre Entscheidung nicht einmal mehr selbst formulieren, sondern aus einer vorgegebenen Liste auswählen.

Was die in diesem Kapitel beschriebenen Studien gemeinsam haben, ist die Tatsache, dass sie auf die eine oder andere Art die fachlichen Vorstellungen und das Fachwissen der Lernenden zu erheben versuchen. Dass Concept Cartoons auch dazu eingesetzt werden, die Argumentationskompetenz der SchülerInnen zu erheben, und welche Schwierigkeiten sich dabei ergeben, wird in Kapitel 2.3.4 thematisiert.

2.3.3. Concept Cartoons zum Lernen von naturwissenschaftlichen Fachinhalten

Wie bereits erwähnt weisen Keogh und Naylor (1999) darauf hin, dass beim Einsatz von Concept Cartoons die Erhebung von Schülervorstellungen und das fachliche Lernen Hand in Hand gehen. Gleichzeitig räumen sie jedoch ein, dass ihre Daten offen lassen, wie effektiv Concept Cartoons im Hinblick auf fachliches Lernen wirklich sind.

Seit damals sind mehrere WissenschaftlerInnen der Frage nachgegangen, wie sehr sich Concept Cartoons zum Lernen von Fachinhalten eignen. Anders als Keogh und Naylor stützt Kabapinar (2005) ihre Untersuchung dabei nicht auf die (subjektiven) Rückmeldungen von (angehenden) LehrerInnen. Vielmehr erhebt sie in einer Fallstudie mittels Prä- und Posttest die Vorstellungen von SchülerInnen (N = 38, Alter: 11-12 Jahre) bezüglich der Erhaltung der Masse beim Schmelzen von Eis. Dabei betont sie: „[T]he effectiveness of the teaching was evaluated via changes in students' ideas“(S. 143). Mit *effectiveness* meint sie die Wirksamkeit „for remedying student's misconceptions“(S. 135). Die Ergebnisse zeigen, dass die überwiegende Mehrheit der SchülerInnen nach dem Unterricht mit Concept Cartoons einen Konzeptwechsel vollzogen hat. Angaben über die Unterrichtsgestaltung fehlen jedoch und Kabapinar räumt selbst ein, dass dieser Erfolg nicht alleine auf die Concept Cartoons zurückgeführt werden kann sondern ebenso auf die Qualität der unterrichtlichen Interaktionen während der Diskussionen und der Untersuchungen.

Aufbauend auf die Befunde ihrer ersten Untersuchung versucht Kabapinar (2009) mit ihrer zweiten Studie herauszufinden, wie Concept Cartoons gestaltet werden sollen, um diese Effektivität weiter zu steigern. Sie vergleicht dazu verschiedene Formate (Poster vs. Arbeitsblatt) und Designs (Menschen vs. Tiere als Charaktere; Sprechblasen vs. Denkblasen), ohne jedoch Unterschiede hinsichtlich ihrer Effektivität feststellen zu können. Um die Diskussion in der Klasse zu erleichtern, empfiehlt Kabapinar, den Charakteren im Cartoon Namen zu geben.

Ähnlich wie Kabapinar versucht auch De Lange (2009) den Effekt von Concept Cartoons zu erheben und zu steigern, ohne jedoch genauer zu erläutern, worin dieser Effekt bestehen soll. Er stellt eine Design-based-Research-Studie vor, im Zuge derer Concept Cartoons entwickelt bzw. für den Gebrauch in niederländischen Schulen adaptiert wurden und erläutert, wie sie in einem laufenden iterativen Verfahren von (Re)Design, Implementierung und Evaluation verbessert werden sollen. Diesbezüglich liegen jedoch (noch?) keine Ergebnisse vor.

Dass die Arbeit mit Concept Cartoons Lernende dabei unterstützt, ihre Vorstellungen in Richtung fachlicher Angemessenheit weiterzuentwickeln, wird von Ekici et al. (2007), Akamca et al. (2009) und Chin und Teou (2009) bestätigt. Ekici et al. untersuchen dazu die Konzeptentwicklung von SchülerInnen der Jahrgangsstufe 8 (N = 24; qualitative Analyse von Prä- und Post-Interviews) zum Thema „Fotosynthese“ und geben an: „most of the students have overcome their misconceptions about this subject“ (S. 121)

Auch Akamca et al. bezeichnen Concept Cartoons als effektives Instrument, um einen Konzeptwechsel zu erzielen. Sie setzen sie computerunterstützten in der Grundschule zum Thema „Nahrungskette“ ein (Jahrgangsstufe 4, N = 39, quasi-experimentell mit Prä-Post-Wissenstest und Interviews).

Im Gegensatz dazu formulieren Chin und Teou (2009) in ihrer qualitativen Studie (N = 74, Alter 10-12 Jahre) ihre Ergebnisse eher vorsichtig. Sie sprechen davon, dass es in einigen Fällen zu einem zumindest vorübergehenden Konzeptwechsel gekommen sei und führen das auf einen möglicherweise auftretenden kognitiven Konflikt zurück, den die SchülerInnen im Zuge der Diskussion zu lösen hatten.

The concept cartoons stimulated the students to question what they thought they knew, think about the concepts in a different way, and in some cases to restructure their thinking. [...] While several cases of student talk illuminated the misconceptions that students held, there were also instances where students reconsidered their ideas leading to a change and development in their thinking. [...] However, whether this change was a temporary one or a more permanent conceptual change could only be determined if the student had been reassessed some months later. A change in students' thinking occurred probably because the students encountered a cognitive conflict – a result of the disagreement between their original conception and that of their peers during the group or class discussion – and had to resolve these conceptual differences. (Chin & Teou, 2009, S. 1329f)

Die beiden Autorinnen betonen, dass sich beim Einsatz der Concept Cartoons die Verwendung zusätzliche Unterrichtsmaterialien und die gezielte Strukturierung der Diskussionen als hilfreich erwiesen haben.

To optimise the use of concept cartoons in teaching and learning science, teachers need to design classroom tasks and devise strategies that take into account students' conceptual and epistemic thinking, as well as consider the social processes and forums that shape how knowledge claims are communicated, represented, argued, and debated (Duschl, 2003). (Chin & Teou, 2009, S. 1331)

Sie weisen damit ähnlich wie Kabapinar (2005) explizit darauf hin, dass die Art und Weise, wie LehrerInnen das Unterrichtswerkzeug Concept Cartoon einsetzen und die entsprechende Lernumgebung gestalten, von zentraler Bedeutung ist. Eine wichtige Rolle spielen dabei die sozial-kommunikativen Interaktionen während der Diskussionen.

2.3.4. Concept Cartoons als Diskussions- und Argumentationsanlass

Concept Cartoons schaffen Gesprächsanlässe (Stenzel & Eilks, 2005) oder wie Dabell (2008, S. 34) es formuliert: „Talk is not an optional extra in a concept cartoon, it is an essential ingredient; it is expected.“ Ob diese Gespräche eher als Diskussionen oder als Argumentationen zu bezeichnen sind hängt davon ab, ob die daran beteiligten GesprächspartnerInnen in erster Linie Informationen austauschen und ihre Standpunkte darlegen oder aber versuchen, einander durch Anführen von Belegen zu überzeugen. Die meisten AutorInnen unterscheiden nicht zwischen *argumentation* und *discussion*. Auch Begriffe wie *discourse*, *argumentation discourse* (Duschl & Osborne, 2002), *collaborative* (Nussbaum, 2008) oder *deliberative discourse* (Michaels et al., 2008), *classroom discussion* und *exploratory talk* (Mercer et al., 1999) sind gebräuchlich oder werden häufig synonym verwendet (siehe dazu Abschnitt 3.2, S. 25).

Keogh und Naylor thematisieren die Verwendung der unterschiedlichen Begrifflichkeiten in ihrer grundlegenden Publikation wie folgt:

That the learners engage in discussion when using the concept cartoons is evident. The high quality and prolonged nature of much of the discussion was noted. Pupils were talking, sometimes pupils who were otherwise reluctant to talk or to express their personal views. [...] Some of the teachers involved in the research and the pupils in case study A referred to the word 'argue' rather than 'discuss'. The concept cartoons legitimized argument by presenting the learners with an argument in visual form, inviting observers of the concept cartoon to engage in and extend the argument. (Keogh & Naylor, 1999, S. 443)

In den darauffolgenden Jahren veröffentlichen Keogh und Naylor gemeinsam mit Downing mehrere Artikel zum Thema „Argumentieren im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht“ (Keogh et al., 2003; Naylor et al., 2001; Naylor et al., 2007). Sie dokumentieren darin, wie sich Concept Cartoons in unterschiedlichen Settings als Diskussionsimpuls einsetzen lassen. Dabei analysieren sie nicht nur Beobachtungsdaten und Interviews, sondern zusätzlich auch Audioaufnahmen der Diskussionen der SchülerInnen bzw. deren Transkripte. Sie geben an, dass die SchülerInnen in der Regel in den Diskussionen mehr als in anderen Settings nach einer gemeinsamen Lösung suchen:

Pupils *typically* interacted as though the purpose of argumentation was to explore alternative viewpoints in an attempt to build consensus as part of a scientific learning experience, rather than to maintain their own individual viewpoint as they might in a different setting. Argumentation appeared to be less about defending a particular point of view and more about reaching the best view through a collaborative process. (Naylor et al., 2007, S. 36)

Ganz ähnlich beschreiben auch Chin und Teou (2009), wie die SchülerInnen während der Diskussion Argumente und Gegenargumente vorbringen, Fragen stellen, versuchen ihre

Aussagen durch Evidenzen zu stützen, Erklärungen entwickeln, Ideen zurückweisen und gemeinsam Wissen konstruieren.

The students proposed arguments and counter-arguments based on their prior naïve ideas, posed questions when they encountered puzzlement or when they wanted to challenge each other's thinking, drew upon data and evidence in the concept cartoon or from other sources to substantiate their claims, generated explanations to account for the phenomenon observed, rebutted alternative ideas, constructed scientific knowledge collaboratively, and also allowed their misconceptions to be made explicit. (Chin & Teou, 2009, S. 1321)

Es gibt jedoch auch deutliche Unterschiede zwischen den Studien von Naylor et al. (2007) und Chin und Teou (2009). Diese betreffen zum einen die zur Auswertung verwendeten Argumentationsmodelle und zum anderen ihre Einschätzung, wie sinnvoll bzw. notwendig Interventionen durch die Lehrperson sind. Während Chin und Teou das weit verbreitete Argumentationsmodell nach Toulmin (1958) und das auf linguistischen Indikatoren beruhende Modell von Mercer et al. (1999) verwenden, erachten Naylor et al. diese für ungeeignet, um die Qualität der Argumentationen der Kinder zu erfassen. Letztere entwickeln ein neues Modell, in dessen Mittelpunkt laut Angaben der AutorInnen die Interaktion innerhalb der Gruppe der Diskutierenden steht (Naylor et al., 2001; Naylor et al., 2007). Das Modell unterscheidet sieben Stufen, beginnend mit Level 1: „Pupils are unable or unwilling to enter into discussion“ bis Level 7: „Pupils evaluate the evidence and make judgements“. Allerdings wird nur in Level 5 mit „Pupils respond to ideas from others in the group“ explizit auf Interaktionen zwischen den SchülerInnen eingegangen. Dennoch betonen Naylor et al. (2007) in ihrer Arbeit, ähnlich wie Chin und Teou die zentrale Bedeutung der sozial-kommunikativen Prozesse beim Arbeiten mit Concept Cartoons. In ihrer Arbeit heißt es:

In this research its greatest significance might have been to shift the focus from the logical content or linguistic elements of the argument and to focus instead on the process of argumentation, the interaction amongst the individuals and the socio-cultural factors which might influence their interaction. (Naylor et al., 2007, S. 36)

Ihrem Modell folgend bewerten Naylor et al. 32 der 38 transkribierten Diskussionen als fokussiert und produktiv, in dem Sinne, dass die SchülerInnen im Laufe der Diskussion zu einem gemeinsamen Verständnis gelangen.

The majority of these higher-level transcripts appeared to indicate that pupils were talking collaboratively and co-constructing arguments. This appeared to be the case even though they had not received any training in argumentation and the teacher was not present to direct their conversations. In a typical transcript pupils appeared to have a common goal of reaching a shared understanding. (Naylor et al., 2007, S. 23)

Naylor et al. betonen, dass die SchülerInnen vor den Diskussionen keinerlei Argumentationstraining erhalten hatten und dass die Anwesenheit einer Lehrkraft nicht nur

nicht notwendig, sondern den Auseinandersetzungen innerhalb der Peergruppe hinderlich sei: „the pupils’ ability to discuss freely is suspended on the arrival of the teacher“ (Naylor et al., 2007, S. 32).

Ganz anders sehen das, wie unter 2.3.3 bereits erwähnt, Chin und Teou (2009). Sie entwickeln und testen Unterrichtsentwürfe und -materialien (*scaffolding structures*), bei denen die SchülerInnen ihre Stellungnahmen und Argumente auch schriftlich festhalten müssen und bei denen die Lehrperson stark strukturierend in die Diskussion eingreift. Durch diese Interventionen sei es möglich, unproduktive, einen Standpunkt lediglich wiederholende Streitgespräche zu verhindern und die unbegründete Zustimmung zu einzelnen Aussagen der Concept Cartoons zu vermeiden.

Auch Webb et al. (2008) verwenden Concept Cartoons in Kombination mit zusätzlichen Materialien. Sogenannte *Writing frames* sollen, ähnlich wie die unter 2.3.1 beschriebenen *Prompt sheets*, die SchülerInnen bei der Verschriftlichung ihrer Überlegungen und Argumente anleiten und unterstützen. Sie geben Satzanfänge wie z. B. ‘My idea is ...’, ‘My reasons are that ...’ vor. Ziel ihrer Studie ist es zu untersuchen, ob sich die Argumentationskompetenz der SchülerInnen (N = 48, Jahrgangsstufe 9) durch viermaligen Einsatz innerhalb von acht Wochen verbessert. Zur Bewertung der Qualität der Argumente verwenden sie ein von Erduran et al. (2004) in Anlehnung an das Toulmin’sche Argumentationsschema entwickeltes 5-teiliges Cluster-Modell. Webb et al. stellen fest, dass das durchschnittliche Argumentationsniveau steigt.

Erwähnenswert ist an dieser Stelle das breite Einsatzspektrum von Concept Cartoons hinsichtlich Alter und Vorwissen der Lernenden. Keogh und Naylor (1999) berichten in ihrer Studie auch von zwei Fallstudien, einer mit SchülerInnen der Jahrgangsstufe 7 (11-12 Jahre) und einer mit PhysikabsolventInnen in einem Weiterbildungsprogramm (Postgraduate Certificate in Education, PGCE-Programm). Es zeigt sich, dass die fachlichen Diskussionen, wenngleich auf unterschiedlichem Niveau, in beiden Gruppen fruchtbringend waren.

The learners appeared to discuss the concept cartoon at the level of their own current understanding of the concept being explored. Learners with more sophisticated ideas were able to look beyond the basic scientific concept and consider a range of factors which could influence the particular situation. (Keogh & Naylor, 1999, S. 441)

Ein ähnliches Bild zeichnet auch Dabell (2008) in seinem Artikel über den Einsatz von Concept Cartoons im Mathematikunterricht, wenn er ihn mit einem Schwimmbecken vergleicht, in dem sich die Lernenden je nach ihren individuellen Fähigkeiten unterschiedlich betätigen. Die Rolle der Lehrperson beschreibt er dabei ähnlich wie die eines Bademeisters.

I think concept cartoons are rather like a swimming pool of learners – they hold so many abilities. Some learners are doing lengths, some widths, others struggle to do doggy paddle and some are too afraid to get in! Learners access a concept cartoon at a level that suits them and we are there to supervise them splashing their ideas around and it's our job to help them make waves in their understanding without actually doing the swimming for them. (Dabell, 2008, S. 36)

In diesem Kapitel wurde allgemein erklärt, was Concept Cartoons sind und wie und wozu dieses Unterrichtswerkzeug eingesetzt werden kann. Die zuletzt genannte Einsatzmöglichkeit von Concept Cartoons, nämlich als Diskussions- und Argumentationsanlass, ist für die vorliegende Arbeit von besonderer Relevanz. Im nun folgenden Kapitel wird auf das dabei häufig verwendete Setting der Kleingruppendiskussionen als Lerngelegenheit genauer eingegangen.

3. Kleingruppendiskussion

Wie in Kapitel 2 dargestellt sind Concept Cartoons Unterrichtswerkzeuge mit einem breiten Spektrum an Einsatzmöglichkeiten. Insbesondere eignen sie sich dafür, Diskussionen anzuregen. Diese Diskussionen können im Plenum, also im gesamten Klassenverband stattfinden und von der Lehrperson moderiert werden. Sie können aber auch in Form von Kleingruppendiskussionen erfolgen, wobei die SchülerInnen dann unter sich bleiben und sich in der Regel unbefangener beteiligen (z. B. Cohen, 1994).

Im nun folgenden Abschnitt wird zunächst erklärt, weshalb es wichtig ist, SchülerInnen im Unterricht zum Sprechen und Diskutieren zu animieren und welche Bedeutung Sprache für das Lernen in den Naturwissenschaften hat (3.1). Daran anschließend wird auf das Thema „Argumentieren im Naturwissenschaftsunterricht“, das in den vergangenen 15 Jahren stark an Bedeutung gewonnen hat, eingegangen (3.2). In der gängigen Literatur zu diesem Thema wird allerdings nur wenig auf die affektive Dimension des Diskutierens und Argumentierens und auch kaum auf deren soziale Dimension eingegangen. Diesen beiden Aspekten widmen sich die Abschnitte 3.3 und 3.4. Im Abschnitt 3.3 wird der Frage nachgegangen, welche Rolle Emotionen beim Lernen allgemein spielen und wie sie sich insbesondere auf das Engagement von (diskutierenden) SchülerInnen auswirken. Abschnitt 3.4 zeigt auf, wie komplex und vielschichtig das Zusammenspiel unterschiedlicher Faktoren beim Arbeiten in Kleingruppen ist.

3.1. Von der Bedeutung des Sprechens für das Denken

Die Frage nach der Bedeutung des Sprechens für das Denken beschäftigte bereits die alten Griechen. So bezeichnete beispielsweise Platon Denken als stilles Sprechen der Seele mit sich selbst (Dörner, 2005). Seit damals werden die unterschiedlichen Formen des sprachlichen und bildhaften Denkens in den verschiedenen Entwicklungsstufen der Menschheit und des einzelnen Individuums diskutiert. Auch mit der Entstehung konstruktivistischer Strömungen in der Philosophie und der Lernpsychologie des 20. Jahrhunderts wurde das Thema erneut aufgegriffen.

3.1.1. Sozialer Konstruktivismus

Konstruktivismus gilt mittlerweile in der Lehr- und Lernforschung als eine der grundlegenden Theorien, um Lernen zu beschreiben und zu begreifen (Driver et al., 2000; Duit, 1995; Neubert et al., 2001; Reich, 2001; Taber, 2015; Widodo & Duit, 2004). Grundgedanke des Konstruktivismus ist, dass Lernen ein aktiver Prozess ist, in dem Lernende, aufbauend auf

ihr bereits vorhandenes Wissen, eigenständig neues Wissen konstruieren. Man unterscheidet mehrere Spielarten des Konstruktivismus. Als sozialer Konstruktivismus wird jene Richtung bezeichnet, die davon ausgeht, dass der Aneignungsprozess von Wissen nicht im einzelnen Individuum durch Begegnung mit der Natur und unabhängig von seiner sozialen Umgebung passiert, sondern vielmehr das Ergebnis von Interaktionen innerhalb einer Gemeinschaft ist (Adams, 2006; Andrews, 2012; Leach & Scott, 2003; Mortimer & Scott, 2010; Schreiber & Valle, 2013). In der Folge ist Lernen immer kulturell geprägt. Kommunikation und damit allem voran Sprache sind für die Entwicklung gedanklicher Konzepte von zentraler Bedeutung.

[I]t is language that makes thoughts and concepts possible and not the other way around. Language predates concepts and provides a means of structuring the way the world is experienced. (Andrews, 2012, S. 41)

Prominente Vertreter und Mitbegründer des sozialen Konstruktivismus sind L. S. Vygotskij und M. M. Bakhtin. In seinem grundlegenden Werk „Denken und Sprechen“ beschreibt Vygotskij bereits im Jahr 1934 die fundamentale Bedeutung der Sprache für die geistige Entwicklung eines Menschen. Er erklärt, dass Kinder in der Begegnung mit anderen (Erwachsenen) zunächst deren Begrifflichkeiten übernehmen und sich diese erst in einem zweiten Schritt zu eigen machen, indem sie Bedeutungen für die Worte entwickeln. Dieser Prozess der Sinngebung vollzieht sich demnach in zwei Schritten auf unterschiedlichen Ebenen: einem interpsychologischen Schritt auf der sozialen Ebene und einem intrapsychologischen Schritt auf der individuellen Ebene.

Any function in the child's cultural development appears twice or on two planes. First it appears on the social plane and then on the psychological plane. First it appears between people as an interpsychological category and then within the child as an intrapsychological category. (Vygotskij, 1981, 163) zitiert nach Bliss (1996, S. 7); Wertsch und Tulviste (1992, S. 549) oder Shayer (2003, S. 472).

Gleichzeitig bringen Kinder ihre eigenen Gedanken zunächst in Ein-Wort-Sätzen zum Ausdruck und bauen diese mit fortschreitender geistiger Entwicklung zu ganzen Sätzen aus.

Der Gedanke des Kindes wird zunächst als ein vages und ungegliedertes Ganzes geboren, und gerade deshalb muss er beim Sprechen seinen Ausdruck in einem einzelnen Wort finden. Das Kind wählt gewissermaßen das verbale Gewand für seine Gedanken nach Maß. In dem Maße, wie der Gedanke des Kindes sich gliedert und übergeht zum Bau aus einzelnen Teilen, geht das Kind beim Sprechen von Teilen zum gegliederten Ganzen über. (Vygotskij, 2002, S. 401)

Sprechen und Denken sieht Vygotskij als Prozesse, die weder ident sind noch streng parallel verlaufen, sondern einander vielmehr wechselseitig beeinflussen, indem einmal das eine und einmal das andere dem jeweils anderen folgt.

Die Beziehung des Gedanken zum Wort ist vor allem kein Ding, sondern ein Prozess – die Bewegung vom Gedanken zum Wort und umgekehrt vom Wort zum Gedanken. [...] Der Gedanke äußert sich nicht im Wort, er vollzieht sich im Wort. Man könnte deshalb vom Werden (als Einheit von Sein und Nichtsein) des Gedanken im Wort sprechen. (Vygotskij, 2002, S. 399)

Vygotskij und Bakhtin betonen, dass die Bedeutung von Wörtern und damit von Sprache in der Interaktion von Menschen entsteht und sich in deren Gebrauch verändert. Äußerungen richten sich stets an bestimmte (gedachte) Empfänger in Erwartung einer Antwort und sind nur aus ihrem Zusammenhang heraus zu verstehen. Aufgrund der innigen Verzahnung von Denken und Sprechen sind auch Gedanken geprägt von der Auseinandersetzung mit anderen Menschen.

After all, our thought itself - philosophical, scientific, and artistic - is born and shaped in the process of interaction and struggle with others' thought, and this cannot but be reflected in the forms that verbally express our thought as well. (Bakhtin, 1986, S. 92)

Bakhtin weist darüber hinaus darauf hin, dass Sprache immer auch Ausdruck einer sozialen Gruppe in einer bestimmten Situation ist. Er bezeichnet diese unterschiedlichen Ausprägungen als *speech genres*.

Language is realized in the form of individual concrete utterances (oral and written) by participants in the various areas of human activity. These utterances reflect the specific conditions and goals of each such area, [...]. Each separate utterance is individual, of course, but each sphere in which language is used develops its own relatively stable types of these utterances. These we may call speech genres. (Bakhtin, 1986, S. 60)

3.1.2. Die Bedeutung von Sprache für das Lernen in den Naturwissenschaften

Bezugnehmend auf die Arbeiten von Vygotskij und Bakhtin haben in den letzten Jahren zahlreiche WissenschaftlerInnen auf die Bedeutung von Sprache für das Lernen (in den Naturwissenschaften) hingewiesen (Kovalainen & Kumpulainen, 2005; Kubli, 2005; Kumpulainen & Renshaw, 2007; Lemke, 1990; Mortimer & Scott, 2010; Roth, 2014 ; Scott, 1998). Einer der ersten unter ihnen ist J. L. Lemke. In seinem Aufsatz mit dem Titel „Using language in the classroom“ und seinem Buch „Talking Science“ bezeichnet er Sprache als Werkzeug für soziale Handlungen. Mit ihr werden nicht nur Informationen vermittelt, sondern auch bestimmte Handlungen gesetzt und Situationen erzeugt, in denen diese Handlungen aus dem jeweiligen Kontext heraus ihre Bedeutung erlangen (Lemke, 1989, S. 5). Lemke beschreibt, wie durch den Gebrauch der Sprache im Klassenzimmer soziale Strukturen und Unterrichtssituationen geschaffen und damit Lerngelegenheiten ermöglicht oder verhindert werden. Naturwissenschaften zu lernen bedeutet, so Lemke, die Sprache der Naturwissenschaften zu erlernen, sie anzuwenden und mit anderen darin zu kommunizieren.

Wie alle Sprachen, lernt man auch diese Sprache, indem man mit denen spricht, die sie bereits beherrschen (Lemke, 1990, S. 1)

Wells zieht Parallelen zwischen der kulturhistorischen Entwicklung der menschlichen Sprache und der jedes einzelnen Kindes und stellt fest, dass das Kind durch die Teilhabe an den Aktivitäten einer Gemeinschaft und den dazugehörigen sprachlichen Interaktionen nicht nur die Sprache sondern auch deren Art zu denken lernt (Wells, 2008, S. 333f) Wissenschaftliche Konzepte, so Wells, sind von Menschen für bestimmte Zwecke geschaffene Konstrukte oder kulturelle Artefakte. Sie bedürfen stets einer Interpretation und sind Veränderungen unterworfen. Das Lernen dieser (wissenschaftlichen) Konzepte bezeichnet er als integralen Bestandteil des Spracherwerbs (Wells, 2008, S. 334).

Leach und Scott (2003) betonen, dass zum Lernen in den Naturwissenschaften auch gehört, fähig zu werden, Formulierungen der jeweiligen Situation angemessen zu wählen. Er kritisiert in diesem Zusammenhang, dass die naturwissenschaftliche Art über Natur zu sprechen im Unterricht häufig als die einzig zulässige dargestellt wird.

[L]earning science involves coming to understand and be able to use a new set of tools for talking and thinking about the world, which can be drawn upon when circumstances and context are appropriate. [...]

In the classroom, science is often presented, either explicitly or implicitly, as the only acceptable way of talking about the natural world. [...] [W]e would suggest that a mature understanding of science can be demonstrated in terms of the ability to move between ways of talking and thinking about phenomena according to context, recognising the appropriateness, power and limitations of each. (Leach & Scott, 2003, S. 100f)

In den Arbeiten von Scott et al. (Mortimer & Scott, 2010; Scott, 1998; Scott & Mortimer, 2005) spielt der Begriff *Meaning Making* eine wichtige Rolle. Die Autoren betonen damit, in Anlehnung an J. Bruners Arbeiten über die Konstruktion von Bedeutungen, dass Wörtern, Dingen und Handlungen keine Bedeutungen innewohnen, sondern sie diese erst erlangen, indem Menschen sie ihnen zuschreiben. Ähnlich schreibt auch Combe und Gebhard (2012):

Sinn und Bedeutung kann nicht von außen verabreicht werden. Sinn muss subjektiv erzeugt werden, gleichsam im Durchgang durch die eigene Geschichte hindurch. Den Sinn und die Bedeutung eines Unterrichtsgegenstandes muss jeder selbst herstellen – ein höchst individueller, eigentätig-konstruktiver Vorgang und Entwurfsprozess, der nicht delegierbar ist. (Combe & Gebhard, 2012, S. 8)

Die Aufgaben der Lehrperson im Naturwissenschaftsunterricht sehen Mortimer und Scott darin, die SchülerInnen beim Prozess des *Meaning Makings* zu begleiten und zu

unterstützen. Die Lehrperson muss dazu den SchülerInnen zunächst die Ideen und Konzepte der Naturwissenschaften im sozialen Kontext zugänglich machen, ihnen dann helfen, die Bedeutungen dieser Ideen und Konzepte zu erfassen und sich diese anzueignen, und die SchülerInnen schließlich unterstützen, diese Ideen und Konzepte anzuwenden und nach und nach die Verantwortung für deren Gebrauch zu übernehmen (Mortimer & Scott, 2010, S. 17). Auf diese Weise kommt es zu einer Verinnerlichung, zu einem Übergang von der sozialen zur individuellen Ebene, wie Vygotskij sie beschreibt.

Auch Kovalainen und Kumpulainen (2005) und Kumpulainen und Renshaw (2007) bezeichnen Lernen als „a horizontal“ bzw. „collective meaning-making process“. Letztere weisen darauf hin, wie sehr dieser Prozess kulturellen Einflüssen unterliegt.

[C]oncept learning at school is seen as a process of appropriating discourses (deploying voices) developed over time (and place) within specific knowledge communities (disciplines) with their distinctive speech genres, forms of reasoning, vocabulary, as well as their meta-discursive elements such as the communal rules and practices that define the valued nature and manner of participation. (Kumpulainen & Renshaw, 2007, S. 111)

Mercer et al. bestätigen mit ihren in der Primarstufe durchgeführten empirischen Studien den Zusammenhang zwischen Sprechen und Denken. Sie zeigen, dass die gezielte Förderung von einer Art der Gesprächsführung, die sie *Exploratory Talk* nennen, sowohl die Ergebnisse der SchülerInnen beim Ravens Matrizentest, einem sprachfreien Multiple-Choice-Intelligenztest, verbessert (Mercer et al., 1999), als auch das Verstehen in den Naturwissenschaften fördert (Mercer et al., 2004). Als *Exploratory Talk* bezeichnen sie Gespräche, in denen sich die TeilnehmerInnen kritisch aber konstruktiv mit den Ideen der GesprächspartnerInnen auseinander setzen. Kennzeichen dafür sind unter anderem, dass die GesprächspartnerInnen alle Informationen austauschen, dass sie die Meinungen und Ideen der anderen respektieren und bedenken, aber auch hinterfragen, und dass die Gruppe versucht, eine Einigung zu erzielen, bevor sie eine Entscheidung trifft oder eine Handlung setzt (Wegerif et al., 1999, S. 496). Webb und Treagust (2006) kommen in ihrer Untersuchung im Naturwissenschaftsunterricht der Jahrgangsstufe 7 zu ähnlichen Ergebnissen.

Webb (2009, 2010) beschreibt darüber hinaus (neben dem bereits in 2.3.4 erwähnten Einsatz von Concept Cartoons als Argumentationsanlass) die Schwierigkeiten südafrikanischer SchülerInnen, deren Erstsprache nicht die Unterrichtssprache ist, beim Erwerb naturwissenschaftlicher Grundbildung (*scientific literacy*). Er kommt dabei zu dem Schluss, dass es wichtig ist, den SchülerInnen zu erlauben, zunächst in ihrer Erstsprache zu sprechen, bevor sie es in die offizielle Unterrichtssprache übersetzen.

In diesem Abschnitt wurde auf die Bedeutung des Spracherwerbs auf die Entwicklung naturwissenschaftlicher Sprech- und Denkweisen eingegangen und die wechselseitige Abhängigkeit von bzw. zwischen Sprechen und Denken skizziert. Lernen in den Naturwissenschaften bedeutet daher, die für die Naturwissenschaften typische Denk- und Sprechweise zu erlernen. Beherrscht jemand die spezifische Sprache der Naturwissenschaften nicht, erlebt er/sie sich als unfähig, Naturwissenschaften zu begreifen (Lemke, 1989, S. 34). Wie jede Sprache, lernt man auch die Sprache der Naturwissenschaften durch ihre praktische Anwendung in der Kommunikation mit anderen, die dieser Sprache mächtig sind. Deshalb ist es wichtig, dass LehrerInnen ihren SchülerInnen im Zuge des Unterrichts häufig die Gelegenheit geben, sie anhalten und ermutigen, über naturwissenschaftliche Phänomene und Inhalte zu sprechen und zu diskutieren. Im folgenden Teil der Arbeit soll auf so initiierten Diskurs im Klassenzimmer näher eingegangen werden.

3.2. Diskurs im Naturwissenschaftsunterricht

In 3.1 wurde der Zusammenhang zwischen Denken und Sprechen skizziert und daraus die Notwendigkeit abgeleitet, Gelegenheiten zu schaffen, in denen SchülerInnen die Sprache der Naturwissenschaften und damit auch ihre Denkweise erlernen können. Das bedeutet: Unterricht braucht diskursive Elemente.

Der Begriff „Diskurs“ leitet sich vom lateinischen Wort *discursus* („umherlaufen“) ab und erfährt je nach Kontext unterschiedliche Bedeutungen. Im Kontext der vorliegenden Arbeit wird er in seiner alltagsorientierten Bedeutung verwendet und steht allgemein für ein erörterndes Gespräch. Das geschieht in Anlehnung an den in der englischsprachigen fachdidaktischen Literatur weit verbreiteten Begriff des *discourse*. In diesem Sinne meint Diskurs ein auf ein bestimmtes Thema fokussiertes Gespräch, mit dem Ziel, dieses Thema zu beschreiben und gemeinsam zu ergründen. Diskutieren und Argumentieren sind Teil diskursiver Praxis.

In den vergangenen Jahren hat das Thema *Discourse and Argumentation in Science Education* stark an Bedeutung gewonnen, wie an der Zahl der Veröffentlichung zu erkennen ist (Osborne et al., 2012, S. 7; Shemwell & Furtak, 2010, S. 225). Die Gründe, weshalb Diskutieren und Argumentieren im Naturwissenschaftsunterricht zunehmend als wichtig angesehen werden, sind vielfältig. Zum einen spielen sie eine wesentliche Rolle beim Aufbau eines konzeptionellen Verstehens und fachlicher Kompetenzen und zum anderen sind sie ein zentraler Bestandteil wissenschaftlichen Arbeitens.

3.2.1. Argumentieren, um zu lernen – *Arguing to learn*

Diskursive Praktiken fördern eine intensive Auseinandersetzung mit Neuem und helfen dabei, es in bestehendes Wissen zu integrieren bzw. dieses Wissen zu erweitern oder umzustrukturieren. Driver et al. (2000) zählen zu den ersten, die auf die Bedeutung des Argumentierens im Naturwissenschaftsunterricht hinweisen. Sie beschreiben den Prozess des dialogischen Argumentierens als Voraussetzung für den Ausbau wissenschaftlicher Konzepte: „[I]t is our view that conceptual change is dependent on the opportunity to socially construct, and reconstruct, one's own personal knowledge through a process of dialogic argument“ (Driver et al., 2000, S. 298).

Duschl und Osborne (2002, S. 44) bezeichnen Diskurs (mit Rückgriff auf Ohlsson (1995)) als „a *medium* which stimulates the process of reflection through which students may acquire conceptual understanding“. Hodson (2009), von Aufschnaiter et al. (2008) und Jonassen und Kim (2010) nennen es „arguing to learn“ und Hodson (2009, S. 289) beschreibt es als „cooperative exploration of an idea or issue, articulating individual understanding, challenging and being challenged, co-constructing new understanding, and so on.“

Die Diskussion in der Gruppe führt zu einer intensiven Auseinandersetzung mit dem fachlichen Thema und zu einem hohen Engagement der Lernenden, beides sind Voraussetzungen für nachhaltiges Lernen (Jonassen & Kim, 2010, S. 439f; Shemwell & Furtak, 2010, S. 223).

Im gemeinsamen Bemühen, eine Erklärung für ein naturwissenschaftliches Phänomen oder die Lösung eines Problems zu formulieren, müssen die DiskussionspartnerInnen zunächst ihre Gedanken in Worte fassen. Dabei gewinnen sie in der Regel selbst an Klarheit (Johnson & Johnson, 2009, S. 41). Gleichzeitig erkennen sie, wie fundiert und rational sie die eigenen Überlegungen begründen können. Divergieren die Vorstellungen und Erklärungen innerhalb einer Diskussionsgruppe, oder erweisen sie sich als unvereinbar mit Wissensbeständen anderer DiskussionspartnerInnen, so ergibt sich ein Klärungsbedarf. Webb et al. (2014) und Johnson und Johnson (2009) bezeichnen eine derartige Situation als intellektuellen Konflikt (*intellectual conflict*). Ein intellektueller Konflikt, so Johnson und Johnson (2009), ist gekennzeichnet von einem konzeptionellen Konflikt (*conceptual conflict*) und einer daraus resultierenden konstruktiven Kontroverse, in der sich die DiskussionspartnerInnen um eine gemeinsame Lösung bemühen, die schließlich zu einer Konzeptentwicklung führt:

Der Einfluss von emotionalen Faktoren, wie der oben erwähnten Unsicherheit und Neugierde, und von sozialen Faktoren auf diese Art der Kontroverse wird in den Kapiteln 3.3 und 3.4 genauer beschrieben.

Deutlich zurückhaltender beurteilen von Aufschnaiter et al. (2008) die Möglichkeit, das Lernen von Fachinhalten durch den Einsatz diskursiver Praktiken im Unterricht zu fördern. In ihrer Video-Studie kommen sie zu dem Ergebnis, dass die rund 40 SchülerInnen der Mittelstufe durch die Diskussionen zwar bezüglich ihres bereits bestehenden Wissens an Sicherheit gewonnen, nicht jedoch neues Wissen entwickelt haben. Sie führen das darauf zurück, dass SchülerInnen sich nur dann an einer Argumentation beteiligen können, wenn sie mit den fachlichen Inhalten bereits vertraut sind. Sie schließen daraus (wenig überraschend): „Although this may not be surprising, it indicates that any attempt to develop students' knowledge through argumentation *must be related to students' prior knowledge*“ (von Aufschnaiter et al., 2008, S. 127).

Zu ganz anderen Ergebnissen kommen Smith et al. (2009) in ihrer quantitativen Studie mit rund 350 StudentInnen im Zuge einer Genetiklehrveranstaltung. Sie gehen der Frage nach, warum die Studierenden bei einem Multiple-Choice-Test besser abschneiden, wenn sie zwischen Prä- und Post-Test in Kleingruppen diskutieren. Die Test-Items im Prä- und Post-Test erforderten dabei die Anwendung desselben grundlegenden Konzepts in unterschiedlichen Kontexten. Zwischen den Tests gab es keinerlei weitere Intervention durch die Lehrpersonen. Smith et al. (2009) führen den deutlich höheren Anteil richtiger Antworten im Post-Test darauf zurück, dass die Studierenden durch die Diskussion in der Peergruppe ein konzeptionelles Verständnis entwickeln. Denn auch wenn in einer Gruppe niemand im Stande war, die anspruchsvollen Fragen im Prä-Test richtig zu beantworten, erzielten die Studierenden im Post-Test bessere Ergebnisse.

Die AutorInnen merken darüber hinaus in ihrem abschließenden Statement an:

Furthermore, justifying an explanation to a fellow student and skeptically examining the explanation of a peer provide valuable opportunities for students to develop the communicative and metacognitive skills that are crucial components of disciplinary expertise. (Smith et al., 2009, S. 124)

Damit sprechen sie einen weiteren wichtigen Aspekt an: Lernen, zu argumentieren.

3.2.2. Lernen, zu argumentieren – *Learning to argue*

Fachlich korrekt und folgerichtig zu argumentieren, ist ein zentraler Bestandteil wissenschaftlichen Arbeitens. Im gemeinsamen Diskurs versuchen WissenschaftlerInnen zu klären und argumentativ zu untermauern, welche Herangehensweisen, welche Untersuchungsmethoden und welche Modelle am besten geeignet sind, um ein Phänomen zu untersuchen und zu erklären. Erst durch das Interpretieren von Daten und im Zuge des Aushandelns innerhalb der Scientific Community erlangen Ergebnisse wissenschaftlicher

Forschung ihre Bedeutung (z. B. Driver et al., 2000, S. 297; Ford, 2008; Hodson, 2009, S. 259).

Im Naturwissenschaftsunterricht hingegen wird die soziale Dimension wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung in der Regel ignoriert. In der Folge erscheinen die Naturwissenschaften den SchülerInnen als „monolith of facts“ (Osborne, 2010, S. 464) oder „unproblematic collation of facts about the world“ (Driver et al., 2000, S. 288). Um Kindern und Jugendlichen ein angemessenes Bild der Naturwissenschaften zu vermitteln, ist es notwendig, die Bedeutung des Argumentierens in den Naturwissenschaften im Unterricht explizit zu thematisieren. Um die SchülerInnen in die Praktiken wissenschaftlichen Arbeitens einzuführen, müssen Gelegenheiten geschaffen werden, in denen sie lernen, sachlich logisch und folgerichtig zu argumentieren (z. B. Driver et al., 2000; Duschl & Osborne, 2002; Milne, 2012). Milne (2012) formuliert diese Forderung wie folgt:

Because both the development of inscriptions and the associated argument are sociocultural acts, all members of a science community, from the novice to the expert, must learn to use these tools if they wish to be accepted as a member. If we want children and youth to understand how science is constructed, then it would seem to be educationally appropriate to provide them with opportunities in science education to learn about argument and to use argument. (Milne, 2012, S. 961)

Das Wissen über die Bedeutung des Argumentierens in den Naturwissenschaften ist wichtiger Teil des Wissens über die Naturwissenschaften (Stichwort „*Nature of Science*“ (NOS)) und bildet die Grundlage und den theoretischen Rahmen für die zu erlernende Praxis. Hodson meint dazu:

[L]earning to argue – that is, understanding the nature of scientific argumentation and learning how to construct, criticize and evaluate arguments [...] attempting to persuade others of the legitimacy of one's point of view or the adequacy of one's claim to knowledge. (Hodson, 2009, S. 289)

Die hier beschriebene Fähigkeit ist auch in der PISA-Rahmenkonzeption zu finden, allerdings ist das zentrale Wort dort nicht „Argument“, sondern „Evidenz“. „*Using scientific evidence*“ wird als eine der drei zentralen Kompetenzen angeführt, die es im Zuge der naturwissenschaftlichen Grundbildung zu erwerben gilt (OECD, 2013). Im PISA 2012 Assessment Framework heißt es:

The competency *using scientific evidence* includes accessing scientific information and producing arguments and conclusions based on scientific evidence. [...] The competency also involves: selecting from alternative conclusions in relation to evidence; giving reasons for or against a given conclusion in terms of the process by which the conclusion was derived from the data provided. [...] . Students may be required to express their evidence and decisions to a specified audience, through their own words, diagrams or other representations as appropriate. In short, students should be able to present clear and logical connections between evidence and conclusions or decision. (OECD, 2013, S. 108)

SchülerInnen sollen demnach nicht nur in der Lage sein, Evidenzen zu nutzen, um Entscheidungen zu treffen, sondern auch, diese Entscheidungen vor anderen argumentativ und adressatengerecht zu vertreten. Im Bericht des Deutschen PISA-Konsortiums (Prenzel et al., 2007, S. 68) wird darauf hingewiesen, dass das „[n]icht nur bei der Konfrontation mit neuen Forschungsergebnissen, sondern auch bei Entscheidungen im Alltag gilt [...]“. Vom Treffen alltäglicher Kaufentscheidungen bis hin zur Teilhabe am gesellschaftlichen Diskurs und an der Bewältigung gesellschaftspolitischer Herausforderungen, immer ist die Fähigkeit, Alternativen evidenzbasiert gegeneinander abzuwägen und gegebenenfalls argumentativ zu begründen, von Bedeutung (z. B. Driver et al., 2000, S. 297; Lembens & Rehm, 2010, S. 285; Michaels et al., 2008, S. 284).

3.2.3. Diskutieren und/oder (wissenschaftliches) Argumentieren

Diskutieren und Argumentieren sind Teil diskursiver Praxis. Wie bereits erwähnt, werden die beiden Begriffe teils unterschiedlich gehandhabt und teils synonym verwendet. In der vorliegenden Arbeit wird folgende Unterscheidung getroffen: Als Diskussion wird in Anlehnung an Shemwell und Furtak (2010, S. 223) ein Gespräch bezeichnet, in dem die teilnehmenden Personen Ideen austauschen und einander mitteilen, was sie denken und warum sie so denken. Argumentieren hingegen beinhaltet auch den Versuch, andere evidenzbasiert von einem Standpunkt oder Sachverhalt zu überzeugen. Wissenschaftliches Argumentieren stellt eine Sonderform des Argumentierens dar, bei der es darum geht, empirische Befunde (Evidenzen) mit bestehenden Theorien zu erklären oder diese weiter zu entwickeln.

Shemwell und Furtak (2010) kritisieren, dass in der fachdidaktischen Literatur die Bezeichnung *scientific argumentation* vielfach als Label für jede Art von Diskussion im Nawi-Unterricht verwendet wird. In ihrer Untersuchung gehen sie der Frage nach, ob das Formulieren fachlicher Argumente automatisch mit einem gesteigerten konzeptionellen Verständnis einhergeht. Sie bezeichnen ein Gespräch, in dem die Sprechenden detailliert wichtige Konzepte und kausale Zusammenhänge wissenschaftlicher Theorien bearbeiten, als „conceptionally rich“ und kommen zu dem Ergebnis:

[M]uch of the richer conceptual talk did not amount to or occur with well-supported scientific arguments, and most well-supported arguments did not occur with conceptually rich talk. Good arguments and rich conceptual talk did not go together. (Shemwell & Furtak, 2010, S. 238)

Deshalb plädieren sie dafür, das Ziel diskursiven Unterrichts weiter zu fassen und dadurch Raum zu geben für verschiedene Arten konstruktiven Denkens.

Ähnlich wie Shemwell und Kelly kritisieren auch McDonald und Kelly (2012) die enge Fokussierung der fachdidaktischen Forschung auf das Thema „wissenschaftliches Argumentieren“. Sie weisen darauf hin, dass jede Art des Diskurses stark vom Kontext und den Zielen der daran beteiligten Personen abhängt. Es sei daher nicht zielführend, die diskursiven Praktiken im Unterricht denen der Wissenschaft zu sehr anzupassen.

The complexity of goals that occur in real contexts means that part of the conversation about authenticity in science classrooms must take into account that school science talk is not the same as science talk [...], as the classroom teacher is not an authentic participant in the community of science practitioners nor are schools context designed to produce new scientific knowledge. [...] [T]he practices that best help students to understand science are not identical to the practices that help scientist develop new scientific understandings. (McDonald & Kelly, 2012, S. 273)

3.2.4. Diskursive Unterrichtspraxis

Aus den bereits dargelegten Gründen ist es wichtig, als Lehrperson im Naturwissenschaftsunterricht Diskussionen anzuregen und zu gestalten. SchülerInnen brauchen ausreichend Gelegenheit, miteinander zu diskutieren und zu argumentieren. Untersuchungen zeigen jedoch, dass es den SchülerInnen an diesen Gelegenheiten häufig mangelt, nicht zuletzt, weil LehrerInnen oft nicht wissen, wie sie den Unterricht entsprechend gestalten können (z. B. Driver et al., 2000; Duschl & Osborne, 2002; Erduran et al., 2004; Lemke, 1989). Duschl und Osborne (2002) führen das unter anderem auf das traditionelle Rollenverständnis von LehrerInnen als Wissende und Erzählende und von SchülerInnen als Unwissende und Zuhörende zurück. Ein Abweichen davon bringt für alle Beteiligten zunächst Verunsicherung.

Designing learning environments to both facilitate and promote students' argumentation is, however, a complex problem. For the central project of the science teacher is to persuade his or her students of the validity of the scientific world-view. [...] [T]he consideration of plural enterprises simply undermines the science teacher's task and threatens the learner's knowledge of 'the right answer'. (Duschl & Osborne, 2002, S. 55)

Carlsen (2007) beschreibt in diesem Zusammenhang ein noch grundlegenderes Problem: das Aufeinandertreffen zweier unterschiedlicher Kulturen:

In fact, the science classroom sits on the border between competing cultures, such as the scientific community, which values open inquiry and disagreement, and the formal school community, which generally prefers quiet obedience. (Carlsen, 2007, S. 60)

Als Reaktion auf diese Befunde wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche Unterrichtssequenzen entwickelt und erprobt, die zum Ziel hatten, Argumentieren im Naturwissenschaftsunterricht zu fördern (z. B. Albe, 2007; Jiménez-Aleixandre, 2007; Naylor et al., 2007). Parallel dazu gab es entsprechende Bestrebungen in der LehrerInnenaus- und -fortbildung, (angehende) LehrerInnen dabei zu unterstützen, Argumentieren vermehrt in

ihren Unterricht zu integrieren (z. B. Osborne et al., 2004; Sadler, 2006; Scott & Mortimer, 2005).

Als ein Beispiel unter vielen sei an dieser Stelle die Arbeiten von Michaels et al. (2008) und Resnick et al. (2010) genannt. Sie sprechen von *deliberative discourse* (= beratender Diskurs) und stellen ein Konzept der Gesprächsführung im Klassenzimmer vor, das sie *Accountable Talk*® (verantwortliches Sprechen) nennen. Durch das Gespräch strukturierende Interventionen, sogenannter *talk moves*, soll die Lehrkraft die Diskussion so leiten, dass sich alle SchülerInnen daran konstruktiv beteiligen (können). Ihren stark lehrerInnen-zentrierten Ansatz begründen sie damit, dass SchülerInnen in der Regel nicht über ausreichend Fachwissen verfügen, um ohne Unterstützung fachlich fundiert diskutieren zu können, sondern dieses Wissen meist erst im Zuge der Diskussion entwickeln. (Diese Einschätzung weist gewisse Ähnlichkeiten mit der von von Aufschnaiter et al. (2008) auf (vgl. S. 27). Die Lehrkraft muss deshalb ihr eigenes Fachwissen einbringen und dafür Sorge tragen, dass die SchülerInnen parallel zu ihren Fähigkeiten, logisch zu denken und zu schlussfolgern, auch fachlich korrekte Konzepte entwickeln. Sie räumen dabei ein, dass diese Aufgabe äußerst anspruchsvoll ist, da sich Wissen und Denken am besten gemeinsam entwickeln.

Knowledge and reasoning develop best in tandem; neither precedes the other. Yet it is no easy task to orchestrate this interdependent development. Indeed, teaching good knowledge using discursive methods is perhaps pedagogy's greatest challenge. (Michaels et al., 2008, S. 291)

Cavagnetto (2010) gibt in seinem Review einen Überblick über mehr als 50 Interventionsstudien zur Förderung der Argumentationsfähigkeit im Naturwissenschaftsunterricht. Er zeigt auf, dass unter den WissenschaftlerInnen Uneinigkeit darüber herrscht, wie entsprechende Unterrichtseinheiten gestaltet werden sollen. Einige gehen davon aus, dass sich die Fähigkeit, schlüssig zu argumentieren, erst mit fortschreitendem Alter entwickelt (z. B. Felton & Kuhn, 2001). Sie plädieren dafür, den Aufbau und die Konstruktion von Argumenten im Unterricht explizit zu thematisieren und zu üben. Dabei verwenden sie in der Regel das Argumentationsmodell von Toulmin (z. B. Osborne et al., 2004). In letzter Zeit vertreten mehrere WissenschaftlerInnen (z. B. Berland & Hammer, 2012a; Bricker & Bell, 2012; Kuhn et al., 2011) die Auffassung, es sei ausreichend und zielführender, Lerngelegenheiten zu schaffen, in denen die SchülerInnen die Notwendigkeit zu argumentieren erfahren. Sie berufen sich dabei auf Untersuchungen, die zu dem Ergebnis kommen, dass Kinder und Jugendliche im Alltag sehr wohl in der Lage sind, zu argumentieren. Es ist vielmehr das herkömmliche schulische Setting, das die SchülerInnen

daran hindert, diese Fähigkeit auch im Naturwissenschaftsunterricht einzusetzen. Es mangelt ihnen schlicht an entsprechenden Lerngelegenheiten.

Gelegenheiten zu diskutieren und zu argumentieren entstehen dann, wenn es sinnvoll ist, unterschiedliche Lösungsvarianten und Erklärungsansätze in Betracht zu ziehen. Das gilt für Fragen, die den Nutzen und die Auswirkungen von Wissenschaft und Technik auf Gesellschaft, Natur und Umwelt thematisieren (*socio-scientific issues*). Das gilt aber auch dann, wenn es um die Erklärung eines bereits geklärten naturwissenschaftlichen Phänomens geht, sofern diese Erklärung den SchülerInnen noch nicht vertraut ist. Die Lernenden verfügen in der Regel bereits über Vorstellungen, die sie sich bewusst machen und artikulieren müssen, um sie anschließend weiterentwickeln zu können. Duschl und Osborne (2002) meinen dazu:

At the core of such contexts is the requirement to consider not singular explanations of phenomena but plural accounts. Students must, at the very least spend time considering not only the scientific theory but an alternative such as the common lay misconception. (Duschl & Osborne, 2002, S. 56)

und schreiben wenig später: „[A]rgumentation is fostered by a context in which student-student interaction is permitted and encouraged“ (Duschl & Osborne, 2002, S. 56).

Chin und Osborne (2010) betonen in diesem Zusammenhang die Bedeutung von Fragen, die SchülerInnen sich und ihren MitschülerInnen stellen. Die AutorInnen bezeichnen sie als “thought-starter” (S. 235), die den SchülerInnen unter anderem helfen, herauszufinden, was sie noch nicht wissen und worin sich ihre Ideen unterscheiden, sowie Unvereinbarkeiten zu erkennen, Hypothesen zu formulieren und zu überprüfen und alternative Erklärungen zu entwickeln. „The questions directed the students’ thinking, enabling them to share their prior knowledge, clarify points of uncertainty, as well as generate and sustain dialogue through increasingly elaborate levels of argumentation“ (Chin & Osborne, 2010, S. 271).

Der Einsatz von Concept Cartoons in Kleingruppendiskussionen erfüllt die von Duschl und Osborne (2002) genannten Kriterien und regt SchülerInnen dazu an, Fragen zu stellen. Er bietet Kindern und Jugendlichen die Möglichkeit, ihre Argumentationskompetenz zu erweitern und die Bedeutung des Argumentierens in den Naturwissenschaften zu erfahren.

In diesem Teil der Arbeit wurde beschrieben, welche Rolle Diskutieren und Argumentieren in den Naturwissenschaften spielen und welche Konsequenzen das für das Lehren und Lernen der Naturwissenschaften mit sich bringt. Dabei lag das Augenmerk auf den rein kognitiven Dimensionen argumentativer Auseinandersetzungen und den fachlichen Kompetenzen, die die SchülerInnen dabei entwickeln und vertiefen können. Die emotionalen und sozialen Dimensionen argumentativer Auseinandersetzungen werden in der gängigen Fachliteratur

nur gelegentlich peripher erwähnt. Gleichzeitig ist die Zahl der Publikationen zu den Themen Emotionen und/oder Engagement in Lehr-Lern-Settings in den vergangenen Jahren stark gestiegen. Ihnen widmet sich der nun folgende Abschnitt.

3.3. Emotion und Engagement

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, zeigte sich erst bei der interpretativen Analyse der Daten nach dem Ansatz der Grounded Theory die Bedeutsamkeit der Themen Emotionen, Engagement und SchülerInnen-Interaktion beim Kooperativen Lernen für die Kleingruppendiskussionen rund um einen Concept Cartoon. Die Ergebnisse der theoretischen Auseinandersetzung mit diesen Themen werden dennoch bereits in diesem und dem nächsten Abschnitt dargestellt.

Diskutieren und Argumentieren ist selten eine emotionslose, rein fachliche Angelegenheit. Auch wenn ein wissenschaftlicher Diskurs darauf beruht, evidenzbasierte Argumente gegeneinander abzuwägen, so erleben es WissenschaftlerInnen dennoch als Erfolgserlebnis, wenn sie andere von ihren Erklärungsansätzen überzeugen können oder neue Untersuchungsergebnisse diese bestätigen. Für Schülerinnen und Schüler gilt das ebenso.

Die emotionale Befindlichkeit der Lernenden beeinflusst maßgeblich ihr Engagement und ihren Lernerfolg. Gleichzeitig wirkt das durch das Engagement hervorgerufene Erleben auf ihre Emotionen. Aus diesem Grund hat in den letzten Jahren das Interesse zahlreicher WissenschaftlerInnen unterschiedlicher Disziplinen an den Themen Emotion und Engagement deutlich zugenommen (z. B. Appleton et al., 2008; Christenson et al., 2012; Kahveci & Orgill, 2015; Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014b). In diesem Kapitel werden einige ihrer Forschungsergebnisse und theoretischen Überlegungen dargestellt. Sie sollen helfen, die Handlungen der SchülerInnen während der durch Concept Cartoons stimulierten Kleingruppendiskussionen besser zu verstehen.

Gefühle beeinflussen unser Denken und Handeln. Sie wirken sich unter anderem auf unsere Aufmerksamkeit und Aufnahmefähigkeit sowie unsere Bereitschaft, uns auf etwas einzulassen und uns dabei anzustrengen, aus. In der Folge haben sie auch Einfluss auf das Lernen in den Naturwissenschaften, denn, so Sinatra et al. (2014, S. 415):

Like all human endeavors, science is conducted and learned with the full range of emotions present in all human pursuits, including joy, wonder, amazement, surprise as well as anxiety, anger, fear, and hopelessness.

Skinner et al. (2014, S. 331) meinen dazu:

Learning in school is hard work. It requires effort, determination, and persistence in the face of challenges and setbacks. In order to learn, students must focus their attention, listen to their teachers, and expend mental energy participating constructively in academic tasks.

Unter BildungswissenschaftlerInnen, LernpsychologInnen und FachdidaktikerInnen (z. B. Niemiec & Ryan, 2009; Op 't Eynde et al., 2006; Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014a; Pons et al., 2010; Schutz et al., 2010; Shuman & Scherer, 2014; Sinatra et al., 2014; Skinner et al., 2014) herrscht Einigkeit darüber, dass Emotionen beim Lernen eine wesentliche Rolle spielen. Dennoch ist das Gebiet vergleichsweise wenig erforscht, nicht zuletzt, weil es schwierig ist, diese subjektiven Erfahrungen zu erheben. Pons et al. (2010, S. 237) vergleichen die Heterogenität der vorhandenen Untersuchungen zum Thema „Kognition und Emotion“ mit verstreuten Inselgruppen: voneinander isoliert und häufig von einem nahezu undurchdringbarem Nebel bedeckt oder umgeben. Die Vielfalt der zentralen Begriffe und ihr uneinheitlicher Gebrauch in der Wissenschaft und im Alltag erschweren dabei die Verständigung. Einige dieser Begriffe sollen im Folgenden erläutert werden.

3.3.1. Begrifflichkeiten zum Thema Emotion

Als Überbegriff wird im Englischen in der Regel der Begriff *affect* verwendet. Er bezeichnet in diesem Zusammenhang nicht etwa eine auffallende Erregung, sondern ganz allgemein einen Gefühlszustand. Man unterscheidet dabei unter anderem zwischen *emotions* und *moods*, zwischen Emotionen und Stimmungen. Emotionen sind relativ kurzlebig und beziehen sich auf etwas, ein Ereignis, eine bestimmte Situation, eine Begebenheit.

Shuman und Scherer (2014) nennen es mit Rückgriff auf Scherer (2005) den „event focus“, Pekrun und Linnenbrink-Garcia (2014a, S. 3) den „object focus“ und Pons et al. (2010, S. 239) sprechen von „the inherent aboutness of emotions“.

Stimmungen (*moods*) hingegen sind länger anhaltend und ungerichtet/diffus. Langlebiger als Emotionen (*emotions*) und ohne konkreten Anlass sind Einstellungen (*attitudes*). Sie haben ihre Wurzeln in Überzeugungen (*beliefs*), Wertigkeiten (*valence*) und Gewohnheiten (*behavior*) (Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014a; Shuman & Scherer, 2014; Sinatra et al., 2014). Die drei genannten Kategorien, Emotionen, Stimmungen und Einstellungen, sind mitunter nicht klar voneinander abzugrenzen, bzw. beeinflussen sie einander wechselseitig. So wirken sich beispielsweise Stimmungen und Einstellungen auch auf das momentane Erleben und damit auf Emotionen aus.

Shuman und Scherer (2014), Pekrun und Linnenbrink-Garcia (2014a) und Sinatra et al. (2014) bezeichnen Emotionen als Episoden und facettenreiche Phänomene, die aus verschiedenen Komponenten bestehen. Shuman und Scherer (2014, S. 16) nennen die Komponenten „subjektives Gefühl“ (*subjective feeling*), „Bewertung“ (*appraisal*), „Handlung/Verhalten“ (*action tendency*), „Bewegung“ (*motor activity*) und eine somatische Komponente (*psychological component*). Wie diese Komponenten zusammenwirken, darüber gibt es unterschiedliche Theorien, die bei Shuman und Scherer (2014) näher erläutert werden. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit sind vor allem die Bewertungstheorien (*Appraisal Theories*) und die konstruktivistischen Ansätze in der Psychologie (*Psychological Constructivist Theories*) von Bedeutung.

Die Bewertungstheorien gehen davon aus, dass die kognitive Bewertungskomponente von Emotionen eine Vorrangstellung inne hat. Je nachdem, wie eine Person ein bestimmtes Ereignis interpretiert und einschätzt, werden andere Komponenten ausgelöst und in der Folge unterschiedliche Emotionen hervorgerufen. Pons et al. (2010, S. 240) nennen als Dimensionen, die bei der kognitiven Bewertung eine Rolle spielen, „novelty/familiarity, valence, goal/need significance, coping potential, and compatibility with personal and cultural norms.“

Im Zentrum der konstruktivistischen Ansätze in der Psychologie steht das auf J. Russell zurückgehende Modell des *core affect*, des zentralen Gefühlszustands.

Core affect is a pre-conceptual primitive process, a neurophysiological state, accessible to consciousness as a simple non-reflective feeling: feeling good or bad, feeling lethargic or energised. (Russell, 2009, S. 1264)

Dieser Theorie zufolge lassen sich Gefühlszustände entlang folgender zwei Achsen beschreiben (siehe Abbildung 5): a) die Achse der Wertigkeit (*valiance* oder *valence*), welche von angenehm bis zu unangenehm (*pleasant to unpleasant*) reicht und b) die Achse der Erregung (*arousal*), die von deaktiviert/passiv zu aktiviert/angeregt (*low activation to high activation*) reicht (Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014a; Russell, 2009; Schutz et al., 2010, S. 591; Shuman & Scherer, 2014, S. 22). Diese beiden Achsen ermöglichen es, einen grundlegenden Gefühlszustand in einem zweidimensionalen Raum zu verorten, wenngleich die beiden Dimensionen von den Betroffenen nicht getrennt abgebildet, sondern zu einem einzigen Gefühlszustand verschmolzen werden.

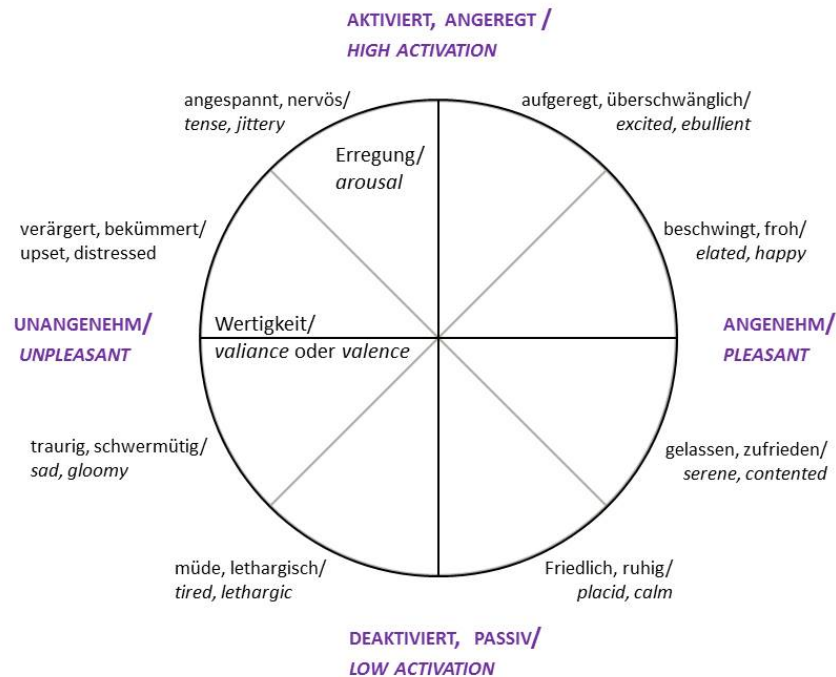


Abbildung 5. Darstellung grundlegender Gefühlszustände (*core affect*) entlang zweier Achsen (in Anlehnung an: Russell, 2003, S. 148).

3.3.2. Situationsgebundenheit von Emotionen

Die beiden oben genannten Theorien gehen davon aus, dass Gefühle und damit auch Emotionen gesellschaftlich und kulturell geprägt und damit abhängig vom jeweiligen Kontext sind. Op 't Eynde et al. (2006, S. 196) erklären diesen Umstand damit, dass die Bedeutung, die eine Person einer Situation beimisst, auf ihrem Wissen und ihren Überzeugungen beruht, die wiederum maßgeblich von soziohistorischen Faktoren beeinflusst werden. Sie bezeichnen ihn als „situatedness of emotions“.

This situated character of emotions implies that small differences in the knowledge and beliefs as well as in the specific characteristics of the local social context that determine the initial appraisal processes, result in significantly different emotional experiences of, for example, anger or fear with possibly different behavioural consequences. (Op 't Eynde et al., 2006, S. 197)

Hier lassen sich Ähnlichkeiten zu den Arbeiten von Berland und Hammer (2012a) zum Thema *Framing* erkennen. Als *Framing* (engl. *to frame* = rahmen) bezeichnen sie (mit Rückgriff auf Goffman 1974 und Bartlett 1932) die Art und Weise, wie Personen eine bestimmte Situation aufgrund ihrer Erfahrungen einschätzen und interpretieren.

First, a frame is an individual's sense of 'what is it that's going on here,' a sense that affects and involves what the individual 'can be alive to at the particular moment' (Goffman, 1974, p. 8). Individuals form this sense based on their past experiences, organized in 'active developing patterns' or 'schemas' (Bartlett, 1932). (Berland & Hammer, 2012a, S. 71)

Die so entstehenden Muster oder Schemata ermöglichen es, sich in einer Situation rasch zu orientieren und angemessen zu verhalten. Sie sind gruppenspezifisch und (gruppen-) dynamisch.

[M]embers of communities have shared sets of schemas, such that they often frame situations in corresponding or compatible ways. That is, within a community there are kinds of activities that become familiar, from games to lessons to rituals, and so on. [...] Individuals constantly frame and reframe how they understand what is taking place, [...]. [B]ecause people signal to each other their framing of what is taking place, the dynamics of this process are typically social. (Berland & Hammer, 2012a, S. 71)

Sowohl die Bewertungstheorien (*Appraisal Theories*) als auch das Konzept des *Framings* gehen davon aus, dass die Art und Weise, wie Individuen eine Situation bewerten, Einfluss darauf hat, was sie empfinden und wie sie in der Folge handeln bzw. sich verhalten. In beiden Fällen geht man davon aus, dass die Interpretationsmuster nicht starr, sondern durchaus flexibel sind und sich innerhalb kurzer Zeit ändern können. Das Konzept des *Framings* lässt sich im oben beschriebenen Begriffsgefüge am Übergang zwischen Emotion und Einstellung (*attitude*) ansiedeln. Die Schemata beziehen sich auf eine bestimmte Situation, haben also einen Fokus. Sie entstehen nicht stets aufs Neue, sondern werden in der jeweiligen Situation aktiviert und können sich dennoch infolge neuer Erfahrungen verändern.

3.3.3. Emotionen im Kontext schulischen Lernens

Im Kontext von pädagogisch-fachdidaktischer Forschung sind vor allem jene Emotionen von Interesse, die in Lehr-Lern-Situationen eine Rolle spielen. Skinner et al. (2014, S. 332) beschreiben die Bedeutung der Emotionen in Lehr-Lern-Situationen als „provide[ing] both fuel and guidance for students' behaviors“. Emotionen fördern oder hemmen die Motivation und das Interesse der Lernenden. Sie haben unter anderem Einfluss auf das akademische Selbstkonzept – dem Wissen und der Wahrnehmung einer Person hinsichtlich ihrer eigenen Leistungsfähigkeit im Kontext schulischer Anforderungen – und in der Folge auf das Engagement der Lernenden (Brüll, 2010; Deci & Ryan, 1993; Dickhäuser et al., 2002; Nieswandt, 2007; Taber, 2015, S. 10). Op 't Eynde et al. (2006, S. 194) erläutert das komplexe Zusammenspiel von affektiven und kognitiven Faktoren im schulischen Kontext des Mathematikunterrichts aus der Sicht des Sozialkonstruktivismus folgendermaßen:

Students' learning is perceived as a form of engagement that enables them to actualize their identity through participation in activities situated in a specific context. Their understanding of and behaviour in the mathematics classroom is function of the interplay between who they are (their identity), and the specific classroom context. Who they are, what they value, what matters to them in what way in this situation is revealed to them through their emotions (see Op 't Eynde, 2004). Accordingly, grounded in and

bounded by the specific context and broader socio-historical contexts, affective processes, in close interaction with (meta)cognitive and motivational processes, determine students' learning and problem solving behaviour. (Op 't Eynde et al., 2006, S. 194)

Pekrun und Stephens (2012) bezeichnen die Emotionen, die im Kontext von Lehr-Lern-Situationen aufkommen, als *academic emotions*. Sie weisen darauf hin, dass innerhalb dieser Gruppe „akademischer Emotionen“ weiter differenziert werden muss. Sie unterscheiden neben den häufig untersuchten Leistungsemotionen (*achievement emotions*), auch Themenemotionen (*topic emotions*), epistemische Emotionen (*epistemic emotions*), und soziale Emotionen (*social emotions*), denn

[...] emotions relevant to education extend far beyond the realm of achievement emotions. Emotions related to the contents of learning and teaching, to the process of cognitively generating knowledge, and to social interactions in the classroom are no less important. (Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014a, S. 3)

Leistungsemotionen beziehen sich dabei auf einen tatsächlichen oder zu erwartenden Erfolg oder Misserfolg in Bezug auf die Aufgabenstellung. Themenemotionen betreffen den im Unterricht behandelten Gegenstand, während sich epistemische Emotionen auf das eigene Wissen und den Wissenserwerb beziehen. Pekrun und Linnenbrink-Garcia (2014a, S. 4) beschreiben letztere als „caused by cognitive qualities of task information and of the processing of such information“ und Muis et al. (2015, S. 173) definieren sie „as emotions that arise when the object of their focus is on knowledge and knowing.“ Als typische Beispiele nennen die AutorInnen Überraschung, Neugierde, Freude (z. B. an einem Aha-Erlebnis) aber auch Verwirrung, Angst und Frustration. Soziale Emotionen werden ausgelöst durch die Begegnung und Interaktion mit anderen Menschen, mit SchülerInnen und LehrerInnen. Sie werden in Kapitel 3.4 Peer Interaktion noch ausführlich thematisiert.

Eine Schülerin kann das Arbeiten mit einem Concept Cartoon zum Thema Kunststoffe in der Kleingruppe beispielsweise wie folgt erleben: Aus den Medien weiß sie, dass die Ansammlung von Kunststoffabfällen im Meer ein Problem darstellt. Als ökologisch bewusster Teenager ist sie besorgt (*topic emotion*). Die SchülerInnen in ihrer Gruppe findet sie bis auf eine Ausnahme sympathisch (*social emotion*). Sie geht davon aus, dass sie als Gruppe gegen Ende der Diskussion einen Erklärungsansatz gefunden haben werden (*achievement emotion*). Das Lehr-Lern-Setting sagt ihr zu. Sie diskutiert gern und freut sich, wenn sie Wissen einbringen und Zusammenhänge herstellen kann (*epistemic emotion*).

3.3.4. Motivation und Engagement

Emotionen haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Motivation eines Menschen. Taber (2015, S. 10) definiert Motivation als „drives for being involved“, Hannula (2006, S. 165) „as the inclination to do certain things and avoid doing some others“ und Bryan et al. (2011, S. 1050) „as an internal state that arouses, directs, and sustains goal-oriented behavior“. Als Drang, Neigung, Tendenz oder innerer Zustand sind Motive (ebenso wie Emotionen und Gedanken) nicht oder nur eingeschränkt beobachtbar. Sie zeigen sich jedoch in den Handlungen der Betroffenen. Skinner et al. (2014, S. 336) schreiben dazu: „[G]oals and emotions energize and direct attention and behavior, and it is this amalgam – these actions – that reflect an individual's motivation.“

Die Theorie der Selbstbestimmung (*self-determination theory; SDT*) (Deci et al., 1991; Niemiec & Ryan, 2009; Ryan & Deci, 2000) befasst sich mit den Grundlagen und den unterschiedlichen Arten von Motivation. Sie unterscheidet zwischen intrinsischer und verschiedenen Arten extrinsischer Motivation und basiert unter anderem auf folgenden Prämissen: (1) Menschen sind von Natur aus neugierig und wollen sich entwickeln und dazulernen. (2) Um diese intrinsischen Motivation zu lernen, aufrecht zu erhalten, müssen die Bedürfnisse nach Autonomie, Kompetenzerleben und Zugehörigkeit gewahrt werden. Skinner et al. (2014) beschreiben, wie sich die Erfüllung dieser drei Bedürfnisse im Laufe der Zeit auf das Selbstbild der SchülerInnen auswirkt:

Students' histories of experiences with school, including their interactions with parents, teachers, and peers who support or undermine their needs, cumulatively shape their academic identities, or their personal convictions about whether they truly belong in school (relatedness), have what it takes to succeed (competence), and genuinely endorse the goals and values of schooling (autonomy). (Skinner et al., 2014, S. 334)

Abbildung 6 zeigt schematisch den Einfluss von Gefühlen auf die Motivation und in der Folge auf das (unbewusste) Verhalten und das (bewusste) Handeln eines Menschen. Wie ein Mensch eine spezifische Situation bewertet und erlebt, hängt zum einen vom soziokulturellen Kontext und zum anderen wesentlich davon ab, wie sehr seine psychologischen Grundbedürfnisse nach Autonomie, Kompetenzerleben und Zugehörigkeit erfüllt werden. Die dadurch hervorgerufenen Gefühle und Gedanken beeinflussen einander dabei wechselseitig. Gemeinsam mit den *basic needs* bilden sie die Grundlage für die Ziele, die jemand in einer bestimmten Situation verfolgt. Dabei können diese Ziele durchaus auch in sich widersprüchlich sein.

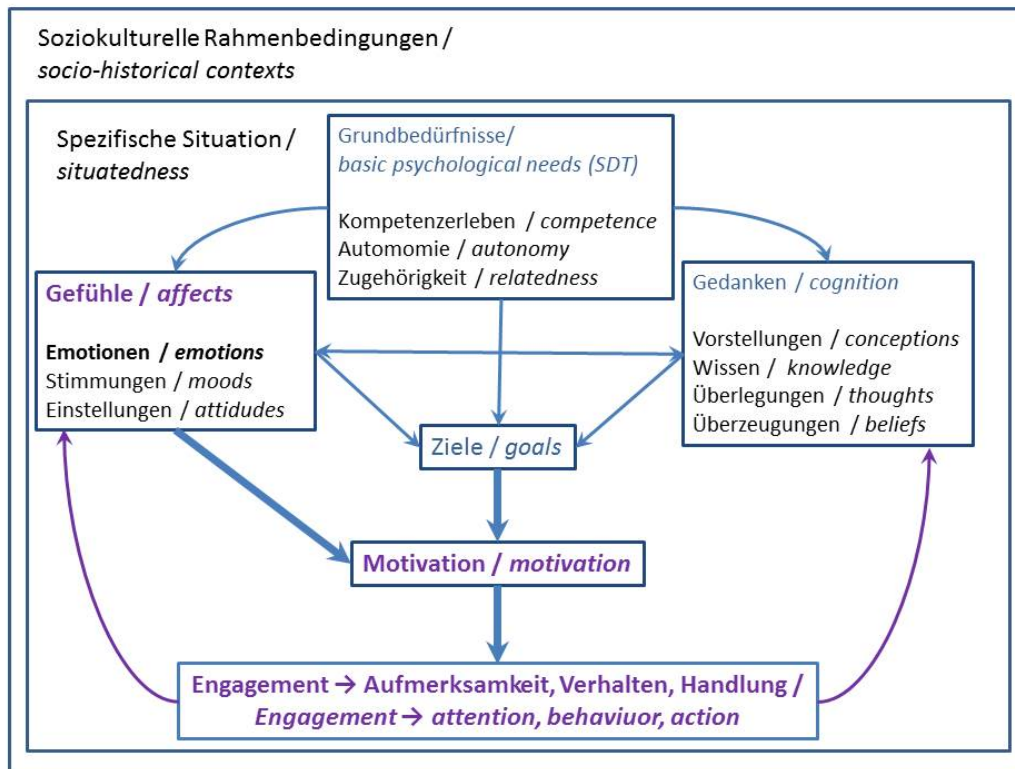


Abbildung 6. Schematische Darstellung des Einflusses von Gefühlen auf die Motivation und in weiterer Folge auf das Engagement.

Motivation, - der Drang, die Neigung oder die Tendenz in einer bestimmten Situation zu handeln - , erwächst aus den Gefühlen, allen voran den situationsspezifischen Emotionen, und den auch kognitiv beeinflussten Zielen. Sie beeinflusst das Engagement eines Menschen, seine Aufmerksamkeit, sein (unbewusstes) Verhalten und seine konkreten (bewussten) Handlungen. Das Kompetenzerleben, das sich aufgrund der gesetzten Handlungen einstellt, hat sowohl affektive als auch kognitive Wurzeln und ist gleichzeitig Ursache neuer Gefühle und Gedanken.

Reeve (2012, S. 151) beschreibt Motivation als eine private, subjektiv erlebte und nicht beobachtbare Angelegenheit, die im öffentlich und objektiv beobachtbaren Engagement zum Ausdruck kommt. Blumenfeld et al. (2006, S. 476) meinen diesbezüglich: "Motivation sets the stage for cognitive engagement." Allerdings weisen Appleton et al. (2008, S. 379) darauf hin: „Motivation is thus necessary, but not sufficient for engagement“.

Im schulischen Kontext bedeutet das: Emotionen beeinflussen gemeinsam mit den Zielen über den Umweg der Motivation, wie sehr sich Lernende engagieren, wie intensiv sie sich auf ein fachliches Thema einlassen und welche Anstrengungen sie unternehmen, um ihre Fähigkeiten und Kenntnisse zu erweitern. Bezüglich der Ziele wird unter anderem zwischen *mastery goals* und *performance goals* unterschieden, also zwischen dem Ziel etwas zu

beherrschen und dem, in den Augen anderer kompetent zu wirken (z. B. Darnon et al., 2007; Pintrich, 2003).

Mastery goals orient the student toward learning and understanding, developing new skills, and a focus on self-improvement using self-referenced standards. In contrast, performance goals represent a concern with demonstrating ability, obtaining recognition of high ability, protecting self-worth, and a focus on comparative standards relative to other students and attempting to best or surpass others. (Pintrich, 2003, S. 676)

Zwischen den leistungsbezogenen Emotionen und Zielen von SchülerInnen (*students' achievement goals and achievement emotions*) besteht ein komplexer Zusammenhang, den u. a. Pekrun et al. (2014) untersuchen.

So kann beispielsweise die Tatsache, dass sich eine Schülerin während der Gruppenarbeit als der Gruppe zugehörig erlebt, dazu führen, dass sie Gefühle wie Vertrauen, Verbindlichkeit und gemeinsame Verantwortung empfindet und die Situation gedanklich insgesamt als positiv einschätzt. Als mögliches Ziel kann sich daraus ergeben, dass sie gemeinsam mit den anderen der Gruppe das Problem lösen oder die Aufgabe in Angriff nehmen möchte, um so auch das Bedürfnis nach Kompetenzerleben zu befriedigen. Die Schülerin ist motiviert, sich konstruktiv einzubringen, schenkt den Gruppenmitgliedern und der Aufgabe/dem Problem Aufmerksamkeit und beteiligt sich aktiv an der Suche nach einer Lösung.

Wenn das Problem oder die Aufgabe jedoch unattraktiv und/oder unlösbar erscheinen, gewinnt eventuell das Streben nach Autonomie die Oberhand und die Schülerin wird ihre Aufmerksamkeit anderen Dingen zuwenden. Um jedoch mit den anderen der Gruppe in Kontakt zu bleiben, wird sie versucht sein, auch deren Aufmerksamkeit umzulenken und entsprechende Handlungen setzen.

3.3.5. Engagement – ein facettenreicher Begriff

Das Interesse am Engagement von Lernenden (*student engagement*) hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Kahu (2013, S. 758) bezeichnet *students engagement* gar als Modewort (*buzzword*). Es gilt heute vielfach als Mittel gegen Entfremdung und vorzeitigen Schulabbruch und als Schlüssel zu akademischem Erfolg. Grund dafür ist, dass Engagement als durch äußere Faktoren beeinflussbar gilt (Fredricks et al., 2004).

Das gesteigerte Interesse an diesem Thema hat zu einer Vielzahl unterschiedlicher Konzeptionalisierungen (*myriad conceptualizations*) (Appleton et al., 2008, S. 369ff) und einer zunehmenden Unklarheit des Konzepts (*growing murkiness of the concept*) (Dunleavy & Milton, 2009, S. 9) geführt. Ähnlich wie der Begriff „Emotion“, ist auch der Begriff „Engagement“ vielschichtig, komplex und multidimensional (Appleton et al., 2008; Dunleavy & Milton, 2009; Fredricks et al., 2004; Kahu, 2013; Reeve, 2012).

Reeve (2012, S. 150) bezeichnet mit Rückgriff auf Wellborn (1991) Engagement allgemein als „the extent of a student's active involvement in a learning activity“. Dieses Engagement kann jedoch sehr unterschiedlicher Natur sein. Häufig differenzieren PsychologInnen und BildungswissenschaftlerInnen zwischen verhaltensbezogenem (*behavioural*), emotionalem (affektivem) und kognitivem Engagement (z. B. Appleton et al., 2008; Linnenbrink & Pintrich, 2003). Fredricks et al. (2004) erklären, weshalb es sinnvoll ist, diese unterschiedlichen Konstrukte in einer Art Meta-Konstrukt zusammenzufassen.

Defining and examining the components of engagement individually separates students' behavior, emotion, and cognition. In reality these factors are dynamically interrelated within the individual; they are not isolated processes. (Fredricks et al., 2004, S. 61)

Appleton et al. (2008) und Dunleavy und Milton (2009) unterscheiden darüber hinaus zwischen *cognitive* bzw. *intellectual* und *academic engagement*. Kognitives bzw. intellektuelles Engagement zeigt eine Schülerin, die sich intensiv mit einer Fragestellung, einem Thema auseinandersetzt, mit dem Ziel, neue Erkenntnisse zu erlangen. Akademisches Engagement zeigt ein Schüler, der versucht, die Anforderungen der Institution Schule zu erfüllen. Berland und Hammer (2012b, S. 87) nennen diese Art der Beteiligung am Unterrichtsgeschehen "the classroom game", Jiménez-Aleixandre et al. (2000) mit Rückgriff auf Bloome et al. (1989) "doing the lesson" oder „procedural display“. Im Gegensatz dazu beschreiben letztere „doing science“ als „scientific reasoning and meaningful participation“ (S. 759). Akademisches Engagement ist ähnlich wie verhaltensbezogenes (*behavioural*) Engagement einer Beobachtung zugänglich, während sich kognitives Engagement und emotionales (oder affektives) Engagement der Beobachtung weitgehend entziehen (Appleton et al., 2008).

Sowohl die Vielschichtigkeit des Konstrukts als auch die Schwierigkeiten, bestimmte Komponenten zu erheben, führen dazu, dass sich Engagement nur bedingt quantitativ erfassen lässt (Dunleavy & Milton, 2009; Fredricks et al., 2004; Kahu, 2013).

3.3.6. Situationsgebundenheit von Engagement

Ähnlich wie für Emotionen gilt auch für Engagement, dass es aus dem Zusammenspiel von Kontext und Individuum entsteht und damit grundsätzlich situationsbedingt ist, und zwar sowohl auf Mikro- als auch auf Makroebene. Kahu (2013) stellt ein Modell (*conceptual framework*) vor, in dem sie die vielfältigen Einflussfaktoren auf und Wechselwirkungen zwischen den Elementen von Engagement sowie seine Ursachen und Folgen in einem weit gefassten Kontext aufzeigt (vgl. Abbildung 7). Engagement von Lernenden (in ihrem Fall von Studierenden) bezeichnet sie darin „as a psycho-social process, influenced by institutional and personal factors, and embedded within a wider social context“ (Kahu, 2013, S. 768).

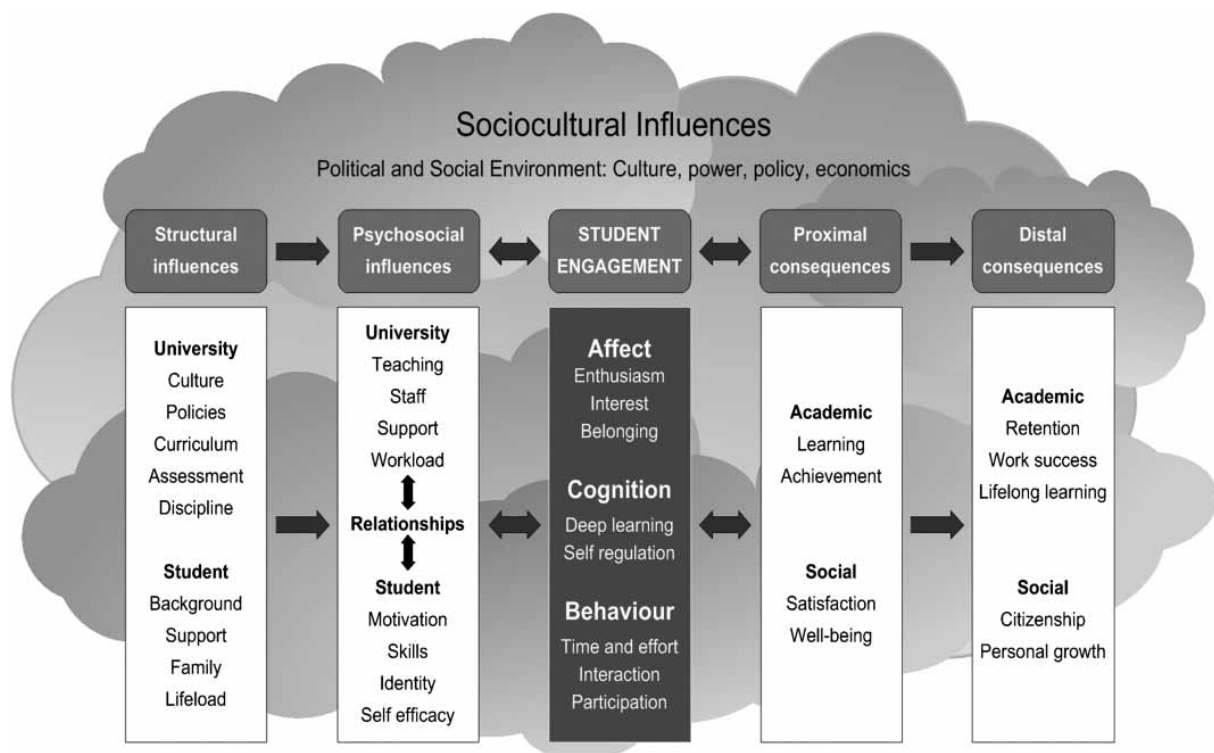


Abbildung 7. Ursachen und Folgen vom Engagement Studierender sowie ihre Wechselwirkungen (Kahu, 2013, S. 766).

Die Stärken dieses Modells liegen darin, zu verdeutlichen, dass es zahlreiche Ansatzpunkte gibt, wie man versuchen kann, das Engagement der Studierenden (und SchülerInnen) zu erhöhen, und dass die Verantwortung bei allen Beteiligten liegt: bei den Lernenden und den Lehrenden, bei den Bildungseinrichtungen und den politischen EntscheidungsträgerInnen.

Dunleavy und Milton (2009, S. 13f) fassen den Rahmen enger: Sie sprechen von unterrichtlichen Praktiken (*classroom practices*), die entscheidenden Einfluss darauf haben, wie sehr sich SchülerInnen intellektuell engagieren. Dabei betonen sie, dass mit *classroom practice* nicht das Handeln einzelner LehrerInnen gemeint ist, sondern vielmehr

a collection of patterned activities in a school (Elmore, 1999) that emerge from choices about instruction, theories of learning, thinking about curriculum, the way time and physical learning environments are organized, ideas about the nature of knowledge, how students are grouped for learning and so on. (Dunleavy & Milton, 2009, S. 14)

Auch Blumenfeld et al. (2006, S. 476) nennen „classroom contexts and instructional practices“, also die Gegebenheiten in der Klasse und die Art der Unterrichtsgestaltung, als wichtige Faktoren, die die Bereitschaft der SchülerInnen, sich kognitiv einzulassen, beeinflussen.

Aufgrund der Tatsache, dass beim Lernen in Kleingruppen soziale Interaktionen von zentraler Bedeutung sind, führen Linnenbrink-Garcia et al. (2011) den Begriff des *social-behavioral engagement* als weitere Komponente von Engagement ein. Sie bezeichnen damit

„social forms of engagement around academic tasks“ (Linnenbrink-Garcia et al., 2011, S. 13). Auf diese spezielle Form des sozialen Engagements wird im Abschnitt 3.4 näher eingegangen.

3.3.7. Kognitive Aktivierung und Kompetenzerleben

Schule ist ein Ort, an dem gelernt werden soll. Deshalb ist es wichtig, dass die Lernumgebung die SchülerInnen dazu anregt, sich kognitiv zu engagieren und ihnen gleichzeitig ermöglicht, sich als kompetent zu erleben.

Kognitive Aktivierung gilt nach Klieme und Rakoczy (2008) als eine der drei Grunddimensionen von Unterrichtsqualität. Als Kennzeichen eines kognitiv aktivierenden Unterrichts nennen Pauli et al. (2008, S. 129) „Auseinandersetzung mit anspruchsvollen Aufgaben, Klassengespräche mit substanzieller Schülerbeteiligung [und] inhaltliche Kohärenz und Transparenz des Unterrichts“. Sie betonen dabei, dass die ersten beiden Kriterien nicht an sich, sondern vor allem in Kombination mit dem letztgenannten Punkt besonders lernförderlich zu sein scheinen. Lipowsky (2015, S. 91) nennt als eine Möglichkeit, Lernende kognitiv zu aktivieren, die Konfrontation mit divergierenden Aussagen und typischen fachlich unangemessenen Vorstellungen von Lernenden, - Kriterien, die Concept Cartoons erfüllen. Er weist in diesem Zusammenhang auf die besondere Rolle des fachlichen Niveaus „der didaktischen Kommunikation und der Unterrichtsgespräche“ (Lipowsky, 2015, S. 90) hin.

Kleickmann (2012, S. 8) thematisiert das Spannungsfeld zwischen kognitiver Aktivierung und inhaltlicher Strukturierung. Durch ein zu hohes Maß an inhaltlicher Strukturierung kann eine Aufgabe ihren herausfordernden, aktivierenden Charakter vollständig verlieren. Er weist überdies darauf hin, dass eine Aufgabe nicht kognitiv aktivierend „ist“, sondern nur „Potential zur kognitiven Aktivierung“ haben kann.

Ob Kinder ein bestimmtes Lernangebot produktiv zum Lernen nutzen können, hängt nicht nur von der Lerngelegenheit selbst ab, sondern maßgeblich auch von den individuellen Lernvoraussetzungen der Kinder. (Kleickmann, 2012, S. 5)

Deshalb fordern Leuders und Holzäpfel (2011) bei der Definition von kognitiver Aktivierung, nicht nur die Lernziele, sondern auch die Lernvoraussetzung der Lernenden zu beachten (Leuders & Holzäpfel, 2011, S. 216).

Um möglichst viele SchülerInnen kognitiv zu aktivieren und ihnen zu Erfolgserlebnissen zu verhelfen, muss die Aufgabenstellung den Kenntnissen und Fähigkeiten der jeweiligen SchülerInnen und der aktuellen Situation angemessen sein. Ist die Aufgabe zu

anspruchsvoll, so erzeugt sie bei Lernenden Stress und Angst, ist sie zu einfach, so erzeugt sie Langeweile. Langeweile, so Skinner et al. (2014), ist vielfach die Ursache dafür, dass SchülerInnen nur halbherzig versuchen eine Aufgabe zu lösen oder vorzeitig (Kumpulainen & Renshaw, 2007) aufgeben. Nur wenn das Anforderungsniveau den Fähigkeiten angemessen ist, können SchülerInnen die Aufgabe als Herausforderung erleben, sich darauf einlassen und sich im Tun als kompetent erleben – wie bereits erwähnt, nach Deci und Ryan, eine Voraussetzung für anhaltende Motivation. Nach der Flow-Theorie von Csikszentmihalyi stellt sich dann in günstigen Fällen ein beglückender Zustand völliger Vertiefung ein, den er *Flow* nennt (Csikszentmihalyi & Schiefele, 1993).

Oft zeigt sich jedoch beim Ermöglichen von Kompetenzerleben ein als Matthäus-Effekt bezeichnetes Phänomen: SchülerInnen, die mit den schulischen Anforderungen gut zurechtkommen, erleben sich als kompetent. Das führt dazu, dass ihre Motivation erhalten bleibt oder sogar zunimmt. In der Folge zeigen sie eine Bereitschaft, sich auf die nächste Aufgabe einzulassen, in Erwartung, auch diese lösen zu können. Ihr Engagement führt zum nächsten Erfolgserlebnis (Blumenfeld et al., 2006, S. 477; Skinner et al., 2014, S. 339), oder wie Kahu (2013, S. 767) es ausdrückt: „[E]ngagement breeds engagement.“

Umgekehrt führen Misserfolgserlebnisse zu verminderter Motivation und in der Folge zu geringem Engagement und schwachen Leistungen. Op ’t Eynde et al. (2006, S. 203) berichten in ihrer Studie zur Problemlösekompetenz im Mathematikunterricht, dass die so gefestigte Selbstwirksamkeitserwartung sich bereits in der Begegnungsphase mit einer Aufgabe auswirkt. SchülerInnen, die sich für fachlich kompetent halten, gehen zuversichtlich an das Problem heran, jene mit einem geringen Vertrauen in die eigenen fachlichen Kompetenzen hingegen beginnen bereits beim ersten Anblick der Aufgaben an sich zu zweifeln. Diese Selbstwirksamkeitserwartung (*self efficacy*) beeinflusst die Herangehensweise und das Engagement der SchülerInnen. Anders als das akademische oder fachspezifische Selbstkonzept bezieht sich die Selbstwirksamkeitserwartung auf eine konkrete zukünftige Aufgabe. (Brüll, 2010; Linnenbrink & Pintrich, 2003; Nieswandt, 2007)

Skinner et al. (2014) führen das unterschiedliche Verhalten der SchülerInnen darüber hinaus auf deren unterschiedliche motivationale Belastbarkeit (*motivational resilience*) zurück.

3.3.8. Motivationale Belastbarkeit

Eine Aufgabe, die potentiell kognitiv aktivierend wirkt, an der SchülerInnen wachsen können, und in die es sich zu vertiefen lohnt, ist von Natur aus anspruchsvoll und damit fordernd. Ob sie von einzelnen SchülerInnen in der Folge als Herausforderung oder als Überforderung erlebt wird, hängt nicht nur von deren kognitiven Fähigkeiten ab, sondern auch von ihrer

motivationalen Belastbarkeit. Gemeint ist damit, wie intensiv und ausdauernd sie sich einer Aufgabe widmen und wie sie damit umgehen, wenn sie auf Hindernisse stoßen, eine Aufgabe nicht auf Anhieb lösen können und Rückschläge erleiden.

[M]otivational resilience, at its core, entails constructive energy focused on the hard work of learning: effort, enthusiasm, interest, and commitment, sustained on a daily basis and robust even in the face of obstacles and setbacks. As a result, the process of motivational resilience includes the quality and intensity of students' ongoing engagement as well as what happens to their engagement when they run into trouble: how they react and cope, and how they can maintain or recover their forward momentum so they can re-engage with challenging academic tasks. (Skinner et al., 2014, S. 331)

Während emotional wenig belastbare SchülerInnen dazu neigen, rasch aufzugeben, wenn sie auf Hindernisse stoßen, engagieren sich emotional belastbare SchülerInnen nachhaltig und erholen sich rasch von Rückschlägen. Op 't Eynde et al. (2006, S. 202) stellen in ihrer Studie fest, dass das Erleben der Unzulänglichkeit der eigenen Lösungsstrategie ein gleichermaßen emotionaler wie (meta)kognitiver Prozess ist, und beschreiben auch, wie unterschiedlich SchülerInnen damit umgehen, wenn sie (vorübergehend) nicht mehr weiter wissen.

The overall results of the study indicate that negative emotions usually were experienced at moments that students were not able to solve the problem as fluently as they expected. Experiencing the inadequacy of the cognitive strategies used is apparently as much an emotional as a (meta)cognitive process. However, the nature and intensity of the emotion experienced, when confronted with a comparable cognitive block, significantly differed between students. Confronted with a difficulty in an early stage of the problem-solving process, one of the students became hopeless and immediately quit. Another student, who also got stuck at the same point, became a bit annoyed, but experienced this as a challenge, and tried to circumvent it. (Op 't Eynde et al., 2006, S. 202)

Skinner et al. (2014) sehen es als wichtige Aufgabe der Lehrperson, die SchülerInnen bei der Entwicklung ihrer motivationalen Belastbarkeit zu unterstützen. Sie beziehen sich in ihrer Arbeit dabei auf die oben beschriebene Selbstbestimmungstheorie (*self-determination theory*; *SDT*). LehrerInnen sind durch ihre Unterrichtsgestaltung maßgeblich dafür verantwortlich, dass SchülerInnen sich als kompetent, autonom und zugehörig erleben können. Indem sie die Lernumgebung angemessen strukturieren, ihre SchülerInnen in deren Autonomie unterstützen und ihnen herzlich und wertschätzend begegnen, fördern sie die Motivation der SchülerInnen und schaffen damit die Grundlage für die Entwicklung motivationaler Belastbarkeit. Von großer Wichtigkeit ist dabei die Aufgabenstellung.

While teachers can support or hinder students' motivation, engagement itself is a function of students' interactions with the actual academic tasks they encounter in the classroom. Hence, one of the most important avenues through which teachers can support motivational resilience is by providing students with authentic academic

work - that is, with challenging, meaningful, hands-on, project-based, social, real-world activities that naturally capitalize on students' inherent motivation to learn. (Skinner et al., 2014, S. 341)

Ähnlich nennen auch Blumenfeld et al. (2006, S. 476) Nutzen (*value*) neben Autonomie, Kompetenzerleben und Zugehörigkeit als vierte, zusätzliche, für anhaltende Motivation entscheidende Kategorie: Inhalt und Aufgabenstellung müssen den SchülerInnen bedeutsam erscheinen. Oder anders und mit den Worten von Taber (2015, S. 7) ausgedrückt: „The learner has to feel the activity is worthwhile: there is limited satisfaction in being able to do a difficult task well if it seems pointless.“

Folglich kann die Arbeit mit Concept Cartoons dazu beitragen, die motivationale Belastbarkeit der SchülerInnen zu fördern, wenn die Beantwortung der dem Concept Cartoon zugrundeliegenden Frage für die SchülerInnen (a) zwar anspruchsvoll aber (zumindest mit Unterstützung) möglich und (b) von Interesse und lebenspraktischen Nutzen ist.

3.3.9. Unsicherheit, Mehrdeutigkeit und Verwirrung

Anspruchsvolle Aufgaben, die SchülerInnen bedeutsam erscheinen und zu nachhaltigem Lernen führen können, zeichnen sich in der Regel durch ein gewisses Maß an Komplexität aus. Die Komplexität der Aufgabenstellung bewirkt, dass SchülerInnen zwischenzeitlich unsicher und/oder verwirrt sein können. Die Aufgabenstellung sollte dabei aber nicht so fremdartig sein, dass die Unsicherheit zu groß wird (Cohen, 1994, S. 6).

Wie die Lernenden mit dieser Unsicherheit, Mehrdeutigkeit und Verwirrung umgehen, hängt unter anderem von ihrer motivationalen Belastbarkeit, von ihren persönlichen Vorstellungen von Lernen, vom Klima in der Klasse und der Lernatmosphäre ab.

Gewissheit und damit Sicherheit in einer bestimmten Frage zu erlangen, ist das Ziel sowohl von Forschungsvorhaben als auch von Lernprozessen. Unsicherheit ist in beiden Fällen die Ausgangsbasis. WissenschaftlerInnen versuchen, noch ungeklärte Phänomene zu identifizieren und zu erforschen, um so Unsicherheit zu überwinden oder zumindest zu reduzieren und Gewissheit zu erlangen. LehrerInnen und SchülerInnen hingegen sind oft bestrebt, keine Unsicherheit aufkommen zu lassen, sie zu verstecken oder sie so schnell wie möglich aus dem Weg zu räumen. Als kompetent gilt, wer Gewissheit hat und sicher auftritt. Auf diese Weise bleiben jedoch wertvolle Lernchancen ungenützt. Gleichzeitig entsteht bei den SchülerInnen ein falsches Bild von den Naturwissenschaften als Ansammlung von abgesicherten und damit ewig gültigen Fakten.

Kirch (2012); Kirch und Siry (2012) plädieren dafür, der Unsicherheit (*uncertainty*) bei der Unterrichtsgestaltung mehr Raum zu geben, sie nicht zu unterdrücken, sondern konstruktiv

zu nützen. Sie zeigen in ihrer Studie, dass SchülerInnen, die Formulierungen wie „vielleicht“, „möglicherweise“ oder den Konjunktiv verwenden, sich damit nicht automatisch von ihren Äußerungen distanzieren, sondern häufig mehrere Möglichkeiten in Betracht ziehen, Alternativen abwägen und Vorschläge anderer hinterfragen. Sie laden damit ein, gemeinsam Erklärungen zu suchen und Bedeutungen auszuhandeln. Die so geäußerten Erklärungsansätze sollten von der Lehrperson willkommen geheißen werden und können als Ausgangsbasis für weitere Überlegungen und Untersuchungen dienen (Kirch & Siry, 2012). So kann auch ein realistischeres Bild der Natur der Naturwissenschaften erarbeitet werden.

If teachers can emphasize the uncertainty and the essential function uncertainty plays in science, then perhaps students can get used to the idea that the body of knowledge that exists at any moment in time for a scientific thinker is unfinished and never absolutely certain, but has shades of certainty that make it more or less reliable. (Kirch & Siry, 2012, S. 279)

Um Unsicherheit als Ausgangspunkt und wesentlichen Teil von Lernprozessen willkommen heißen zu können, brauchen SchülerInnen Selbstvertrauen, Neugierde und eine sichere Lernumgebung. Ihre Emotionen haben Einfluss darauf, ob sie versuchen, Gewissheit zu erlangen und einer Frage auf den Grund zu gehen oder ob sie abwarten, ausweichen und sich mit oberflächlichen Erklärungen zufrieden geben, die sie selbst nicht nachvollziehen können.

Eine mögliche Ursache für Unsicherheit ist Mehrdeutigkeit (*ambiguity*). Mehrdeutigkeit entsteht, wenn eine Situation oder Aussage aufgrund unzureichender Spezifikation unterschiedliche Interpretationen zulässt. Im Mathematikunterricht, so Foster (2011), gilt Mehrdeutigkeit häufig als verpönt und wird mit Fehlvorstellungen und Missverständnissen in einen Topf geworfen. Foster (2011) beschreibt jedoch, wie Ambiguität für das Lernen von Mathematik produktiv genutzt werden kann. Er zeigt anhand einer Fallstudie, wie Mehrdeutigkeit dazu führen kann, dass Kinder sich intensiver mit einer Aufgabenstellung auseinandersetzen und so tiefer in die mathematische Art des Denkens eintauchen. Die Ambiguität bewirkt dabei jene Instabilität und Erschütterung im bestehenden Gedankengebäude, die es erlaubt, dass neues Wissen entsteht. Den zeitlichen Mehraufwand rechtfertigt Foster (2011, S. 4) wie folgt:

Sometimes an ambiguity can be quickly resolved by providing additional information but, where the ambiguity is potentially productive, the dilemma, the tension and the contrast is lost and the energy is dissipated. When an ambiguity is destroyed carelessly, students may end up knowing more, in a narrow sense, but nonetheless are somehow poorer for it, since the opportunity to negotiate meaning has been snatched away. (Foster, 2011, S. 4)

Die Qualität der gedanklichen Auseinandersetzung und nicht das rasche Erreichen einer korrekten Lösung stehen dabei im Vordergrund.

Ähnlich wie Foster (2011) Mehrdeutigkeit als potentiell produktiv beschreibt, beschreiben D'Mello et al. (2014) auch Verwirrung (*confusion*) als potentiell lernförderlich. Verwirrung tritt ein, wenn neue Informationen im Widerspruch zu vorhandenen Vorstellungen stehen, dieser Widerspruch nicht gelöst wird und folglich die neuen Informationen nicht integriert werden können. Lernförderlich ist Verwirrung dann, wenn sowohl diese Diskrepanz als auch die Zeitdauer bis zu ihrer Überwindung innerhalb bestimmter Intervalle liegen. D'Mello et al. (2014, S. 166) nennen dieses Fenster „a zone of optimal confusion“. Ist die Diskrepanz zu klein, wird sie ignoriert, ist sie zu groß, so erscheint sie unüberwindbar. Hält der Zustand der Verwirrung zu lange an, so führt er schließlich zu Frustration. Produktive Verwirrung hingegen führt zu erhöhter Aufmerksamkeit und signalisiert die Notwendigkeit, sich mit einer Fragestellung intensiv auseinanderzusetzen. Die Überwindung des anfänglichen Widerspruchs geht Hand in Hand mit der Erweiterung des eigenen Wissens.

Auch in der Theorie der konstruktiven Kontroverse von Johnson und Johnson (2009) geht es darum, bei den Lernenden zunächst Unsicherheit zu erzeugen. Wenn SchülerInnen in diesem Setting ihre ersten Überlegungen und Erklärungsansätze bezüglich einer Aufgabe oder eines Problems präsentieren und dabei nicht auf Zustimmung stoßen, sondern ihrerseits mit anderen Lösungsvorschlägen ihrer MitschülerInnen konfrontiert werden, so geraten sie in einen intellektuellen Konflikt (vgl. Abschnitt 3.2.1, S. 26). Diese Unsicherheit veranlasst die Lernenden, sich intensiver mit der Materie auseinanderzusetzen.

Uncertainty, conceptual conflict, or disequilibrium tends to motivate epistemic curiosity. The result is an active search for (a) more information and new experiences (increased specific content) and (b) a more adequate cognitive perspective and reasoning process (increased validity) in the hope of resolving the uncertainty. (Johnson & Johnson, 2009, S. 41)

Der Einsatz von Concept Cartoons eignet sich, um Lerngelegenheiten zu schaffen, in denen vorübergehend Unsicherheit und Verwirrung erzeugt und willkommengeheißt werden kann. Mitunter sind auch die Texte in den Sprechblasen mehrdeutig, - dann nämlich, wenn Begriffe in der Alltags- und der Fachsprache unterschiedliche Bedeutungen haben.

Die Parallelen zu Piagets Theorie der Adaption zur Überwindung eines kognitiven Ungleichgewichts und zu konstruktivistischen Lerntheorien des kognitiven Konflikts und des Konzeptwechsels sind sowohl bei D'Mello et al. (2014) als auch bei Johnson und Johnson (2009) deutlich erkennbar. D'Mello et al. (2014) kritisieren jedoch an beiden die einseitige Konzentration auf kognitive Prozesse und die Vernachlässigung der sozialen Dimension von Lernprozessen.

[M]ost interventions have primarily focused on learners' cognitive processes, while ignoring individual differences in motivation orientations, prior knowledge, learning styles, values and attitudes about learning, epistemological beliefs, and reasoning abilities. The role of social interactions and peer collaboration has also received less attention, which is unfortunate because classroom learning is inherently a social phenomenon. Simply put, the one-size-fits-all strategy that one is forced to adopt in the classroom makes it extremely difficult to develop an intervention that is likely to induce meaningful conflict in a majority of the learners. (D'Mello et al., 2014, S. 167)

Die AutorInnen weisen darauf hin, dass Verwirrungsinterventionen (*confusion interventions*) nicht für alle LernerInnen gleichermaßen geeignet sind. Am meisten profitieren abenteuerlustige (*adventurous*) SchülerInnen davon, die herausgefordert werden wollen, die bereit sind, das Risiko des Scheiterns einzugehen und die mit negativen Emotionen umgehen können. Diese SchülerInnen verstehen, dass Fehlschläge unvermeidlich sind, wenn es darum geht, sich weiterzuentwickeln (D'Mello et al., 2014, S. 168).

Johnson und Johnson (2009) betonen in ihrer Arbeit, dass die von ihnen angestrebte konstruktive Kontroverse nur zustande kommen kann, wenn die daran Beteiligten die Regeln der qualifizierten Meinungsverschiedenheiten (*skilled disagreement*) einhalten. Allen voran ist es wichtig, dass sie in der Lage sind, auf der Sachebene uneins zu sein, ohne die Kompetenz des anderen dabei in Frage zu stellen. Dann, so Johnson und Johnson (2009), kann sich ein Gefühl von Geborgenheit, Freude und Hilfsbereitschaft einstellen.

Die von D'Mello et al. (2014) und Johnson und Johnson (2009) angesprochene soziale Dimension und die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe sind Thema des folgenden Abschnitts der Arbeit.

3.4. Peer-Interaktion in der Kleingruppe

Lernen ist ein sozialer Prozess. Wie in Abschnitt 3.1 bereits beschrieben, ist die Interaktion mit anderen für das Lernen von zentraler Bedeutung. Verbale Kommunikation spielt dabei eine wichtige Rolle, insbesondere diskursive Praktiken, wie in Abschnitt 3.2 dargelegt. Ebenfalls bereits erwähnt wurde in Abschnitt 3.3, dass soziale Emotionen und das Gefühl der Zugehörigkeit (*relatedness*) Lehr-Lern-Situationen maßgeblich beeinflussen können. Lag das Augenmerk im Abschnitt 3.1 auf der Bedeutung des Sprechens für das Denken und in Abschnitt 3.3 auf der generellen Bedeutung von Emotionen und Engagement für das Lernen, so widmet sich der folgende Teil der Interaktion der SchülerInnen innerhalb der Gruppe und ihrem Einfluss auf den Verlauf der Gruppendiskussionen.

3.4.1. Grundbegriffe kooperativen und kollaborativen Lernens in Gruppen

Cohen (1994), eine der VorreiterInnen auf dem Gebiet des kooperativen Lernens, definiert kooperatives Lernen „as students working together in a group small enough that everyone can participate on a collective task that has been clearly assigned“ (Cohen, 1994, S. 3). Der Arbeitsauftrag muss dabei zum einen die Kooperation der SchülerInnen erfordern und zum anderen ohne substantielle Hilfe der Lehrperson zu bewerkstelligen sein. Heute wird mitunter zwischen kooperativem und kollaborativem Lernen unterschieden. Teilen die SchülerInnen die Arbeit unter sich auf, arbeiten sie über weite Strecken individuell an ihrer Teilaufgabe und tragen sie am Schluss die einzelnen Ergebnisse zusammen, um das gemeinsame Ziel zu erreichen, so spricht man von kooperativem Lernen. Bei kollaborativem Lernen hingegen arbeiten die SchülerInnen kontinuierlich gemeinsam an der ihnen gestellten Aufgabe. Die unmittelbare Interaktion der Lernenden steht dabei im Vordergrund. Sie hat den Aufbau eines gemeinsamen Verstehens und Wissens (*construction of shared understanding* bzw. *co-construction of knowledge*) zum Ziel (Arvaja & Häkkinen, 2010, S. 685). Häufig werden die beiden Begriffe jedoch synonym verwendet, so auch in der vorliegenden Arbeit.

Prozess und Ergebnis der Kooperation hängen entscheidend vom Arbeitsauftrag ab. Der Auftrag muss so gestaltet sein, dass keine der SchülerInnen über die Ressourcen verfügt, um ihn auch alleine erfüllen zu können.

A group task is a task that requires resources (information, knowledge, heuristic problem-solving strategies, materials, and skills) that no single individual possesses so that no single individual is likely to solve the problem or accomplish the task objectives without at least some input from others. (Cohen, 1994, S. 8)

Das heißt, der Arbeitsauftrag muss kognitiv anspruchsvoll sein. Besonders geeignet sind offene (*ill-structured*) Aufgaben, die unterschiedliche Herangehensweisen und Lösungsansätze erlauben.

Kooperatives/kollaboratives Lernen gilt als Möglichkeit, sowohl die kognitiven als auch die sozialen Kompetenzen der Lernenden zu fördern und dabei ihrer Heterogenität Rechnung zu tragen (Cohen, 1994; Dunleavy & Milton, 2009; Haug, 2013; Johnson & Johnson, 2008; Slavin, 2010). Es unterstützt beim Aufbau konzeptionellen Wissens und der Fähigkeit, anspruchsvolle Aufgaben zu lösen und komplexe Zusammenhänge zu begreifen (*higher order thinking*) (Barron, 2003, S. 307; Hogan et al., 1999, S. 425). Auch die Kompetenz, fachlich und folgerichtig zu argumentieren, wird dadurch gefördert (Gillies, 2015; McDonald & Kelly, 2012). Auf dem Gebiet der sozialen Kompetenzen kann Kooperatives Lernen zu mehr Toleranz, zur Entwicklung von Verantwortungsbereitschaft und zu gesteigerter Teamfähigkeit führen. Barron (2003) plädiert in diesem Zusammenhang für einen Perspektivenwechsel, und betont “the need to shift from a purely instrumental view of collaboration as a tool for

learning to a view that foregrounds learning to collaborate on intellectually challenging activities as a fundamental human competence" (Barron, 2003, S. 354).

3.4.2. Theoretische Perspektiven auf kooperatives Lernen

Den theoretischen Perspektiven auf kooperatives Lernen liegen unterschiedliche psychologische und pädagogische Theorien zugrunde. Dabei lassen sich zwei Hauptrichtungen unterscheiden: kognitive und motivationale Perspektiven (Blum-Kulka & Dvir-Gvirsman, 2010; Haug, 2013; Naujok et al., 2008).

Die kognitiven Perspektiven beziehen sich in erster Linie auf die bereits erwähnten Arbeiten von Piaget und Vygotskij und ihren Theorien des kognitiven Konflikts bzw. der Zone der nächsten Entwicklung. Die kooperative Bearbeitung des kognitiven Konflikts bzw. der dialogische Prozess innerhalb der Gruppe führen zum Lernerfolg.

Zu den motivationalen Perspektiven zählen die Perspektive der sozialen Kohäsion und die der Gruppenanreize. Ersterer zufolge zeigen SchülerInnen beim kooperativen Lernen vor allem deshalb einen gesteigerten Einsatz, weil sie sich als der Gruppe zugehörig erleben wollen und weil sie die Wertschätzung der anderen Gruppenmitglieder suchen (Blumenfeld et al., 2006, S. 482; Ryan & Deci, 2000, S. 64; Van Oers & Hännikäinen, 2001, S. 105). Ganz anders gelagert sieht Slavin (1983) die Motivation beim kooperativen Lernen. In seiner zu Beginn der 80-iger Jahre durchgeführten Metastudie kommt er zu dem Schluss, dass Gruppen in erster Linie dann produktiv zusammenarbeiten, wenn sie als Gruppe und auf Basis der durchschnittlichen individuellen Leistung aller Gruppenmitglieder belohnt werden. Auf diese Weise entsteht bei jedem der Gruppenmitglieder ein Interesse daran, dass sich auch alle anderen Gruppenmitglieder an der Lösung der Aufgabe konstruktiv beteiligen und substanziell dazulernen. Auch in späteren Arbeiten betont Slavin (2010) die Bedeutung des Gruppenanreizes und der Belohnung (*group reward or incentives*), berücksichtigt jedoch auch die übrigen genannten Aspekte.

Ähnlich wie Slavin sehen auch Johnson und Johnson (2008) in der wechselseitigen sozialen Abhängigkeit (*social interdependence*) die Ursache für positive Effekte kooperativen Lernens. Sie führen diese in der Theorie der wechselseitigen sozialen Abhängigkeit (*social interdependence theory*) genauer aus:

Social interdependence is created when goals are structured so that the accomplishment of a person's goal is affected by others' actions. The interdependence may be positive (which results in individuals working cooperatively to achieve their mutual goals) or negative (which results in individuals competing to see who will achieve the goal). [...] The fundamental premise of social interdependence theory is that the way in which goals are structured determines how individuals interact, and those interaction patterns create outcomes. (Johnson & Johnson, 2008, S. 32)

Der gemeinsame Arbeitsauftrag bedeutet, dass die SchülerInnen aufeinander angewiesen sind und erzeugt so eine wechselseitige soziale Abhängigkeit. Es ist die Aufgabe der Lehrperson, so Johnson und Johnson (2008, S. 19), den Arbeitsauftrag und die Lernumgebung so zu gestalten, dass es zu einer positiven wechselseitigen Abhängigkeit kommt, in der SchülerInnen konstruktiv zusammenarbeiten. Sie verweisen dabei auf eine Vielzahl von Studien, in denen seit den 1950er Jahren der Einfluss von Kooperation und Wettbewerb auf die zu erbringende Leistung untersucht wurde. Diese haben mehrheitlich gezeigt, dass Kooperation in der Regel zu besseren Leistungen führt als Wettbewerb. Den positiven Effekt kooperativen Lernens erklären die Autoren durch den Zusammenhalt unter den Lernenden und deren Bereitschaft, sich in der Gruppe mehr anzustrengen, als wenn sie alleine arbeiten. Die daraus resultierende Interaktion zwischen den Lernenden führt dazu, dass sie einander wechselseitig unterstützen, durch Nachfragen, Argumentieren und Diskutieren im Team fundierte Entscheidungen treffen können und zur Lösung anspruchsvoller Aufgaben in der Lage sind (Johnson & Johnson, 2008). Die Autoren sprechen damit sowohl motivationale also auch kognitive Aspekte an.

3.4.3. Die Mehrdimensionalität vom Lernen in Gruppen - *The dual- or triple-problem-solving space*

Lernen ist, wie bereits erwähnt, ein sozialer Prozess. Beim Lernen in Gruppen ist dieser Prozess besonders vielschichtig und hochgradig komplex. Das erklärt zum einen, warum durch kooperative Lernformen sehr unterschiedliche Kompetenzen gefördert werden können, und zum anderen, warum es mehrere Perspektiven darauf gibt (vgl. 3.4.2, S. 52). Zentral für das Lernen in Gruppen ist neben der fachinhaltlich-kognitiven Dimension die soziale Dimension. Die Art und Weise, wie sich die einzelnen Gruppenmitglieder einbringen, entscheidet maßgeblich über den Lernerfolg, oder wie Kelly (2014) es formuliert: „[L]earning opportunities are supported or constrained by how participants make choices about how to communicate, interact, attend, and contribute to group processes“ (Kelly, 2014, S. 321).

Barron (2003) beschreibt diese doppelte Herausforderung als *dual-problem space*, bei der es gilt, gleichzeitig auf einer inhaltlichen und einer Beziehungsebene zu agieren.

Collaboration might productively be thought of as involving a dual-problem space that participants must simultaneously attend to and develop a content space (consisting of the problem to be solved) and a relational space (consisting of the interactional challenges and opportunities). (Barron, 2003, S. 310)

Diese beiden Ebenen konkurrieren um die begrenzte Aufmerksamkeit der SchülerInnen und stehen miteinander in einer dynamischen Wechselwirkung. Ein Erfolg auf der inhaltlichen Ebene setzt einen Erfolg auf der Beziehungsebene voraus (Arvaja & Häkkinen, 2010, S.

685f). Ähnlich unterscheidet auch Bonnet (2004) bei seiner Analyse von Gruppendiskussionen im bilingualen Chemieunterricht in Anlehnung an Erickson (1982) zwischen *academic task structure* und *social participation structure* und kommt zu dem Schluss, dass fachliche Performanz neben fachlicher Kompetenz auch interaktionale und sprachliche Kompetenz erfordert.

Nieswandt et al. (2014) greifen die Formulierung Barrons auf und differenzieren sie weiter aus. Sie fügen als dritte Dimension die affektiv-emotionale Komponente hinzu und sprechen deshalb von einem *triple problemsolving space*. Nur wenn es den SchülerInnen gelingt, alle drei genannten, sich stets verändernden Komponenten in der Gruppe zu managen, kann es zu einem nennenswerten Lernzuwachs kommen. „If groups fail to manage any of these three aspects of the collective space, group collaboration will be unsuccessful, and learning – even from a well-designed task – is likely to be minimal” (Nieswandt et al., 2014, S. 4).

Darnon et al. (2007) zeigen in ihren Studien an PsychologiestudentInnen, dass Meinungsverschiedenheiten (*disagreement*) innerhalb einer Gruppe nur dann zu besseren Lernerefolgen führen, wenn der durch sie ausgelöste sozio-kognitive Konflikt (*socio-cognitive conflict*) auf der Sachebene gelöst wird (*epistemic conflict regulation*). Sie bezeichnen diesen Konflikt mit Rückgriff auf Mugny et. al. (1984) deshalb als sozio-kognitiv, weil er erst durch die Begegnung und Uneinigkeit mit anderen relevanten Personen entsteht. Die Meinungsverschiedenheit erzeugt dabei sowohl auf der fachlichen als auch auf der persönlichen Ebene Unsicherheit: „When people disagree, however, two kinds of uncertainty arise: uncertainty about knowledge (‘What is the correct answer?’) and uncertainty about relative competence (‘Which of us is more competent?’) arise” (Darnon & Butera, 2007, S. 145). Den Konflikt auf der Sachebene zu lösen, gelingt Lernenden, die an einer fachlichen Klärung wirklich interessiert sind (*mastery orientation*) und die sich in ihrer Kompetenz nicht in Frage gestellt fühlen. Lernende, die hingegen in erster Linie performance-orientiert sind und sich in ihrem Selbstwertgefühl (*self-competence*) bedroht fühlen, neigen dazu, den Konflikt auf der Beziehungsebene zu lösen (*relational conflict regulation*), indem sie ihren eigenen Standpunkt verteidigen, so Darnon und Butera.

Bei der Gestaltung und Analyse von kooperativen/kollaborativen Lern-Settings gilt es der soeben beschriebenen Mehrdimensionalität und Komplexität Rechnung zu tragen.

[C]ollaboration among students in various learning settings (e.g., in classrooms) is a much more complex phenomenon than has often been thought. [...] [W]e have to consider an extremely complex set of variables, that is, cognitive, social, emotional, motivational, and contextual ones, interacting with each other in a systemic and dynamic manner. (Arvaja & Häkkinen, 2010, S. 688)

3.4.4. Soziale Emotionen und soziales Engagement im Kontext kooperativen Lernens

Soziale Emotionen sind neben Leistungs-, Themen- und epistemischen Emotionen Teil der akademischen Emotionen (Pekrun & Stephens, 2012). Sie werden durch Begegnung und Interaktion mit anderen Menschen ausgelöst und beeinflussen das Engagement der Lernenden stark (vgl. Kapitel 3.3, S. 33). Als Beispiele nennen Pekrun und Linnenbrink-Garcia (2014a, S. 5) unter anderem positive Emotionen wie Zuneigung, Bewunderung und Empathie, aber auch negative Emotionen wie Missachtung, Eifersucht und Hass. Da beim kooperativen Lernen die Interaktion zwischen den Gruppenmitgliedern von zentraler Bedeutung ist, spielen soziale Emotionen eine wichtige Rolle.

Linnenbrink-Garcia et al. (2011) stellen fest, dass der größte Teil der Forschungsergebnisse zum Thema Emotionen und Engagement aus traditionellen Unterrichtssettings stammt. Sie weisen darauf hin, dass Emotionen in Unterrichtssituationen, die ein hohes Ausmaß an sozialer Interaktion erfordern, sich anders entfalten und auswirken können (Linnenbrink-Garcia et al., 2011). (In ähnlicher Weise weist auch Nussbaum (2008) darauf hin, dass viele Studien zum Thema Argumentieren diese wechselseitig Beinflussung außer Acht lassen.) Aufgrund der zentralen Bedeutung der sozialen Interaktionen für das Lernen in Gruppen ergänzen Linnenbrink-Garcia et al. (2011) die häufig genannten drei Formen von Engagement (*behavioral, cognitive, and emotional*) um eine weitere, die sie als *social-behavioral engagement* bezeichnen. Denn,

effective engagement in groups requires both a basic level of behavioral engagement, such as attending and responding to peer comments or contributing to the shared task, as well as high quality forms of social participation such as working cohesively, respectfully, and supporting other students' learning. (Linnenbrink-Garcia et al., 2011, S. 13)

In ihrer Studie untersuchen sie den Zusammenhang zwischen der emotionalen Befindlichkeit (*students' affect*) von SchülerInnen der vierten und fünften Jahrgangsstufe und ihrem Engagement während der Gruppenarbeit. Dabei kommen sie zu dem Ergebnis, dass zwischen beiden Größen eine wechselseitige und zyklische Beziehung herrscht. Bemerkenswert ist, dass in der Regel am Beginn der Gruppenarbeit die Qualität der Interaktion in der Gruppe die Emotionen beeinflusst und nicht umgekehrt.

"[B]oth our qualitative and cross-lagged analyses suggest that quality of group interactions influence affective responses rather than affect predicting quality of group interactions, as was originally hypothesized." (Linnenbrink-Garcia et al., 2011, S. 21)

Auch Johnson und Johnson (2008) betonen den Einfluss der emotionalen Verbundenheit unter den Lernenden auf deren Bereitschaft, sich für die gemeinsame Aufgabe zu engagieren.

The more positive the relationships among students [...] the greater the commitment to group goals, feelings of personal responsibility to the group, willingness to take on difficult tasks, motivation and persistence in working toward goal achievement, [...] willingness to listen to and be influenced by colleagues, commitment to each other's professional growth and success, and productivity." (Johnson & Johnson, 2008, S. 16f)

3.4.5. Voraussetzungen für eine konstruktive Zusammenarbeit

Die Mehrdimensionalität vom Lernen in Gruppen bedingt nicht nur, dass durch kooperative Lernformen vielfältige Kompetenzen gefördert werden können, sondern auch, dass für ihren gewinnbringenden Einsatz bestimmte Grundvoraussetzungen gegeben sein bzw. geschaffen werden müssen. Kooperatives Lernen stellt an SchülerInnen andere Anforderungen als konventioneller Unterricht: Es erfordert die Fähigkeit, konstruktiv zusammenzuarbeiten, eine Fähigkeit, die viele SchülerInnen erst im Lauf der Zeit entwickeln (Blumenfeld et al., 2006, S. 478; Cohen, 1994, S. 26; Dunleavy & Milton, 2009, S. 15; Johnson & Johnson, 2008, S. 24; Linnenbrink-Garcia et al., 2011, S. 13). So schreiben beispielsweise Dunleavy und Milton (2009, S. 15):

[E]ffective collaboration requires roles and relationships most students are unfamiliar with. Learning to engage in thoughtful conversations, understanding the legitimacy of differences, and collaborating to achieve group outcomes are skills and habits that need to be integral to students' work together and key elements of all designs for learning. (Dunleavy & Milton, 2009, S. 15)

Johnson und Johnson (2008, S. 24) nennen als konkrete Voraussetzung für eine fruchtbare Zusammenarbeit die Fähigkeit und Bereitschaft der SchülerInnen, einander zu akzeptieren und zu vertrauen, eindeutig und unmissverständlich miteinander zu kommunizieren, einander zu unterstützen und Konflikte konstruktiv zu lösen. An anderer Stelle schreiben sie: „One of the most important skills of the group is to be able to disagree with each other's ideas while confirming each other's personal competence" (Johnson & Johnson, 2009, S. 43).

Die Ausbildung und Förderung der hier angesprochenen Kompetenzen erfordern eine Unterrichtskultur, in der die Interaktion zwischen SchülerInnen unterstützt wird. Die SchülerInnen müssen gewohnt sein, einander zuzuhören, nachzufragen, eigene Ideen einzubringen, Kritik zu akzeptieren, bei der Formulierung und Weiterentwicklung von Ideen zusammenzuarbeiten und sich gemeinsam dem Verständnis einer Sache anzunähern (Hodson, 2009, S. 286). Dabei sind von allen akzeptierte Grundregeln von Vorteil. Diese zu etablieren erfordert jedoch mitunter harte Arbeit von Seiten des Lehrers/der Lehrerin (Corden, 2001, S. 361; Michaels et al., 2008, S. 295; Taber, 2015, S. 19).

Barron (2003) vergleicht in ihrer Arbeit die Interaktionsmuster erfolgreicher und weniger erfolgreicher Gruppen. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass die Gespräche bei weniger erfolgreichen Gruppen relativ unzusammenhängend verliefen und sich in der Art, wie auf

fachlich richtige Vorschläge reagiert wurde, von den Gesprächen erfolgreicher Gruppen unterscheiden.

More successful groups responded by accepting or discussing the proposals, whereas less successful groups had a high probability of rejecting or ignoring the proposals. [...] In more successful groups, it was rare that a proposal was not directly linked to the prior conversation. [...] The relatedness of proposals might be considered an indication of the degree to which participants were jointly focused on the same topic. (Barron, 2003, S. 347f)

Das heißt, in erfolgreichen Gruppen gehen die SchülerInnen verstärkt aufeinander ein, indem sie die Ideen ihrer MitschülerInnen aufgreifen, evaluieren und weiterentwickeln.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Webb et al. (2014, S. 90) in ihrer Studie an Acht- bis Zehnjährigen im Mathematikunterricht. Sie geben an, dass die Art, aufeinander Bezug zu nehmen, einen noch größeren Einfluss auf die Problemlösefähigkeit der SchülerInnen hatte als das Ausmaß, in dem SchülerInnen während der Diskussion für ihre Überlegungen Erklärungen lieferten.

Johnson und Johnson (2009, S. 43) merken an, dass es wichtig ist, dass die Gruppen im Zuge der Diskussion mehrere Zyklen durchlaufen, in denen sie zunächst die unterschiedlichen Standpunkte darlegen und sie im Anschluss daran zu neuen gemeinsamen Positionen zusammenführen.

Group members should ensure that there are several cycles of differentiation (bringing out differences in positions) and integration (combining several positions into one new, creative position). The potential for integration is never greater than the adequacy of the differentiation already achieved. Premature integration tends to result in poor decisions (Janis, 1982). (Johnson & Johnson, 2009, S. 43)

Es zählt zu den zentralen Aufgaben der Lehrperson, eine derartige Gesprächskultur im Klassenzimmer zu etablieren. Indem sie offene Fragen formuliert, Wortmeldungen ihrer SchülerInnen aufgreift, Zusammenhänge herstellt, auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede hinweist und nach Begründungen fragt, ermutigt sie ihre SchülerInnen zu einem dialogischen Umgang untereinander (Gillies, 2015; McNeill & Pimentel, 2009). Was darüber hinaus noch zu den Aufgaben der Lehrperson im Zuge Kooperativen Lernens zählt, fassen Johnson und Johnson (2008, S. 33) wie folgt zusammen:

In order to structure cooperative learning effectively, teachers need to understand how to structure positive interdependence, individual accountability, promotive interaction, appropriate use of social skills, and group processing into learning situations. (Johnson & Johnson, 2008, S. 33)

Eine durch einen Concept Cartoon ausgelöste Diskussion in einer Kleingruppe zählt zu den kollaborativen Lernformen im engeren Sinn: Die SchülerInnen gehen nicht arbeitsteilig vor sondern widmen sich während der gesamten Arbeitszeit gemeinsam der ihnen gestellten

Aufgabe. Die Interaktion in der Gruppe spielt deshalb permanent eine wichtige Rolle. Sie stellt neben den kognitiven und emotionalen Herausforderungen beim Arbeiten mit Concept Cartoons für SchülerInnen eine große soziale Herausforderung dar (Stichwort *triple problemsolving space*) und verlangt von ihnen zusätzlich zu ihrem kognitiven Engagement auch die Fähigkeit und Bereitschaft, wertschätzend miteinander umzugehen und als Gruppe konstruktiv zusammenzuarbeiten (Stichwort *social-behavioral engagement*). Die Aufgabe, Herausforderung und Chance der Lehrperson liegt darin, die SchülerInnen beim Arbeiten mit Concept Cartoons darin zu unterstützen, neben fachlichen Kompetenzen auch diese sozialen Kompetenzen zu erwerben bzw. zu vertiefen.

In diesem Kapitel wurde zunächst die Bedeutung von Sprache für das Lernen in den Naturwissenschaften (3.1) und das Thema „Argumentieren im Naturwissenschaftsunterricht“, (3.2) dargelegt. Daran anschließend wurde die Rolle von Emotionen für das Lernen und ihre Auswirkungen auf das Engagement von SchülerInnen beschrieben (3.3). Abschließend wurde darauf eingegangen, welche Herausforderungen das Diskutieren in der Kleingruppe für SchülerInnen nicht nur auf der kognitiven und emotionalen Ebene sondern auch auf der sozialen Ebene mit sich bringt (3.4).

4. Forschungsdesign

4.1. Entstehungskontext der Arbeit

Die vorliegende Arbeit entstand im Anschluss an das in den Jahren 2010 bis 2012 durchgeführte Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons“³. Bei diesem Projekt handelte es sich um ein Kooperationsprojekt zwischen Wissenschaftlerinnen der Fachdidaktik Chemie, drei Chemielehrerinnen aus Wien und Graz und den SchülerInnen je einer ihrer Klassen der Sekundarstufe II. Mir oblag in meiner Funktion als wissenschaftliche Mitarbeiterin die Planung, Koordination und Evaluation des Projekts. Die Idee, neue Concept Cartoons für den Chemieunterricht zu entwerfen und zu erproben, entsprang meiner eigenen langjährigen Erfahrungen als Chemielehrerin. Im Bemühen, durch meinen Unterricht verstehendes Lernen zu fördern, erschienen mir Concept Cartoons als vielversprechende Unterrichtswerkzeuge und geeignet, SchülerInnen zum Begründen, Diskutieren und Argumentieren anzuregen. Im Zuge meiner Dissertation wollte ich ihren Einsatz genauer untersuchen. Die am Projekt beteiligten Lehrerinnen waren engagierte Kolleginnen, mit denen ich bereits im Zuge anderer kleinerer Unterrichtsprojekte zusammengearbeitet hatte. Sie folgten meiner Einladung zur Kooperation.

Mit dem Projekt verfolgten wir Ziele auf mehreren Ebenen: Als Praktikerinnen wollten wir Concept Cartoons zu für den Chemieunterricht relevanten Themen entwickeln und einsetzen in der Hoffnung, damit sowohl die Motivation als auch den Lernertrag der SchülerInnen zu fördern. Als Wissenschaftlerin wollte ich empirisch untersuchen, ob diese Hoffnung berechtigt ist und der Einsatz der Concept Cartoons zu einer Steigerung der Argumentationsfähigkeit der SchülerInnen und ihres Wissens im Fach führt. Darüber hinaus wollte ich die Vorstellungen der SchülerInnen zu den in den Concept Cartoons angesprochenen Phänomenen erheben. Den Vorgaben des Fördergebers folgend, wurden die am Projekt beteiligten SchülerInnen aktiv in die fachdidaktische Forschung einbezogen. Deshalb lag ein weiterer Schwerpunkt des Forschungs- und Entwicklungsprojekts bei der Evaluation der Zusammenarbeit zwischen den beteiligten SchülerInnen, Lehrerinnen und Wissenschaftlerinnen (für Details dazu siehe Steininger und Lembens (2012)).

Die Erfahrungen im Projekt haben dazu geführt, dass sich mein Forschungsinteresse jedoch deutlich verlagert hat. Schon während der Beobachtungen in den Klassen wurde rasch klar, dass die Reaktion der SchülerInnen auf die Concept-Cartoons-Aufgabe stark vom sozialen

³ Sparkling Science Projekt „Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons“, gefördert durch das Österreichische Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (bmwf); Fördernummer: SPA/03-142/Concept Cartoons. <http://aeccc.univie.ac.at/projekte/conceptcartoons/> [Zugriff am 22.02.2016]

Kontext abhängt. Die Motivation und Bereitschaft, sich konstruktiv mit der fachlichen Frage auseinanderzusetzen, wurde maßgeblich vom Klassenklima, der Dynamik in der Kleingruppe und die Interaktionen zwischen den SchülerInnen beeinflusst. Folglich mussten diese Faktoren bei der Analyse der Daten berücksichtigt werden. Der vorliegenden Arbeit liegt deshalb ein geändertes Forschungsinteresse zugrunde. Es soll im Folgenden dargestellt werden. Die im Zuge des Projekts aufgezeichneten Kleingruppendiskussionen der SchülerInnen lieferten dafür die Datengrundlage.

4.2. Forschungsinteresse

Aus der Literatur ist bekannt, dass sich Concept Cartoons als Diskussions- und Argumentationsanlass eignen. Darüber ob, und wenn ja, wie durch ihren Einsatz im Unterricht die Argumentationsfähigkeit der SchülerInnen gesteigert werden kann, gibt es jedoch wenige Befunde (vgl. 2.3.4, S. 16). Das lässt sich unter anderem damit erklären, dass in der Scientific Community Uneinigkeit darüber herrscht, welche Modelle sich zur Evaluation der Argumentationsfähigkeit von SchülerInnen eignen (z. B. Erduran et al., 2004; Furtak et al., 2010; Krummheuer, 2003; Mercer, 2010; Nussbaum, 2011; Sampson & Clark, 2008; Sampson et al., 2012; Voss, 2005). Insbesondere ist die Frage unbeantwortet, wie bei der Analyse der Argumentationsfähigkeit den sozialen Interaktionen zwischen den Diskutierenden hinreichend Rechnung getragen werden kann.

Genau diese soziale Interaktion und die damit verbundenen Emotionen erwiesen sich jedoch bei den Kleingruppendiskussionen, die im Zuge des oben beschriebenen Projekts aufgezeichnet wurden, als zentral. Sie beeinflussen die Performanz der SchülerInnen maßgeblich. Deshalb nahm ich von meinem ursprünglichen Vorhaben Abstand, auf Grundlage der erhobenen Daten die Argumentationsfähigkeit der SchülerInnen und die Veränderung dieser Fähigkeit durch einen wiederholten Einsatz von Concept Cartoons zu beurteilen. Mein geändertes Forschungsinteresse führte schließlich zu folgenden grundlegenden Forschungsfragen:

- a) Wie agieren SchülerInnen während der Kleingruppendiskussion rund um einen Concept Cartoon auf dem Weg von der Problemstellung zur fachlichen Klärung?
- b) Mit welchen Herausforderungen werden sie dabei konfrontiert und wie gehen sie mit diesen Herausforderungen um?

Die Beantwortung dieser Fragen soll einen Einblick in soziale Prozesse und emotionale Faktoren geben, die während der Arbeit mit Concept Cartoons als Diskussionsanlass von Bedeutung sind.

Diese Erkenntnisse lieferten die Grundlage für die Entwicklung eines Modells zur Beschreibung der komplexen und vielschichtigen Einflussgrößen und ihrer Wechselwirkungen, die über die Qualität der Kleingruppendiskussionen entscheiden. Für die Entwicklung dieses Modells wurden die empirischen Befunde aus dem Forschungs- und Entwicklungsprojekt und Theorien und Erkenntnisse aus der Literatur aus unterschiedlichen Bereichen der Fachdidaktik der Naturwissenschaften sowie der Pädagogik und Psychologie herangezogen (vgl. 6.1, S.148).

4.3. Der Forschungsansatz der Grounded Theory

Das beschriebene Forschungsinteresse legte die Wahl einer qualitativen und interpretativen Forschungslogik nahe, denn diese eignet sich in besonderer Weise, soziale Phänomene und Handlungs- und Interaktionsmuster von Personen innerhalb bestimmter Gruppen zu untersuchen. Um grundlegenden Fragen nach dem "Wie?" nachzugehen, eignet sich die Methodologie der Grounded Theory. Sie zeichnet sich durch eine offene Herangehensweise an das Forschungsfeld aus. Die Forschungsfrage wird erst im Verlauf der Forschung sukzessive präzisiert (Truschkat et al., 2011, S. 356). Am Beginn meiner Analyse lautete meine Frage: „Wie agieren die SchülerInnen während der durch einen Concept Cartoon stimulierten Kleingruppendiskussion?“

Der Ansatz der Grounded Theory soll im Folgenden kurz skizziert werden. Dabei wird speziell auf die Methodologie der konstruktivistischen Grounded Theory eingegangen, weil die vorliegende Arbeit in diesem Forschungsparadigma angesiedelt ist.

4.3.1. Grundlagen der Grounded Theory

Grounded Theory geht in ihren Anfängen auf Barney Glaser und Anselm Strauss und ihre medizinsoziologischen Studien der 1960er Jahre zurück. Nach anfänglichen Versuchen, den Begriff mit „gegenstandsnaher oder -verankerter Theoriebildung“ ins Deutsche zu übersetzen, ist man mittlerweile dazu übergegangen, den englischsprachigen Ausdruck zu übernehmen (Mey & Mruck, 2011). Grounded Theory ist keine Theorie, sondern vielmehr ein Forschungsstil, dessen Ziel die Entwicklung einer Theorie zur Beschreibung und Erklärung sozialer Phänomene aus der Analyse empirischer Daten heraus ist.

Die Arbeiten von Glaser und Strauss waren für die damalige Zeit revolutionär, denn sie stellten viele der damals allgemein akzeptierten Forschungsparadigmen in Frage: so z. B. die Trennung von Theorie und Praxis, die Ansicht, qualitative Forschung sei unsystematisch und nur als Vorstufe für quantitative Forschung geeignet, oder die Forderung, die Sammlung von

Daten von deren Analyse strikt zu trennen (Charmaz, 2000, S. 511; Mey & Mruck, 2010, S. 614).

Glaser und Strauss gingen bald nach Erscheinen von „The Discovery of Grounded Theory“ (1967) – ihrer einzigen gemeinsamen methodologischen Buchpublikation (vgl. Mey & Mruck, 2010) – getrennte Wege. Glaser gründete das *Grounded Theory Institute*, eine non-profit Organisation und nimmt für sich in Anspruch, die klassische Grounded Theory zu vertreten. Strauss veröffentlichte zahlreiche Schriften gemeinsam mit Corbin, darunter ein detailliertes Regelwerk zur Durchführung von Studien nach der Grounded Theory (Strauss & Corbin, 1990), dessen deutschsprachige Übersetzung unter dem Titel „Grounded Theory: Grundlagen Qualitativer Sozialforschung“ (1996) erschien. Dieses Werk fand im deutschsprachigen Raum bald mehr Beachtung als „The Discovery of Grounded Theory“ von Glaser und Strauss, nicht zuletzt, weil es vor diesem ins Deutsche übersetzt worden war (Mey & Mruck, 2011). Um Missverständnisse zu vermeiden, wird in der deutschsprachigen Literatur häufig zwischen Grounded-Theory-Methodologie (GTM), dem Forschungsansatz, und dem angestrebten Produkt der Forschung, einer Grounded Theory (GT), unterschieden.

Neben den so entstandenen zwei Linien, die auf die ursprünglichen Gründerväter zurückgehen, sind bis heute weitere Spielarten der Grounded-Theory-Methodology (GTM) entstanden. Ein besonders prominentes Beispiel ist die konstruktivistische Grounded Theory nach Kathy Charmaz. Charmaz (2011, S. 182) bezeichnet die GTM selbst als „ein Dach, unter dem verschiedene Varianten, Schwerpunkte und Richtungen – und Möglichkeiten, über Daten nachzudenken – Platz haben.“ Bevor auf die konstruktivistische Grounded Theory genauer eingegangen wird, sollen zunächst die gemeinsamen Grundlagen aller Spielarten skizziert werden.

Wie bereits erwähnt, ist das Ziel der GTM, eine Theorie zur Beschreibung und Erklärung sozialer Phänomene zu entwickeln. Im Zentrum steht das Bestreben, Interaktions-, Handlungs- und Verhaltensmuster einzelner AkteurInnen innerhalb bestimmter Gruppen zu erkennen und zu analysieren (McCallin, 2003, S. 203). Dabei stellt die GTM den Anspruch, dass die entwickelte Theorie von praktischem Nutzen sein muss und zu „einer verbesserten Handlungsfähigkeit der Akteure im Untersuchungsbereich“ beitragen soll (Strübing, 2008, S. 85). Folgende methodische Vorgehensweisen sind für die GTM dabei charakteristisch (Breuer, 2010, S. 69; Charmaz, 2006, S. 189; 2012, S. 3f; Corbin & Strauss, 1990, S. 6ff; Hallberg, 2006, S. 143; Mey & Mruck, 2010, S. 616; 2011, S. 15f; Strauss et al., 1996; Strübing, 2008, S. 87):

- Die Erhebung und Analyse der Daten erfolgt in mehreren Zyklen und ist mit der Theoriebildung eng verschränkt. Die Auswahl weiterer Fälle erfolgt sukzessive und

gezielt nach theoretischen Gesichtspunkten (*theoretical sampling*), bis die Analyse weiterer Daten keine neuen Erkenntnisse mehr bringt (*theoretical saturation*).

- Das Kodieren der Daten, oft „als Herzstück der GTM bezeichnet“ (Breuer, 2010, S. 69), wird in mehreren aufeinander aufbauenden Stufen durchgeführt. Begonnen wird mit dem offenen Kodieren (*open* oder *initial coding*), im Zuge dessen die Daten zunächst in kleine Segmente aufgebrochen und diese Segmente mit vorläufigen Codes charakterisiert werden. In weiterer Folge wird beim axialen und selektiven Kodieren (Strauss & Corbin), bzw. beim selektiven und theoretischen Kodieren (Glaser) oder beim fokussierten Kodieren (Charmaz) nach Beziehungen zwischen den Codes gesucht. (Für einen Vergleich der Kodierprozeduren nach Glaser und nach Strauss & Corbin siehe Mey und Mruck (2010, S. 620f)). Dabei werden mehrere Codes zu Kodefamilien, Konzepten oder Kategorien zusammengefasst, aus denen sich nach der klassischen GTM eine sogenannte übergeordnete Kern- oder Schlüsselkategorie ergeben soll. Das Ziel dieser Stufen des Kodierens ist es, eine zunehmende Verdichtung und Abstraktion zu erreichen, auf deren Grundlage die Forschenden schließlich eine GT entwickeln.
- Essentiell für diesen Prozess der zunehmenden Abstraktion und Verdichtung ist die „Methode des ständigen Vergleichs“ (*constant comparison method*), die Charmaz (2006, S. 189) wie folgt beschreibt:

Constant comparative method [is] a method of analysis that generates successively more abstract concepts and theories through inductive processes of comparing data with data, data with category, category with category, and category with concept. Comparisons then constitute each stage of analytic development.

Neben der induktiven Vorgehensweise, die insbesondere für das offene Kodieren charakteristisch ist, gewinnen in weiterer Folge beim theoretischen Sampling auch abduktive und deduktive Schritte an Bedeutung. Die Forschenden stellen im Zuge ihrer Analyse Hypothesen über unterschiedliche Erklärungsmöglichkeiten auf und testen diese Hypothesen an weiteren Daten, um so zu einer möglichst plausiblen Erklärung zu gelangen (Charmaz, 2012, S. 11).

- Ein weiteres zentrales Merkmal der GTM ist das Schreiben von sogenannten Memos. Während des gesamten Forschungsprozesses sollen Erfahrungen, Überlegungen, Entscheidungen, Hypothesen, aber auch offene Fragen und Probleme schriftlich festgehalten werden. Memos, so Mey & Mruck (2011, S. 26) „fixieren [...] das Flüchtige, sie helfen, die sich herausbildende Theorie zu präzisieren, und sie sind unerlässlich, um sie im Austausch im Team und mit anderen Forschenden zu präzisieren und voranzutreiben.“ Analog zum Kodiervorgang verändert sich mit fortschreitender Dauer des Forschungsprozesses auch das analytische Abstraktionsniveau der Memos.

Diese methodischen Vorgehensweisen sollen gewährleisten, dass die Ergebnisse der Analyse über eine Beschreibung und Klassifikation hinausgehen und zur Entwicklung einer GT führen.

4.3.2. Charakteristika der konstruktivistischen GTM

Seit Mitte der 1990iger Jahre entstand neben den beiden klassischen Varianten der GTM nach Glaser bzw. Strauss und Corbin als weitere Spielart die konstruktivistische GTM. Die wichtigste Vertreterin dieser Richtung ist Kathy Charmaz. Sie unterscheidet zwischen einer objektivistischen GTM, deren epistemologische Grundlage der Positivismus ist, und einer konstruktivistischen GTM, die im Pragmatismus wurzelt.

Die konstruktivistische GTM nimmt an, dass eine reale Welt existiert, diese jedoch von multiplen Standpunkten aus betrachtet werden kann, sodass sich multiple Wirklichkeiten ergeben. Sie geht davon aus, dass Wissen stets sozial konstruiert wird. Forschende beeinflussen in der Folge durch ihre eigenen Standpunkte, Perspektiven, Werte und Prioritäten sowohl den Forschungsprozess als auch das daraus resultierende Ergebnis (Charmaz, 2011, S. 184). Während die objektivistische GTM annimmt, dass die Forschenden neutral Daten erheben und diese objektiv analysieren können, vertritt die konstruktivistische GTM den Standpunkt, dass bereits die Datenerhebung ein Ergebnis der Interaktion von Forschenden und Forschungsteilnehmenden ist. So schreibt Charmaz (2000, S. 523f) „Data do not provide a window on reality. Rather, the ‘discovered’ reality arises from the interactive process and its temporal, cultural, and structural contexts“. In weiterer Folge distanzieren sich die VertreterInnen der konstruktivistischen GTM von den Annahmen der klassischen (objektivistischen) GTM, man könne völlig unvoreingenommen an die Daten herangehen, in ihnen Muster und Zusammenhänge entdecken und diese dann zu abstrakten Theorien verallgemeinern.

Die klassische GTM versucht mit ihren GTs soziale Phänomene generalisierend zu erklären oder gar vorherzusagen. So definiert beispielsweise Glaser eine GT als eine „transcending abstraction [...] from time, place and people“ (Glaser, 2002, S. Abs 3). Das primäre Ziel der konstruktivistischen GTM hingegen besteht darin, „ein interpretatives Verständnis empirischer Phänomene im Rahmen einer Theorie, [...] relativ zu einem je historischen Zeitpunkt“ (Charmaz, 2011, S. 193) zu erlangen. In den meisten Fällen strebt sie danach, eine bereichsbezogene (*substantive*) Theorie zu entwickeln, die sich auf ein begrenztes Problem in einem bestimmten Bereich bezieht und die zu „situiertem und lokalem Wissen“ führt (Charmaz, 2011, S. 190).

Charmaz weist darauf hin, dass die GTM dazu dient, Prozesse in ihrem sozialen Kontext zu untersuchen. Sie fordert deshalb – anders als die meisten qualitativ Forschenden – dazu auf, nicht Themen (*topics and themes*), sondern Prozesse, Handlungen und Bedeutungen (*processes, actions, and meanings*) zu kodieren. Außerdem rät sie, dabei nach Möglichkeit das Gerundium zu verwenden, denn: „Gerunds build action right into the codes. Hence, coding in gerunds allows us to see processes that otherwise might remain invisible“ (Charmaz, 2012, S. 5).

Charmaz betont, dass jeder Kode ein Konstrukt der bzw. des Forschenden ist:

We *construct* our codes because we are actively naming data – even when we believe our codes form a perfect fit with actions and events in the studied world. We may think our codes capture the empirical reality. Yet it is *our* view: we choose the words that constitute our codes. Thus we define what we see as significant in the data and describe what we think is happening. (Charmaz, 2006, S. 47)

Sie unterscheidet zwischen anfänglichem oder ursprünglichem Kodieren (*initial coding*) und fokussiertem Kodieren (*focused coding*). Während des anfänglichen Kodierens rät sie, zunächst Zeile für Zeile zu kodieren und dabei analysierende Fragen (*analytic questions*) an die Daten zu stellen. Ziel dieser ersten Phase ist es, möglichst nach allen theoretischen Richtungen hin offen zu bleiben und das scheinbar Vertraute neu zu betrachten. Während des fokussierten Kodierens werden dann die bedeutsamsten und/oder häufigsten Codes verwendet, um größere Datenmengen zu durchsuchen. Gleichzeitig werden diese Codes auf ihre Passung hin überprüft, gegebenenfalls adaptiert und zu Kategorien zusammengefasst. Den von Strauss und Corbin empfohlenen Zwischenschritt des axialen Kodierens (*axial coding*) erachtet Charmaz als nicht notwendig. Sie schreibt:

Axial coding provides a frame for researchers to apply. The frame may extend or limit your vision, depending on your subject matter and ability to tolerate ambiguity. Students who prefer to work with a preset structure will welcome having a frame. Those who prefer simple, flexible guidelines – and can tolerate ambiguity – do not need to do axial coding. They can follow the leads that they define in their empirical materials. (Charmaz, 2006, S. 61)

Auch die Vorgabe der klassischen GTM, eine einzige Schlüsselkategorie zu finden, in der alle anderen Kategorien aufgehen, relativiert Charmaz. Vielmehr spricht sie stets von *core categories* in der Mehrzahl und bezeichnet die Vorstellung einer einzigen Schlüsselkategorie als positivistisch (Charmaz, 2006, S. 132).

Die Unterschiede in der Zielsetzung zwischen der klassischen GTM und der konstruktivistischen GTM bedingen auch Unterschiede bei der Ergebnisdarstellung. Die Anerkennung der Subjektivität während des gesamten Forschungsprozesses führt dazu, dass die VertreterInnen der konstruktivistischen GTM „eher interpretative Darstellungen als objektive Berichte“ (Charmaz, 2011, S. 186) anstreben. Erzählende Elemente, die immer wieder auch die ForschungsteilnehmerInnen zu Wort kommen lassen, gewährleisten dabei

das In-den-Daten-begründet-sein. Charmaz (2000, S. 522) vergleicht die Ergebnisdarstellung mit dem Erzählen einer Geschichte, die auch maßgeblich von der Erzählerin bzw. dem Erzähler selbst beeinflusst ist.

The grounded theorist's analysis tells a story about people, social processes, and situations. The researcher composes the story; it does not simply unfold before the eyes of an objective viewer. This story reflects the viewer as well as the viewed. (Charmaz, 2000, S. 522)

Um die Ergebnisse trotz ihrer Subjektivität nachvollziehbar zu machen, müssen die WissenschaftlerInnen eine reflexive Haltung einnehmen, den Forschungskontext und ihre Vorgehensweise eingehend dokumentieren und ihre Standpunkte und Positionen explizit darlegen (Charmaz, 2011, S. 194; Hussein et al., 2014, S. 10f).

Charmaz (2006, S. 182) nennt als Gütekriterien für Studien nach der GTM Glaubwürdigkeit (*credibility*), Originalität (*originality*), Resonanz (*resonance*) und Brauchbarkeit (*usefulness*). Glaubwürdigkeit setzt voraus, dass die aus der Interpretation der Daten abgeleiteten Schlussfolgerungen nachvollziehbar und plausibel sind. Dafür müssen die Qualität und der Umfang der analysierten Daten dem Forschungsvorhaben angemessen und der Prozess des Kodierens bis hin zur Entwicklung der Kernkategorien stringent sein. Originalität zeichnet eine Arbeit aus, die neue Einblicke in soziale Realitäten erlaubt und dabei bestehende Ideen, Konzepte und Praktiken hinterfragt und weiterentwickelt. Resonanz bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die entwickelte GT bei den TeilnehmerInnen der Studie und/oder Menschen in vergleichbaren Situationen Beachtung erfährt und auf Zustimmung trifft. Das Kriterium der Brauchbarkeit schließlich ist erfüllt, wenn die entwickelte GT genutzt werden kann, um alltägliche Praktiken zu verbessern, und wenn durch sie neue Forschungsvorhaben angeregt werden.

4.4. Beschreibung der teilnehmenden Lehrerinnen und SchülerInnen

Am Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons“ beteiligten sich drei Lehrerinnen mit je einer ihrer Schulklassen. Es handelte sich in allen drei Fällen um SchülerInnen von allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) in den Großstädten Wien bzw. Graz im ersten Lernjahr Chemie in der Sekundarstufe II⁴. Die Lehrerinnen beteiligten sich freiwillig und aus eigenem Interesse am Projekt und organisierten die Mitarbeit ihrer SchülerInnen im Zuge der regulären Unterrichtsarbeit. Sie hatten ein Jahr (Schule 2), vier Jahre (Schule 1) und mehr als 25 Jahre (Schule 3) Unterrichtserfahrung.

⁴ in Schule 1 Jahrgangsstufe 10, in den Schulen 2 und 3 Jahrgangsstufe 11

Insgesamt waren 70 SchülerInnen, 31 weiblich und 39 männlich, im Alter zwischen 16 und 18 Jahren am Projekt beteiligt (vgl. Tabelle 1).

Schule		Schule 1	Schule 2	Schule 3	Gesamt
	Schülerinnen	13	10	8	31
	Schüler	14	6	19	39
	Gesamt	27	16	27	70

Tabelle 1. Übersicht über die Anzahl der am Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Verstehendes Lernen mit Concept Cartoons“ beteiligten SchülerInnen.

Zur Beschreibung der teilnehmenden SchülerInnen stütze ich mich auf die von mir im Zuge des Projekts erhobenen Daten auf Klassenebene. Sie geben einen allgemeinen Eindruck der Situation in den Klassen wieder, erlauben jedoch keine Aussagen über einzelne SchülerInnen.

Um einen Vorstellung davon zu bekommen, welche Voraussetzungen die SchülerInnen mitbringen, wurden mittels Fragbögen ihre Motivation, Chemie zu lernen, und ihr chemiespezifisches Selbstkonzept (Dickhäuser et al., 2002; Müller et al., 2007) erhoben. (siehe Anhang 1)

Als Maß für die Motivation wurde der Selbstbestimmungsindex in einer von Müller et al. (2007) adaptierten Version des *Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A)* nach Ryan und Connell des herangezogen (5-stufige Likert-Skala). Der Durchschnittswert des errechneten Selbstbestimmungsindex (theoretische Werte zwischen -12 für ausschließlich extrinsisch und +12 für vollkommen intrinsisch motiviert) einer Klasse war zu Beginn des Projekts in zwei Klassen ähnlich, in der dritten jedoch deutlich niedriger (vgl. Tabelle 2). Die Werte streuten innerhalb aller drei Klassen stark (vgl. Tabelle 3).

Schule	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard-abweichung
Schule 1	23	-5,35	10,60	2,22	3,55
Schule 2	15	-3,75	8,25	0,58	3,91
Schule 3	27	-4,70	11,10	2,35	4,07

Tabelle 2. Selbstbestimmungsindex differenziert nach Klassen.

Auffällig war, dass in der Klasse in Schule 2 die zahlenmäßig leicht dominierenden Schülerinnen einen höheren Selbstbestimmungsindex aufwiesen als die Schüler dieser Klasse, während in den beiden anderen Klassen die Werte der Schüler die der Schülerinnen in allen drei Klassen deutlich übertrafen (Tabellenverweis).

Schule		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard- abweichung
Schule 1	Schülerinnen	12	-5,35	4,20	0,98	3,00
	Schüler	11	-0,65	10,60	3,58	3,73
Schule 2	Schülerinnen	10	-2,80	8,25	1,51	3,88
	Schüler	5	-3,75	4,95	-1,28	3,63
Schule 3	Schülerinnen	8	-4,70	5,70	0,66	3,87
	Schüler	19	-4,00	11,10	3,06	4,04

Tabelle 3. Selbstbestimmungsindex differenziert nach Klassen und Geschlecht (Steininger & Lembens, 2012, S. 113).

Hinsichtlich des chemiespezifischen absoluten Selbstkonzepts gingen die Werte weniger stark auseinander (5 steht für sehr wenig, 25 für sehr viel Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten, Chemie zu lernen). Allerdings zeigte sich auch hier, dass sich die Mädchengruppe der Schule 2 als kompetenter erlebte, als es deren Mitschüler und die Mädchen der anderen Schulen taten. Auch hier streuten die Werte in allen drei Klassen stark (vgl. Tabelle 4).

Schule		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard- abweichung
Schule 1	Schülerinnen	13	10	19	14,15	3,18
	Schüler	14	7	25	17,29	4,80
Schule 2	Schülerinnen	10	11	24	17,40	3,57
	Schüler	6	12	19	15,83	2,93
Schule 3	Schülerinnen	8	7	20	12,75	3,85
	Schüler	19	9	24	16,79	4,59

Tabelle 4. Absolutes chemiespezifisches Selbstkonzept der am Projekt beteiligten SchülerInnen (Steininger & Lembens, 2012, S. 114)

Untersucht man die Korrelation zwischen Selbstbestimmungsindex und chemiespezifischem absoluten Selbstkonzept aller SchülerInnen, so zeigt sich, dass zwischen beiden ein statistisch signifikanter mittlerer Zusammenhang bestand (vgl. Tabelle 5.)

		Selbstbestimmungs- index	absolutes Selbstkonzept
Selbstbestimmungsindex	Korrelation nach Pearson	1	,598**
	Signifikanz (2-seitig)		0,000
	Quadratsummen und Kreuzprodukte	956,187	638,486
	Kovarianz	14,940	9,976
	N	65	65
absolutes Selbstkonzept	Korrelation nach Pearson	0,598**	1
	Signifikanz (2-seitig)	0,000	
	Quadratsummen und Kreuzprodukte	638,486	1243,771
	Kovarianz	9,976	18,026
	N	65	70
** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.			

Tabelle 5. Korrelationen zwischen Selbstbestimmungsindex und chemiespezifischem absolutem Selbstkonzept.

Wie Abbildung 8 zeigt, galt: Je höher die SchülerInnen ihre Fähigkeiten, Chemie zu lernen, einschätzten, desto stärker waren sie intrinsisch motiviert, dies auch zu tun.

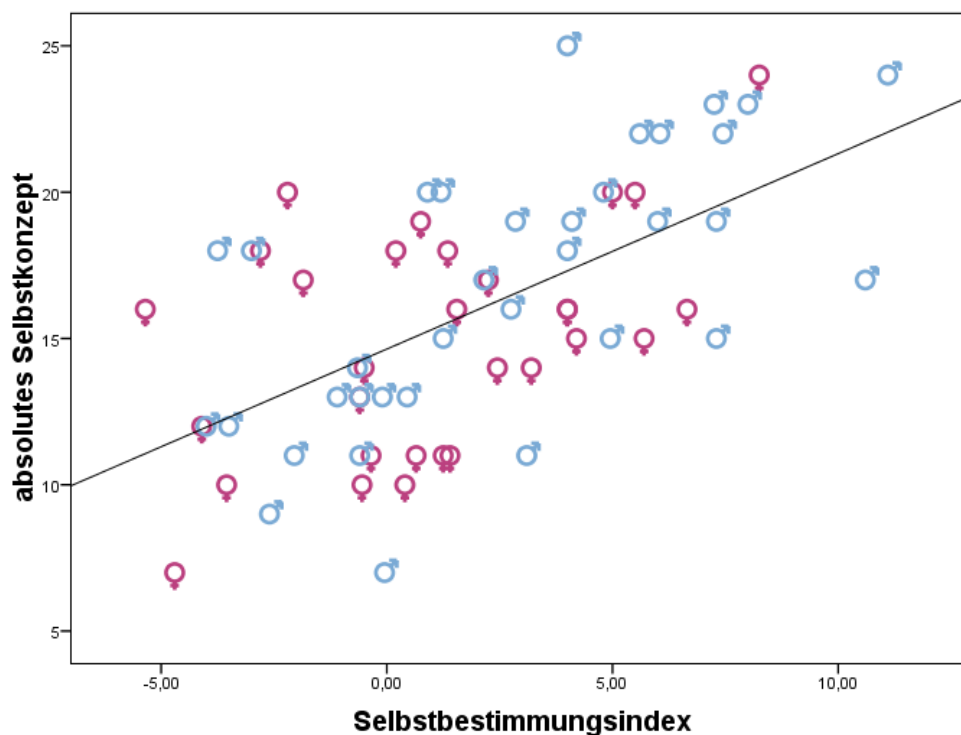


Abbildung 8. Chemiespezifisches absolutes Selbstkonzept und Selbstbestimmungsindex.

Die Abbildung veranschaulicht zudem auch die starke Streuung der Werte dieser beiden Größen innerhalb der am Projekt beteiligten SchülerInnen. Diese Heterogenität spiegelt den schulischen Alltag wider: Es handelt sich um ein Projekt, an dem Schulklassen mit ihrer

gesamten Vielfalt im Zuge ihres Regelunterrichts beteiligt waren. Da die SchülerInnen die Fragebögen anonym ausfüllten, ist es nicht möglich, das chemiespezifische absolute Selbstkonzept und den Selbstbestimmungsindex jener SchülerInnen auszuweisen, deren Diskussionen aufgezeichnet wurden.

4.5. Vorgehensweise bei der Erhebung und Auswertung der Daten

4.5.1. Datenerhebung

Die Rahmenbedingungen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts „Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons“ machten es notwendig, alle Daten innerhalb eines Zeitraums von eineinhalb Jahren (Dezember 2010 bis Mai 2011), quasi auf Vorrat, zu erheben.

Aus jeder der drei beschriebenen Klassen wurden am Beginn und gegen Ende des Projekts Gruppendiskussionen von je zwei Vierergruppen mittels Audio- und Videotechnik aufgezeichnet. Im Zuge der Auseinandersetzung mit den Daten stellte sich heraus, dass ich bereits beim Analysieren der zu Beginn des Projekts aufgezeichneten sechs Gruppendiskussionen meine Kernkategorien ausreichend sättigen und eine Theorieskizze entwerfen konnte. Ihren Entstehungskontext werde ich anschließend näher beschreiben. Nur vereinzelt habe ich auch Daten aus Transkripten von Gruppendiskussionen, die gegen Ende des Projekts entstanden sind, herangezogen. (Meine Fragestellung zielte nicht mehr auf die Entwicklung der Argumentationsfähigkeit der SchülerInnen ab, sondern auf ihren Umgang mit der Aufgabenstellung und ihrem Verhalten während Diskussion.)

Im Herbst 2010 setzten die Lehrerinnen zwei im Zuge der Kooperation gemeinsam entwickelte Concept Cartoons in den Klassen ein und machten die SchülerInnen so mit diesem Unterrichtswerkzeug vertraut. Die Erhebung meiner zentralen Daten fand erst gegen Ende des ersten Semesters statt, zu einem Zeitpunkt, da im Unterricht die Themen „Stoffe und Stoffeigenschaften“, „Umgang mit Modellen“ und „Atommodell und Periodensystem“ bereits abgehandelt worden waren. Es war der dritte Einsatz eines Concept Cartoons in den jeweiligen Klassen. Für den Einstieg in das nächste Kapitel, nämlich „Modelle der chemischen Bindung“, hatten Wissenschaftlerinnen und Lehrerinnen gemeinsam den in Abbildung 9 dargestellten Concept Cartoon entworfen.

**Diamant und Graphit bestehen beide nur aus Kohlenstoffatomen.
Wie lassen sich ihre unterschiedlichen Eigenschaften erklären?**



Abbildung 9. Concept Cartoon zum Thema chemische Bindung am Beispiel von Diamant und Graphit (1.Version)
(auf engl. Steininger, 2016a, S. 391).

Der Cartoon zeigt vier Charaktere. Drei von ihnen halten einen Gegenstand in Händen, der aus Diamant oder Graphit besteht bzw. diesen enthält. Milo (rechts unten) portraitiert Anna (links oben) und verwendet dazu einen Graphitstift. Anna ritzt mit dem Diamanten eines Rings ein Herz und die Namen Milo und Anna in das Glas einer Fensterscheibe. Alex (rechts oben) hält in seiner rechten Hand einen Bleistift und in der linken einen Glasschneider. (Sein Name und der von Lena (links unten) sind am Cartoon nicht abgebildet. Den SchülerInnen sind die Charaktere inklusive ihrer Namen jedoch von anderen Concept Cartoons bekannt.) Dass die Sprechblase von Alex nur drei Fragezeichen enthält, war als Aufforderung an die SchülerInnen gedacht, sich an der Diskussion zu beteiligen. Der Concept Cartoon wurde mittlerweile auf der Grundlage der damit gemachten Erfahrungen überarbeitet (vgl. Anhang 2).

Der mit dem Concept Cartoon verbundene Arbeitsauftrag an die SchülerInnen lautete (so wie auch bei den beiden vorangegangenen Malen): „Setzt euch in 4er-Gruppen zusammen und diskutiert die im Concept Cartoon aufgeworfene Frage. Nehmt dabei auch zu den Aussagen in den Sprechblasen Stellung, besprecht, welche ihr für angemessen und welche für unangemessen erachtet, und begründet eure Überlegungen. Ihr habt dafür rund zehn bis fünfzehn Minuten Zeit. Danach tragen wir die Ergebnisse im Plenum zusammen.“

Zusammensetzung und Auswahl der Gruppen, deren Diskussionen aufgezeichnet werden sollten, wurden von den Lehrerinnen vorgenommen. Sie nominierten bevorzugt jene SchülerInnen, die sich freiwillig meldeten. Gleichzeitig waren die Lehrerinnen darauf bedacht, sowohl Schülerinnen als auch Schüler bzw. fachlich versierte und auch leistungsschwächere SchülerInnen zu berücksichtigen. Die Auswahl auf der Basis der Fragebogenergebnisse zu treffen, war aufgrund der anonymen Erhebung dieser Daten nicht möglich. Die betreffenden SchülerInnen erhielten Headset-Mikrophone, um die Tonspuren zunächst getrennt aufnehmen zu können. Sie wurden nachträglich zusammengeführt. Zusätzlich wurde jede Gruppe während der Diskussion mit einer Videokamera gefilmt.

Tabelle 6 enthält Angaben zu den aufgezeichneten Kleingruppendiskussionen:

	Schule 1		Schule 2		Schule 3	
Datum der Gruppendiskussion	22.12.2010		17.01.2011		18.01.2011	
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6
Schülerinnen	3	0	3	4	2	1
Schüler	1	4	1	0	2	3
Zeitdauer [min]	10:30	10:45	12:00	13:20	12:30	13:00

Tabelle 6. Übersicht über die Gruppen, deren Diskussionen aufgezeichnet wurden.

4.5.2. Der Prozess des Kodierens

Zunächst kodierte ich im Zuge des ersten Kodierens (*initial coding*) nach Charmaz drei Transkripte, eines aus jeder der drei Klassen bzw. Schulen. Dabei vergab ich rund 120 Codes, die meisten von ihnen in Form von Substantiven (vgl. Abbildung 10 links). Diese Codes gruppierte ich schließlich thematisch in acht Gruppen, die ich wie folgt bezeichnete: CONCEPT CARTOON, EMOTIONEN, FRAMING, GRUPPENPROZESSE, INVOLVEMENT, LERNEN, SPRECHAKTE und WISSEN (alphabetisch geordnet). Abbildung 10 zeigt rechts die Codes, die ich zur vorläufigen Kategorie EMOTIONEN zusammenfasste.

Die auf diese Weise entstandenen vorläufigen Kategorien umfassten die für schulische Angelegenheiten naheliegenden kognitiven Kategorien LERNEN und WISSEN und die dem speziellen Setting geschuldeten Kategorien CONCEPT CARTOON und SPRECHAKTE. Darüber hinaus zeigte sich mir in den Kategorien EMOTIONEN, FRAMING, GRUPPENPROZESS und INVOLVEMENT die Bedeutung emotionaler und sozialer Einflussfaktoren auf den Inhalt und den Verlauf der Gruppendiskussionen. Abbildung 11 zeigt eine erste Skizze, wie diese vorläufigen Kategorien miteinander in Wechselwirkung stehen. (Die Dicke der Pfeile deutet die Stärke der Wechselwirkung an.)

2013_02_12

Abbruch
 Abwehr _ Distanz
 Anhaltspunkt
 Anschaulichkeit
 Arbeitshaltung
 Argument
 Argumentationsnotstand
 Aufgabe
 Aufgabenverständnis _ fachliche Klärung
 Aufgabenverständnis _ Multiple Choice
 Aufnahmesituation_ Big Brother
 Aufnahmesituation _ Inszenierung
 Begriff _ Bedeutung
 Begriff _ Fachbegriff
 Begründung
 Beharrlichkeit
 ...



2013_12_07

CC_*CONCEPT CARTOON
 ...
 EM_*EMOTIONEN
 EM_akad_Selbstkonzept_fraglich
 EM_akad_Selbstkonzept_high
 EM_akad_Selbstkonzept_low
 EM_Ärger_Frustration
 EM_Entspannung
 EM_fachl_Unsicherheit_WI
 EM_Langeweile_Desinteresse
 EM_Peinlichkeit_Verlegenheit
 EM_Ratlosigkeit
 EM_Resignation
 EM_situatives_Unvermögen
 EM_Wunsch nach Bestätigung
 EM_Wunsch sich einzubringen
 EM_Zufriedenheit
 FR_*FRAMING
 ...

Abbildung 10. Entwicklung der Kodeliste vom *initial coding* zum ersten vorläufigen Kategoriensystem links: Auszug aus der ersten Kodeliste alphabetisch geordnet (*initial coding*) vom 12.03.2013; rechts: Beispiel für eine der vorläufigen Kategorien (EMOTIONEN) inklusive der zugeordneten Codes vom 07.12.2013.

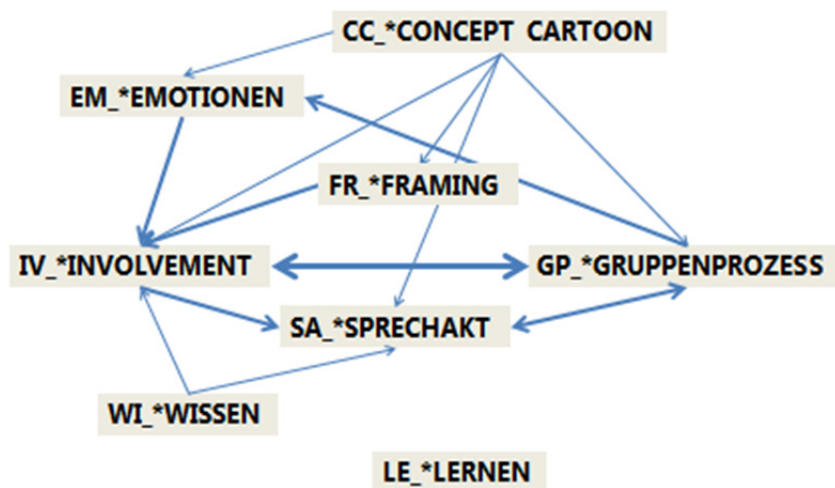


Abbildung 11. Skizze der Aus- und Wechselwirkung von bzw. zwischen den vorläufigen Kategorien.

Im Zuge dieser ersten Analyse kam ich zu der Überzeugung, dass es mir nicht möglich sein würde, vom Einsatz eines Concept Cartoons als Stimulus für eine Kleingruppendiskussion auf die Argumentationsfähigkeit der SchülerInnen zu schließen. Wie bereits beschrieben (vgl. S. 60), veränderte sich mein Forschungsinteresse. Ich wollte hinfort die von mir als

bedeutsam eingeschätzten emotionalen und sozialen Einflussfaktoren und ihre komplexen Wechselwirkungen untereinander ergründen.

Nachdem ich meine ersten Ergebnisse und die daraus abgeleiteten Überlegungen mehreren WissenschaftlerInnen in unterschiedlichen Settings vorgestellt und mit ihnen darüber diskutiert hatte, entschloss ich mich, mein vorläufiges Kategoriensystem und auch sämtliche Kodes, aus denen die Kategorien entstanden waren, zu verwerfen. Den Empfehlungen von Kathy Charmaz folgend (vgl. S. 64), kodierte ich nun unter Verwendung von (deutschen) Verben (mit Ergänzungen), um die Handlungen der SchülerInnen und die Prozesse in den Gruppen besser zu erfassen. Im Zuge dieser Re-Kodierung der drei bereits analysierten Transkripte vergab ich nun rund 90 neue Kodes (vgl. Abbildung 12).

2014_05_02

abschweifen	aufgreifen	Beispiel anführen
Anknüpfungspunkte suchen	Auskunft geben	Bestätigung suchen
antworten	Autorität beanspruchen	delegieren
Argumente einfordern	begründen	den Arbeitsauftrag erfüllen
argumentieren	beharrlich sein	(wollen)
aufgeben	behaupten	

Abbildung 12. Auszug aus der neuen Kodeliste (*initial coding 2*) vom 02.05.2014.

Diese neuen Kodes bewährten sich beim Kodieren des Transkripts einer weiteren Gruppendiskussion, sodass ich erneut Gruppen von Kodes zu Kategorien zusammenfasste. Diesmal verwendete ich jedoch für die Kategorien englischsprachige Bezeichnungen im Gerundium, um auf diese Weise die Handlungen der SchülerInnen von Anfang an in den Fokus zu nehmen. (vgl. Abbildung 13).

2014_12_22

****contributing points of reference***

Anknüpfungspunkte suchen
Wissen reaktivieren
Beispiel anführen
Erfahrung einbringen
Vorstellungen artikulieren
Fachwissen einbringen
ergänzen
antworten
Auskunft geben

****facing a lack of competence***

in Argumentationsnotstand geraten
mit dem eigenen Wissen am Ende sein
nicht (weiter) wissen
nichts zu sagen haben
persönlich verunsichert sein
sich fachlich unsicher sein
sich überfordert fühlen

Abbildung 13. Beispiel für zwei (der neuen) Kategorien inklusive der zugeordneten Kodes vom 22.12.2014 (**facing* wurde später in **declaring* umbenannt).

Die 16 Kategorien, die ich auf diese Weise im Zuge des fokussierten Kodierens entwickelte, stelle ich kurz unter 5.1 (S. 77ff) vor und erläutere sie in 5.4 (S. 88ff) und 5.5 (S. 114ff) eingehend. Um diese Kategorien weiter zu sättigen, bezog ich zwei zusätzliche Transkripte

in den Prozess des fokussierten Kodierens mit ein. Schließlich fasste ich die Kategorien zu den vier Kernkategorien ORIENTIEREN, ARTIKULIEREN, INTERAGIEREN UND KOOPERIEREN zusammen. (Abbildung 15, S. 89 zeigt die entsprechende Zuordnung.)

Im Zuge dieser prinzipiellen Neuorientierung und zeitlich parallel zum Prozess des fokussierten Kodierens vertiefte ich mich in die einschlägige Literatur zu den Themen Emotionen, Engagement und SchülerInnen-Interaktion beim Kooperativen Lernen. Die Ergebnisse dieses Studiums habe ich in den Kapiteln 3.3 und 3.4 festgehalten. Sie waren für die Entwicklung meiner Theorieskizze von großer Bedeutung. Sie halfen mir, die Komplexität und Vielschichtigkeit von Lehr-Lern-Situationen, die ich aus meiner langjährigen praktischen Tätigkeit als Lehrerin immer wieder erfahren hatte, theoretisch besser zu verstehen. Damit weitete sich auch mein Blick, und das eröffnete mir neue Möglichkeiten bei der Interpretation der Daten.

4.5.3 Erläuterungen zur Ergebnisdarstellung und zu den Transkriptionsregeln

Das Audio-Video-Material der Gruppendiskussionen wurde zunächst nach den Regeln der geschriebenen Sprache bzw. der deutschen Rechtschreibung transkribiert (Standardorthographie) und anonymisiert. Bei der Auswertung der Daten wurde das qualitative Datenanalyseprogramm Atlas.ti verwendet. Die Schreibdarstellung erfolgt zeilenweise. Bei sich überschneidenden Äußerungen entfällt die Leerzeile zwischen den Sprechakten der GesprächsteilnehmerInnen. Die Nummerierung bezieht sich auf die Wortmeldungen, Leerzeilen erhalten dabei ebenfalls eine Nummer. Bei Ausschnitten aus den Transkripten werden einzelne Zeilen oder Bereiche angegeben. Letztere erkennt man am Doppelpunkt zwischen zwei Zeilennummern.

Den SchülerInnen wurden Kürzel zugeordnet, wobei das Kürzel für Schülerinnen auf A endet, das für Schüler auf O. Um die Zugehörigkeit einer Schülerin bzw. eines Schülers zu einer Gruppe anzugeben, wurden die Kürzel mit der entsprechenden Gruppennummer als Hochzahlen versehen. L steht in diesem Zusammenhang für Lehrerin, G für Gruppe. HEA⁴ steht beispielsweise für eine Schülerin aus der Gruppe 4.

Es kamen folgenden Transkriptionsregeln zur Anwendung:

(?)	Frageintonation (oder / Heben der Stimme)
(.)	kurzes Absetzen innerhalb oder zwischen zwei Äußerungen
(..)	kurze Pause (ca. 2 s)
(...)	kurze Pause (ca. 5 s)
(/)	vorübergehendes Abbrechen
(//)	komplettes Abbrechen eines Satzes
@	Lachen kurz

@@	Lachen lang
@nein@	lachend gesprochen
<u>auch</u>	betont
nei::n	Dehnung
< >	<i>Charakterisierung von nichtsprachlichen Vorgängen</i>
	<i>Zitate (vorgelesen) kursiv</i>

Um meine Interpretation möglichst gut nachvollziehbar zu machen, enthält das nun folgende Kapitel 5 zahlreiche, zum Teil auch längere Ausschnitte aus den Transkripten und zusätzlich Verweise auf weitere Ausschnitte, die jedoch im Anhang 3 gesondert angeführt werden. Auf diese Weise soll die Balance zwischen Lesbarkeit und Nachvollziehbarkeit gewährleistet werden.

In Kapitel 6 stelle ich die Skizze meiner aus den Daten entwickelten Grounded Theory vor.

5. Analyse und Interpretation der Daten

Die Analyse der Gruppendiskussionen hat zunächst 16 Kategorien (im Text gekennzeichnet durch * und *kursiv*) ergeben, mit deren Hilfe beschrieben werden kann, wie die SchülerInnen während der Gruppendiskussion agieren. Diese Kategorien bilden die Grundlage für die Darstellung der Ergebnisse und werden in Kapitel 5.1 vorgestellt und im weiteren Verlauf der Arbeit in entsprechenden Unterkapiteln detailliert erörtert. Im Anschluss an den Überblick über die Kategorien wird aufgezeigt, welche Herausforderungen die Aufgabe, eine durch den Concept Cartoon initiierte Diskussion zu führen, für die SchülerInnen mit sich bringt (5.2), welche fachlichen Konzepte die SchülerInnen zur Sprache bringen (5.3) und welche Schritte die SchülerInnen bei der Lösung der Aufgabe durchlaufen (5.4). Kapitel 5.5 widmet sich schließlich den Schwierigkeiten, die während der Gruppendiskussionen auftreten.

Wie alle Ergebnisse qualitativer Forschung verstehen sich die im Folgenden dargestellten Ergebnisse als vorläufig (Erickson, 2012).

5.1. Handlungen der SchülerInnen während der Gruppendiskussion im Überblick

Wie bei jeder Gruppenarbeit hängt der Verlauf der Gruppendiskussionen stark vom Engagement der SchülerInnen, ihren fachspezifischen Basiskenntnissen, kommunikativen Fähigkeiten und ihrer Kooperationsbereitschaft ab. Was die Gruppendiskussion im Zuge einer Concept-Cartoon-Aufgabe auszeichnet, ist ihre Vielschichtigkeit. Sie fordert (und fördert) eine hohe Problemlösekompetenz und Frustrationstoleranz sowie die Fähigkeit, produktiv mit Unsicherheit umzugehen.

Das Engagement der SchülerInnen bei der Bearbeitung der Aufgabe hängt stark davon ab, wie die SchülerInnen den Arbeitsauftrag und die Situation einschätzen und beurteilen und wie sie sich diesen gegenüber positionieren (**framing the task*). Diese Bewertung wiederum hängt zum einen vom Erkenntnisinteresse der SchülerInnen und zum anderem von ihrer generellen Arbeitshaltung ab: Spricht sie das Thema des Concept Cartoons an und/oder möchten sie dem Arbeitsauftrag nachkommen (**wondering*), so bewerten sie die Situation positiv, lassen sich auf die Aufgabe ein und beteiligen sich konstruktiv an der Gruppendiskussion. In dieser ersten Phase der generellen Orientierung spielen auch das momentane Setting und die Gruppenkonstellation eine wesentliche Rolle.

Um die einzelnen Erklärungsansätze interpretieren, evaluieren und gegebenenfalls weiterentwickeln zu können, brauchen die SchülerInnen fachspezifische Basiskenntnisse. Wenn SchülerInnen über gesichertes Fachwissen verfügen und dieses in die Diskussion

einbringen, leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Klärung einer Frage/Lösung eines Problems/einer Aufgabe (**contributing points of reference*). Aber auch wenn sie sich fachlich nicht so sicher sind, und dennoch ihre Vermutungen und Ideen äußern (**suggesting an idea*), schaffen sie damit die Möglichkeit, in der Gruppe gemeinsam weiterzudenken. In beiden Fällen ist es wichtig, dass die SchülerInnen ihre Gedanken und Überlegungen ihren MitschülerInnen verständlich (**being unclear/vague*) und nachvollziehbar machen (**arguing*). Die MitschülerInnen sollten zuhören, nachfragen, auf Wortmeldungen eingehen und gegebenenfalls Einwände vorbringen (**disagreeing*). Kurz, die SchülerInnen müssen konstruktiv und gleichberechtigt zum Thema diskutieren (**deliberating on the matter*). Das setzt ein gemeinsames Erkenntnisinteresse, Kooperationsbereitschaft und Teamfähigkeit voraus.

Diese Voraussetzungen sind oft nur zum Teil erfüllt. Das kann daran liegen, dass das Erkenntnisinteresse einzelner SchülerInnen gering und ihre generelle Arbeitseinstellung passiv bis destruktiv ist. In der Folge beteiligen sie sich kaum (**watching*) oder nur halbherzig an der Diskussion, kommen immer wieder vom Thema ab (**moving away*) und behindern mitunter aktiv die Arbeit in der Gruppe (**hindering group work*). Darüber hinaus erleben viele SchülerInnen ihr Fachwissen als wenig tragfähig (**declaring a lack of competence*). Das hat unter anderem zur Folge, dass sie sich vielfach unklar äußern (**being unclear/ vague*), häufig das Thema wechseln (**changing subjects when reaching an impasse*) und ihre Aussagen oft nicht begründen (**claiming*). Gelegentlich zeigen sich in diesem Zusammenhang die metakognitiven Fähigkeiten einzelner SchülerInnen. Sie erklären in der Diskussion, was sie wissen, wo ihr Wissen endet (**stating the limits of ones knowledge*) und was genauer zu wissen an diesem Punkt hilfreich sein würde (**expressing a need for clarification*).

<i>*arguing</i>	argumentieren; Aussagen begründen, um das Gegenüber zu überzeugen.
<i>*being unclear/vague</i>	sich unklar ausdrücken. Grund dafür kann sein, dass dem/der SprecherIn die Dinge, entweder selbst nicht klar oder aber so selbstverständlich sind, dass er/sie sie nicht genauer ausführt.
<i>*changing subjects when reaching an impasse</i>	das Thema wechseln, sobald man ansteht; ungeklärte Dinge im Raum stehen lassen, ihnen nicht weiter nachgehen.
<i>*claiming</i>	behaupten; Geltungsanspruch erheben, ohne zu begründen.

<i>*contributing points of reference</i>	Anhaltspunkte beisteuern; Wissen reaktivieren; Beispiele anführen; Erfahrung einbringen; Vorstellungen artikulieren; Fachwissen einbringen. Die SchülerInnen sind von der „Richtigkeit“ dessen, was sie einbringen, selbst überzeugt und auch ihre MitschülerInnen hinterfragen diese nicht. Die Anhaltspunkte dienen als Ausgangsbasis der weiteren Diskussion.
<i>*declaring a lack of competence</i>	erkennen, dass das eigene Wissen nicht ausreicht; in Argumentationsnotstand geraten; sich fachlich unsicher/überfordert fühlen; nicht (mehr weiter) wissen; nichts zu sagen haben.
<i>*deliberating on the matter</i>	über das Thema ernsthaft diskutieren; sich beraten, um zu einer gemeinsamen Entscheidung zu kommen. Es setzt voraus, dass SchülerInnen ihr Wissen beisteuern, aufeinander eingehen, nachfragen, begründen und gegebenenfalls ihren MitschülerInnen widersprechen.
<i>*disagreeing</i>	infrage stellen; anzweifeln; dagegenhalten; widersprechen. SchülerInnen vertreten ihre Meinung/Vorstellung, auch wenn sie von der der MitschülerInnen abweicht.
<i>*expressing a need for clarification</i>	die Notwendigkeit etwas zu klären, zum Ausdruck bringen; Fragen formulieren; auf Unklarheiten/offene Punkte hinweisen, sie benennen.
<i>*framing the task</i>	der Aufgabe, dem Arbeitsauftrag eine Bedeutung zuschreiben, ihn interpretieren und bewerten.
<i>*hindering group work</i>	die Arbeit der Gruppe behindern.
<i>*moving away</i>	vom Thema abkommen; aussteigen.
<i>*stating the limits of one's knowledge</i>	die Grenzen des eigenen Wissens kundtun und dabei (im Gegensatz zu <i>*declaring a lack of competence</i>) konkret benennen, bis wohin das Wissen reicht.
<i>*suggesting an idea</i>	eine Idee einbringen; einen Vorschlag machen; eine Möglichkeit andeuten; etwas zur Diskussion stellen; laut denken; vermuten. Die Schülerin bzw. der Schüler ist selbst nicht sicher, ob der Beitrag fachlich richtig und/oder zielführend ist.
<i>*watching</i>	beobachten.
<i>*wondering</i>	staunen und wissen wollen.

Tabelle 7. Übersicht über die Kategorien in alphabetischer Reihenfolge.

Die in diesem Kapitel überblicksmäßig beschriebenen Handlungen der SchülerInnen können als Antwort auf Herausforderungen auf drei eng miteinander verwobenen Ebenen gesehen werden: auf der kognitiven, der sozialen und der emotionalen Ebene. Im folgenden Kapitel werden diese Herausforderungen skizziert.

5.2. Fachliche, kognitive, soziale und emotionale Herausforderungen

Concept-Cartoon-Aufgaben sind anspruchsvoll und ihre Bearbeitung stellt für viele SchülerInnen eine Herausforderung dar. Die Beantwortung der im Concept Cartoon aufgeworfenen Frage ist für die SchülerInnen zum Zeitpunkt des Einsatzes, am Beginn eines neuen Themas, nicht in allen Details möglich. Die Aussagen in den Sprechblasen liefern verschiedene Antworten und damit Erklärungsansätze, von denen aber aus fachwissenschaftlicher Sicht nicht alle angemessen sind. Die Statements sind gleichermaßen hilfreich wie irritierend. Hilfreich ist, dass sie die zentrale Frage in Unterfragen gliedern. Irritierend ist, dass die Aussagen einander zum Teil widersprechen, zum anderen ergänzen und häufig weitere Fragen aufwerfen. Anders als bei Multiple-Choice-Aufgaben genügt es nicht, aus vorgegebenen Antworten „die richtige“ auszuwählen. Die SchülerInnen müssen die Statements interpretieren, durchdenken, bewerten und weiterentwickeln und schließlich annehmen oder verwerfen. Zur Diskussion steht in der Folge nicht nur die eine zentrale Frage, sondern eine Vielzahl von Erklärungsansätzen: die Aussagen in den Sprechblasen und die Überlegungen, die SchülerInnen von sich aus in die Diskussion einbringen. Diese Vielfalt macht die Aufgabe anspruchsvoll.

Auf der fachlich-kognitiven Ebene finden sich die SchülerInnen mit einer inhaltlich anspruchsvollen, vielschichtigen und offenen Fragestellung konfrontiert. Die Aufgabe ist so konzipiert, dass tiefergehendes Verstehen, das zu einer (umfassenden) Beantwortung der Frage notwendig ist, erst im Anschluss an die Gruppendiskussion im Unterricht erarbeitet werden soll. Keine(r) der SchülerInnen sollte also (wie generell bei Gruppenarbeiten) in der Lage sein, die Aufgabe alleine zu lösen. Gerade weil die SchülerInnen über das im Concept Cartoon angesprochene Thema noch wenig wissen, müssen sie ihre fachspezifischen Basiskenntnisse (re-)aktivieren und auf ihre Verwertbarkeit hinsichtlich der Fragestellung hin durchforsten. Nur wenn einzelne SchülerInnen Ideen und Vorstellungen einbringen (**suggesting an idea*) und fachliche Grundlagen festhalten bzw. beisteuern (**contributing points of reference*), können sich die SchülerInnen als Gruppe einer Lösung nähern.

Auf der sozialen Ebene besteht die Herausforderung für die SchülerInnen allem voran darin, als Gruppe Verantwortung für die Lösung der Aufgabe zu übernehmen und die Beiträge

einzelner sinnvoll zu nützen. Eine konstruktive Zusammenarbeit setzt voraus, dass sich die SchülerInnen gleichberechtigt beteiligen und ihre Überlegungen so kommunizieren, dass ihre MitschülerInnen sie nachvollziehen können (**being unclear/vague; *arguing*). Das heißt, die SchülerInnen müssen bereit und in der Lage sein, einen Dialog zu führen. Darüber hinaus erfordert die Kooperation gleichzeitig wechselseitige Wertschätzung und eine kritische Grundhaltung. Die wechselseitige Wertschätzung äußert sich beispielsweise im aktiven Zuhören: Die SchülerInnen lassen einander ausreden und nehmen in ihren Äußerungen aufeinander Bezug. Die kritische Grundhaltung zeigt sich, wenn SchülerInnen ihren MitschülerInnen nicht unhinterfragt zustimmen, sondern Erklärungen/Begründungen einfordern und gegebenenfalls einander auch widersprechen (**disagreeing*) (vgl. 3.4.5, S. 56).

Da die SchülerInnen während der Diskussion weder die Möglichkeit haben, auf irgendwelche Quellen zurückzugreifen, noch Bestätigung von Seiten der Lehrperson zu bekommen, obliegt es der Gruppe, die Aussagen einzelner zu evaluieren. In einem nächsten Schritt müssen sie aufbauend auf den Beiträgen einzelner diese weiterentwickeln und verknüpfen, um gemeinsam neues Wissen zu generieren (**deliberating on the matter*). Sabotieren einzelne SchülerInnen diesen Prozess aktiv, so behindern sie die Arbeit der Gruppe (**hindering group work*).

Die fachlich-kognitiven und sozialen Anforderungen führen dazu, dass die SchülerInnen auch emotional gefordert sind. Ihre bisher gemachten Erfahrungen beim Versuch, anspruchsvolle Aufgaben zu lösen, und beim Arbeiten in Gruppen führen dazu, dass sie dem Arbeitsauftrag mit einer bestimmten Grundhaltung begegnen (**framing the task*). Sie bewerten die Situation dahingehend, wie wichtig/interessant/subjektiv bedeutsam auf der einen Seite und wie fordernd/möglich/unmöglich auf der anderen Seite für sie das Finden einer Lösung/Antwort erscheint. Erscheint die Beantwortung den SchülerInnen subjektiv bedeutsam und machbar, so erleben sie die Aufgabe als Herausforderung. Erscheint sie ihnen hingegen als bedeutsam und unmöglich, so erleben sie Überforderung und Frustration (vgl. 3.3.8, S. 45). Bewerten die SchülerInnen die Frage als bedeutungslos, so wird die Aufgabe, sofern ihre Lösung machbar erscheint, zur Pflichtübung. Ist sie hingegen bedeutungslos und zu anspruchsvoll, so stellt sich Langeweile ein. Ein Abgleiten vom Thema ist die Folge (**moving away*).

Die Einschätzung/Bewertung und die daraus resultierende momentane emotionale Befindlichkeit ändern sich während der Diskussion des Öfteren. Das hat zum einen damit zu tun, dass die SchülerInnen, wenn sie bei einem Sprechblasentext/Unterthema nicht mehr weiter wissen, zu einem anderen Sprechblasentext/Unterthema wechseln (**changing subjects when reaching an impasse*). Zum anderen erleben die SchülerInnen immer wieder kleine Fortschritte, erkennen aber auch gleichzeitig die Begrenztheit ihres eigenen Wissens

und die Komplexität des Themas (**declaring a lack of competence; *stating the limits of ones knowledge*).

Die Tatsache, dass die SchülerInnen unter sich sind, entspannt die Situation und macht sie zu einer potentiellen Lernsituation. Gleichzeitig bedeutet es aber auch, dass sie auf sich alleine gestellt sind. Das Fehlen jedweder Bestätigung durch die Autorität der Lehrperson wirkt auf viele SchülerInnen verunsichernd. Wenn sie sich gemeinsam an eine Lösung heranzutasten versuchen, bleibt immer die Ungewissheit, ob das, worauf sie sich als Gruppe geeinigt haben, auch tatsächlich fachlich angemessen ist (z. B. G3 236:245, S. 140 und G2 180:245)

In Kapitel 5.1 und in diesem Kapitel wurde ein Überblick über die Handlungen der SchülerInnen bzw. die mit der Concept-Cartoon-Aufgabe verbundenen Herausforderungen gegeben. In den folgenden Kapiteln soll auf einzelne Aspekte näher eingegangen werden.

5.3. Fachliche Konzepte der SchülerInnen zum Thema des Concept Cartoons

Concept-Cartoon-Aufgaben sind kognitiv anspruchsvoll. Sie erfordern grundlegende fachliche Kompetenzen und die Fähigkeit, Wissen neu zu verknüpfen. Die fachlichen Konzepte, über die die SchülerInnen bereits verfügen oder die sie im Lauf der Diskussion entwickeln, sollen im Folgenden beschrieben werden.

Wie in Kapitel 4.5.1 (S. 70) bereits erwähnt, stammen die dieser Arbeit zugrunde liegenden Daten aus sechs Gruppendiskussionen, bei denen ein Concept Cartoon eingesetzt wurde, der die Frage aufwirft, wie sich die unterschiedlichen Eigenschaften von Diamant und Graphit erklären lassen (vgl. Abbildung 9, S 71). Mit seiner Hilfe wurde im Anschluss an das Thema „Atombau“ der Einstieg in das Thema „Chemische Bindung“ und damit das Struktur-Eigenschafts-Konzept vollzogen. Zur besseren Nachvollziehbarkeit wurden die Sprechblasen für die Ergebnisdarstellung nummeriert und der Concept Cartoon noch einmal abgebildet.

**Diamant und Graphit bestehen beide nur aus Kohlenstoffatomen.
Wie lassen sich ihre unterschiedlichen Eigenschaften erklären?**



Abbildung 14. Concept Cartoon zum Thema chemische Bindung am Beispiel von Diamant und Graphit (1.Version). Zur besseren Nachvollziehbarkeit wurden die Sprechblasen für die Ergebnisdarstellung nummeriert.

Für fachlich weniger versierte LeserInnen werden im Folgenden der fachliche Hintergrund und damit die Beantwortung der dem Concept Cartoon zugrundeliegenden Frage kurz erläutert. Die unterschiedlichen Eigenschaften von Diamant und Graphit lassen sich durch die chemische Bindung zwischen den Kohlenstoffatomen erklären. Zwar herrscht in beiden Fällen eine Elektronenpaar- oder Atombindung, doch ist im Diamant jedes C-Atom an vier weitere C-Atome gebunden, in Graphit hingegen nur an drei. In der Folge ist Diamant extrem hart. Bei Graphit hingegen bilden sich planare Strukturen aus, die leicht gegeneinander verschiebbar sind und dazu führen, dass Graphit eine sehr geringe Härte aufweist. Aufgrund der Tatsache, dass bei Diamant alle vier Außenelektronen jedes Kohlenstoffatoms Teil der bindenden Elektronenpaare sind, ist Diamant ein Isolator und farblos. Bei Graphit bleibt pro Kohlenstoffatom ein Elektron ungebunden und frei beweglich. Das führt dazu, dass Graphit zum einen ein guter elektrischer Leiter ist, und zum anderen Licht beliebiger Wellenlänge aus dem sichtbaren Bereich zwischen 400 und 700 nm absorbieren kann und deshalb schwarz erscheint.

Die fachlichen Konzepte der SchülerInnen lassen sich in Anlehnung an den Concept Cartoon entsprechend den Statements in den Sprechblasen und den grafisch dargestellten Inhalten gliedern. Häufig erörtern die SchülerInnen zunächst die unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften von Diamant und Graphit. Aufgrund ihres allgemeinen Vorwissens sind sie sich einig, dass Diamant hart, Graphit hingegen weich ist. Es ist folglich nicht notwendig,

einander diesbezüglich argumentativ zu überzeugen (siehe **contributing points of reference*, S. 100). Diskutiert und erörtert werden hingegen Belege und Ursachen für diesen Sachverhalt.

Beispielsweise erklärt MIO⁵ gleich zu Beginn, Diamant sei „stark ... und stabil, [so]dass man eben auch Sachen reinritzen kann“ (MIO⁵ 009). Er nimmt damit Bezug auf die Abbildung, auf der links oben „Anna“ mit einem Diamantring ein Herz in eine Glasscheibe ritzt. MIO⁵ führt die Tatsache, dass Diamant zum Gravieren verwendet werden kann, als Beleg für seine Härte an und bleibt dabei auf der Ebene makroskopischer Eigenschaften (ähnlich auch XEA³ 104, HEA⁴ 072; G4 168:173 und 309:317, KRA⁵ 137).

DLO⁵ hingegen begründet seine Aussage, indem er auf die Teilchenebene eingeht. Er erklärt: „Der Graphit, also Kohlenstoff bildet längliche Strukturen und deswegen kann man auch so gut zeichnen, weil immer die oberste Schicht abbröselt“. (DLO⁵ 016) Er greift damit auf eines der Basiskonzepte der Chemie zurück, nämlich auf das Struktur-Eigenschafts-Konzept und nennt nicht nur einen Beleg (man kann gut zeichnen) sondern auch eine Ursache (die „längliche“ Struktur).

Was die Statements in den Sprechblasen anbelangt, so beginnen die SchülerInnen häufig mit der Diskussion der Aussage in der Sprechblase 3 (*„Diamant hat andere Eigenschaften als Graphit, weil er unter großer Hitze und starkem Druck zusammengepresst wird und daher seine Dichte viel höher ist als die von Graphit.“*). Druck, „Hitze“ und Dichte sind Phänomene bzw. Größen, mit denen die SchülerInnen aus dem Alltag vertraut sind und die sie auch im Physikunterricht behandelt haben sollten. ZIA¹ kommentiert Sprechblase 3 wie folgt: „Also, für mich hört sich das irgendwie am plausibelsten an. [...] Unter dem kann man sich einfach am meisten vorstellen“ (ZIA¹ 094 bzw. 116). Logisch erscheint den SchülerInnen auch, dass Diamant infolge der Entstehungsbedingungen eine größere Dichte hat als Graphit. Auffallend ist, dass in fünf der sechs Gruppen die SchülerInnen die Dichte des Diamanten als Ursache für seine Härte anführen. Als Beispiel wird im Folgenden eine Sequenz aus Gruppe 4 angeführt, in der LUA⁴ diese Argumentationslinie verfolgt. Gemeinsam mit HEA⁴ und OSA⁴ konstruieren die drei ein Argument und überzeugen damit WLA⁴ (**deliberating on the matter*).

G4 165:173

WLA⁴: *Diamant hat andere Eigenschaften als Graphit, weil er unter großer Hitze und starkem Druck zusammengepresst und dadurch seine Dichte viel höher als die von Graphit ist* <liest vor>. Ja, aber warum, macht die Dichte (//)

LUA⁴: Also logisch ist, dass die Dichte höher ist.

WLA⁴: Warum ist das logisch?

LUA⁴: Doch, deswegen ist ja dann härter. Man, mit Diamanten kannst du (/)

HEA⁴: Ja, es ist viel dichter.

OSA⁴: Desto höher die Dichte, desto stärker ist es.

WLA⁴: Aso, ja, ahh, check schon, check schon.
HEA⁴: Ja, weil alles viel mehr zusammenpresst sind.
LUA⁴: Mit Diamanten kann man ja dann auch ein Glas einritzen und so.

LUA⁴ führt die Tatsache, dass man mit Diamant Glas ritzen kann (173), als Beleg dafür an, dass er „härter“ ist (168). Als Ursache für die Härte nennt sie die „höhere“ Dichte (166). OSA⁴ bestärkt sie darin, indem sie die Schlussregel liefert: „Desto höher die Dichte, desto stärker [härter?] ist es“ (170). Ähnlich argumentieren auch ESA¹ (380:388), XEA³ (104:107), KRA⁵ (137) und NUO⁶ in Gruppe 6 (152:158). Nur in Gruppe 4 stellt HEA⁴ diese Argumentationslinie vorübergehen in Frage, nachdem die Lehrerin sie darauf hingewiesen hat, dass in Sprechblase 2 „stabiler“ und nicht „dichter“ steht (288 und 343; **disagreeing*).

ESA¹ geht in ihrer Argumentation einen Schritt weiter und bezieht die Aussage von Sprechblase 2 („... *durch die unterschiedliche Anordnung der Atome. Diamanten haben eine stabile Kristallstruktur im Gegensatz zu Graphit.*“) mit ein. Sie äußert gleich zu Beginn der Diskussion (ähnlich wie HEA⁴ 033) die folgenden Vermutung (**suggesting an idea*):

G1: 025 und 041

ESA¹: Ich glaub´ einmal, dass es um den unterschiedlichen Aufbau und die unterschiedliche Anordnung geht, weil das hat ja auch was mit dem Druck zu tun.
[...]
Das da hängt mit dem zusammen <zeigt auf die Sprechblasen links (2) und rechts (3) unten>. Weil durch größeren Druck entsteht größere Dichte. Und deswegen, das ist ja genau dasselbe. Die Anordnung wird dadurch anders. (...) Also ich glaub´ mal, dass es an dem Druck liegt, und dadurch wird halt die Anordnung anders.

ESA¹ scheint hier auf das Teilchenmodell zurückgreifen zu wollen, das wenige Monate vor dem Einsatz des Concept Cartoons im Chemieunterricht erarbeitet worden ist. Sie versucht damit analog zu den Aggregatzuständen auch die Härte zu erklären (ähnlich auch in AXO² 105, G3 261:263, OSA⁴ 141).

Der Text in Sprechblase 2 liefert einen fachlich angemessenen Erklärungsansatz. Er nimmt jedoch weder auf die Erfahrungen und das „Allgemeinwissen“ der SchülerInnen Bezug wie der Text in Sprechblase 3, noch greift er Begriffe auf, die im Unterricht zuvor behandelt wurden. Ähnlich wie die SchülerInnen in Gruppe 5 diskutieren, was mit dem Begriff „Kristallstruktur“ gemeint sein könnte (vgl. G5 151:200, S. 112), erörtern die SchülerInnen in Gruppe 4 die Bedeutung des Begriffs „Anordnung der Atome“.

G4 138:149

- OSA⁴: Irgendwie wäre die Anordnung der Atome auch irgendwie logisch, aber das ist ja soundso. Es ist (/)
- HEA⁴: Ich weiß nicht, diese Atome, die sind ja alle ziemlich gleich und wenn die dann halt irgendwie//
- WLA⁴: Warte, durch die unterschiedliche Anordnung der Atome (/)
- OSA⁴: Ja eh, nein, es sind einfach nur, die verschiedenen Anordnungen sind einfach nur flüssig, Gas und fest und gibt's nicht fest, fester, am festesten irgendwie
- WLA⁴: Aber, ich glaube, das ist damit nicht wirklich gemeint.
- HEA⁴: Ich glaube, das ist eher das Atom A links ist und Atom B rechts.
- OSA⁴: Ja eh.
- WLA⁴: Ja.
- LUA⁴: Ja, das glaube ich auch.
- HEA⁴: Und ich glaube nicht, dass das jetzt so viel ausmacht.
- OSA⁴: Ach so. Okay.
- LUA⁴: Also, ich glaube, der ist echt am besten, der Milo.

OSA⁴ erkennt, dass sie beim Versuch, analog zu den Aggregatzuständen die unterschiedlichen Eigenschaften, sprich „Festigkeiten“, von Diamant und Graphit mit Hilfe des Teilchenmodells zu erklären, an dessen Grenzen stößt („[...] gibt's nicht fest, fester, am festesten, irgendwie“ (141)). WLA⁴ merkt an, dass mit „Anordnung“ etwas anderes gemeint sein könnte (**expressing a need for clarification*). Und HEA⁴ erklärt ihre eigene Interpretation, nämlich, dass „eher das Atom A links ist und Atom B rechts“ (143), und dass das nicht „so viel ausmacht“ (147). Die anderen, einschließlich OSA⁴, stimmen ihr schließlich zu. Rund drei Minuten später, als die Lehrerin zur Gruppe hinzutritt, stellt sich heraus, dass die Einigung der Schülerinnen verfrüht war. Die Schülerinnen sind sich nach wie vor unsicher und uneinig, was mit „unterschiedlicher Anordnung“ im Text von Sprechblase 2 gemeint sein könnte. Im folgenden Ausschnitt wird das deutlich (vgl. Tendenz zuzustimmen, S. 132).

G4 245:258

- HEA⁴: Ja, das hat ja irgendwie auch komisch geklungen mit einer Anordnung von Atomen. Ich weiß nicht, vielleicht verstehen wir das auch falsch oder so, aber es ist (/)
- WLA⁴: Weil wir dachten eigentlich, dass die Anf(/) ah Anordnung der Atome so ist, von der ahm, Zahl her, von der atomic number her.<Handbewegung von links nach rechts und dann erneut von links nach rechts aber etwas darunter>
- OSA⁴: Nein, nein, so nicht, aber
- HEA⁴: Na nicht, naja, die ist ja gleich, aber zum Beispiel das Atom A jetzt links ist und Atom B rechts und
- OSA⁴: Es ist einfach, wie sie zusammenpicken halt.
- WLA⁴: Aso, dachte ich das.
- L: Es sind ja immer die gleichen Atome.

- WLA⁴: Ach so.
 OSA⁴: Ja, eben.
 HEA⁴: Ja, eben und deswegen würde es dann nicht wirklich was machen oder? (.) Wenn die ja eh alle gleich sind. Außer, außer es ist gemeint, mit der Anordnung, ob sie jetzt näher zusammen sind oder weiter auseinander, aber das war irgendwie bei dem schon geklärt.
 WLA⁴: Die Aussage check ich gar nicht.

Der Lehrerin gegenüber bezeichnen die Mädchen die Aussage in Sprechblase 2 nun als „komisch“ (HEA⁴ 245) bzw. „urkomisch“ (LUA⁴ 262) und WLA⁴ bekundet, dass sie sie nicht „checkt“ (258) (**declaring a lack of competence*). Aus der Handbewegung von WLA⁴ lässt sich schließen, dass sie anfänglich den Begriff „Anordnung“ mit dem Periodensystem der Elemente assoziiert hat (246). In ihm sind die Elemente nach steigender Kernladungszahl/Ordnungszahl angeordnet. OSA⁴ und HEA⁴ widersprechen ihr (**disagreeing*) und entwickeln jeweils eine neue, eigene Idee (**suggesting an idea*). So meint OSA⁴: „Es [die Anordnung] ist einfach, wie sie zusammenpicken halt“ (250) und HEA⁴ räumt ein, mit Anordnung könnte auch gemeint sein, „ob sie [die Atome] jetzt näher zusammen sind oder weiter auseinander, ...“ (257). Anstatt diese beiden Überlegungen weiter zu verfolgen, wenden sich die Schülerinnen jedoch kurz darauf dem Text in Sprechblase 1 zu (**changing subjects when reaching an impasse*).

Den Text in Sprechblase 1 („Diamant und Graphit bestehen jeweils aus verschiedenen Isotopen des Kohlenstoffs. Die Kohlenstoffatome unterscheiden sich daher in der Anzahl ihrer Neutronen.“) zu evaluieren, erweist sich für viele SchülerInnen als besondere Herausforderung. Das ist insofern erstaunlich, als der Concept Cartoon im Anschluss an die Erarbeitung des Atombaues als Einstieg ins Thema chemische Bindung konzipiert war. Die SchülerInnen erkennen die Definition von Isotopen in Sprechblase 1 wieder und fühlen sich in ihrem Wissen bestätigt (z. B. IBA³ 052). Die Tatsache, dass sie jedoch keinen Bezug zum aktuellen Thema, den unterschiedlichen Eigenschaften von Diamant und Graphit, herstellen können, scheint sie zu verunsichern (vgl. z. B. G1 071:085, S. 121 und G5 094:097, S. 122).

In Gruppe 2 diskutieren die Schüler eingehend (G2 165:230) welchen Einfluss die Neutronen auf die Ladung, Größe und Masse eines Atoms haben. Sie kommen zu dem Schluss, dass durch die Zunahme der Masse durch mehr Neutronen die Gravitationskraft steigt, was in der Folge zu einer stabileren Struktur führen sollte (vgl. auch G2 226:241, S. 132). In eine ähnliche Richtung gehen auch die Überlegungen von XEA³. Sie meint, die zusätzlichen Neutronen würden die Dichte des Stoffes erhöhen und kommt zu folgendem Schluss: „Das heißt, Diamanten könnten aus dem Isotop bestehen (?) C14 (?) Und dann könnte Graphit, das weniger Dichte hat, aus C12 bestehen“ (XEA³ 241, vgl. auch G3 236:245, S. 140). Einzig

RAO⁶ verfügt diesbezüglich über fundiertes Wissen, sodass er mit Sicherheit sagen kann, dass die Aussage in Sprechblase 1 keine Erklärung liefert (vgl. RAO⁶ 092, S. 100).

In diesem Abschnitt wurden die fachlichen Konzepte der SchülerInnen zum Thema des Concept Cartoons dargestellt. Im anschließenden Teil der Arbeit wird detailliert beschrieben, welche Schritte die SchülerInnen im Zuge einer konstruktiven Diskussion auf ihrem Weg in Richtung Lösung durchlaufen (müssen).

5.4. Schrittweise von der Frage/dem Problem in Richtung Antwort/Lösung

Am Beginn der Gruppendiskussion steht das im Concept Cartoon präsentierte Problem bzw. die darin thematisierte Frage. Auf dem Weg in Richtung Lösung des Problems bzw. Beantwortung der Frage arbeiten sich die SchülerInnen sukzessive von einem Zustand der Ungewissheit und fachlichen Unsicherheit in Richtung Gewissheit und fachlicher Sicherheit. Dabei durchlaufen sie mehrere, immer wiederkehrende Phasen. Die Abfolge dieser Phasen und die für sie typischen Handlungen/Kategorien sind in Abbildung 15 schematisch dargestellt.

In einer ersten Orientierungsphase sieht sich jede Schülerin bzw. jeder Schüler mit der Aufgabe konfrontiert und muss sich ihr gegenüber positionieren (**framing the task*). Durch den Einsatz des Concept Cartoons soll in dieser Phase bei den SchülerInnen eine neugierig-fragende Haltung erzeugt werden (**wondering*). Sie wirkt sich positiv auf das Engagement und den Verlauf der Gruppendiskussion aus. Erachten die SchülerInnen das Thema hingegen als nicht „fragwürdig“ oder/und anschlussfähig an ihr bereits vorhandenes Wissen, so warten sie zunächst ab und schauen ihren MitschülerInnen zu (**watching*) oder reden über etwas anderes (**moving away*).

In einem nächsten Schritt bringen die SchülerInnen ihre jeweiligen Vorstellungen, Ideen und Vorschläge (**suggesting an idea*) und ihr bereits vorhandenes Wissen ein (**contributing points of reference*). Sie legen offen, was jede/r einzeln zur Klärung beitragen kann. Während dieser Phase des Artikulierens der eigenen Überlegungen und Erklärungsansätze stellen SchülerInnen auch gelegentlich fest, wo ihr Wissen endet (**stating the limits of ones knowledge*) und was zu wissen jetzt von Nöten wäre (**expressing a need for clarification*). Immer wieder äußern sich SchülerInnen in dieser und auch in späteren Phasen vage und diffus, sodass unklar ist, was genau sie sagen wollen (**being unclear/vague*). Gelingt es den SchülerInnen nicht, ihre fachspezifischen Basiskenntnisse mit der Aufgabenstellung in Verbindung zu bringen und sie zur Bearbeitung des Problems zu nutzen, so äußern manche

von ihnen, aufgrund mangelnder Fähigkeiten, nichts zur Klärung der Frage/Lösung des Problems beitragen zu können (**declaring a lack of competence*).

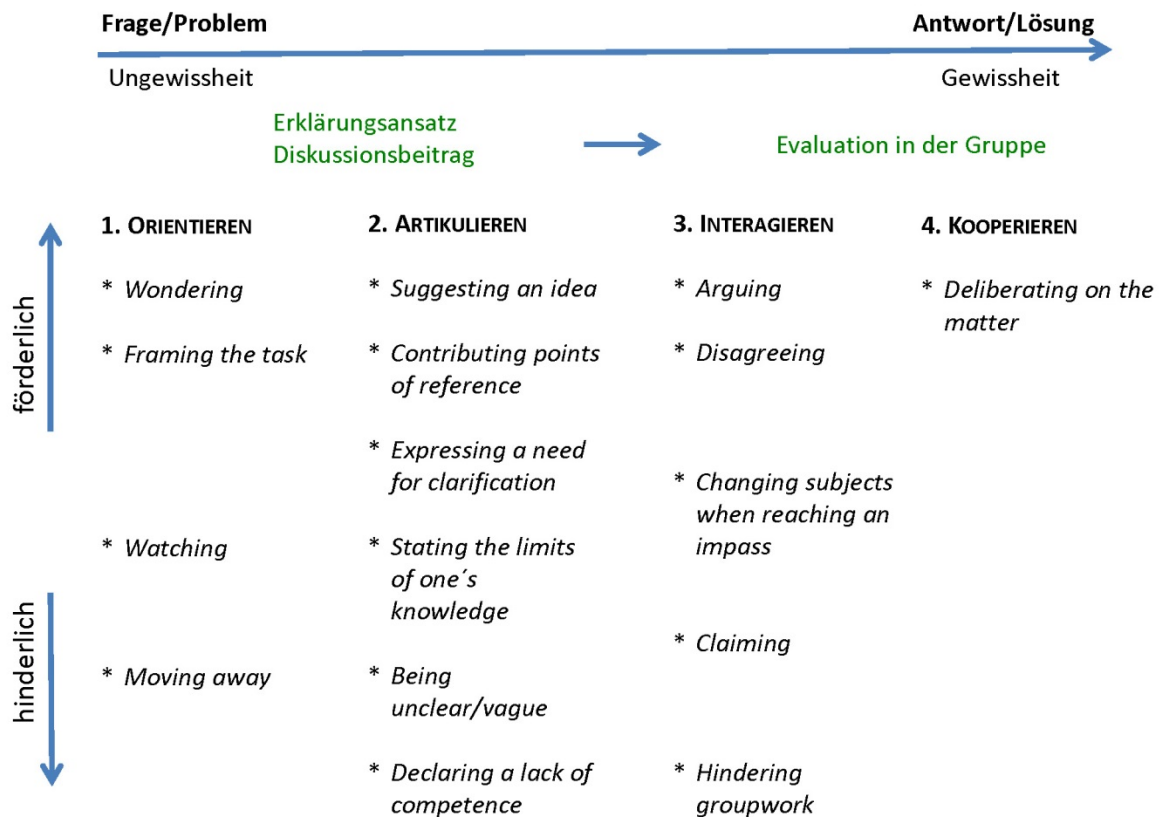


Abbildung 15. Schematische Darstellung der Abfolge der Phasen/Kernkategorien, die die SchülerInnen während der Diskussion durchlaufen, und die für die Phasen/Kernkategorien typischen Handlungen/Kategorien (Steininger, 2016b, S. 392)

Erst in der dritten Phase, der Interaktionsphase, beginnt die eigentliche Diskussion. In konstruktiv verlaufenden Gesprächssequenzen nehmen die SchülerInnen aufeinander Bezug, versuchen, einander zu überzeugen (**arguing*), stimmen einander zu und/oder widersprechen einander (**disagreeing*) und evaluieren so die Gesprächsbeiträge der einzelnen SchülerInnen in der Gruppe. Erreicht die Diskussion einen Punkt, an dem niemand mehr weiter weiß, so wechseln die SchülerInnen häufig das Thema (**changing subjects when reaching an impasse*). Mitunter geht es einzelnen SchülerInnen jedoch weniger darum, gemeinsam eine Lösung zu finden, als „Recht“ zu haben. Sie stellen Behauptungen in den Raum und fordern von ihren MitschülerInnen, diese als richtig anzuerkennen (**claiming*). Auf diese Weise verhindern sie eine fruchtbare Diskussion. Ebenfalls hinderlich ist es, wenn einzelne SchülerInnen Sonderpositionen innerhalb der Gruppe einnehmen, sei es die des Klassenkaspers oder die des Besserwissers (**hindering group work*).

Verläuft die Interaktionsphase konstruktiv, so gelingt es den SchülerInnen, während Phasen der Kooperation zu neuen Erkenntnissen zu gelangen und in der Gruppe gemeinsam neues

Wissen zu konstruieren (**deliberating on the matter*). Auf diese Weise erlangen sie ein Stück mehr fachliche Sicherheit und nähern sich der Klärung des Problems und der Lösung der Aufgabe.

Die Abfolge der beschriebenen Phasen ist nicht streng chronologisch zu verstehen. Vielmehr beginnt immer dann, wenn eine Schülerin oder ein Schüler eine neue Idee in die Diskussion einbringt, wieder eine Artikulationsphase. Wie häufig daran eine Interaktionsphase anschließt, in der MitschülerInnen die Idee aufgreifen, ist von Gruppe zu Gruppe verschieden. Die Phase der Kooperation, das eigentliche didaktische Ziel der Arbeit mit den Concept Cartoons, wird nur gelegentlich und vorübergehend erreicht.

Vergleicht man die vier Phasen mit denen eines Kartenspiels, so entspricht die Orientierungsphase dem Betrachten des eigenen Blatts und der MitspielerInnen sowie der prospektiven Einschätzung des Spiels. Die Phase des Artikulierens gleicht dann dem Ausspielen der eigenen Karten zu Beginn einer Runde. Das ist, was jede/r SchülerIn/ SpielerIn zunächst unabhängig von den MitschülerInnen/MitspielerInnen beitragen kann. Während der Interaktionsphase reagieren die SchülerInnen/SpielerInnen nun mehr oder weniger überlegt auf bereits ausgespielte Karten. Ein wirklich gelungenes Spiel ist jedoch nur möglich, wenn die SchülerInnen/SpielerInnen ganz bei der Sache sind, aufeinander eingehen und miteinander kooperieren.

Von den 16 oben genannten Kategorien sollen im Folgenden jene detailliert beschrieben und erläutert werden, die von besonderer Bedeutung für eine fruchtbare Diskussion sind. Das sind die in Abbildung 15 in der oberen Hälfte dargestellten Kategorien. Der Abfolge der einzelnen Phasen folgend, sind das von rechts nach links die Kategorien **wondering*, **framing the task*, **contributing points of reference*, **suggesting an idea*, **arguing*, **disagreeing*, **claiming* und **deliberating on the matter*. Weitere Kategorien werden in späteren Kapiteln ausführlich dargelegt.

5.4.1. Orientierungsphase: **Framing the task* und **Wondering*

Wie eine Schülerin bzw. ein Schüler in Anbetracht eines Concept Cartoons und des unterrichtlichen Settings die Situation bewertet, hat einen entscheidenden Einfluss darauf, ob in ihr bzw. ihm eine fragende Haltung entsteht – und umgekehrt. Die Kategorien **framing* und **wondering* beeinflussen einander deshalb wechselseitig. Gemeinsam bilden sie die Basis für alle weiteren Aktivitäten und Interaktionen.

****Framing the task***

**Framing the task* beschreibt, wie SchülerInnen die Aufgabe, die ihnen gestellt wird, interpretieren und bewerten. Es bildet den Ausgangspunkt und damit das Fundament der Gruppendiskussionen. Abgeleitet von engl. Wort „to frame“ beschreibt Framing das Einbetten von Erlebtem in subjektive Deutungsrahmen (vgl. 3.3.2. Situationsgebundenheit von Emotionen, S. 36). Der Begriff wurde mittlerweile in die deutsche Sprache übernommen.

Wie SchülerInnen die Situation, in der sie sich befinden, framen, beeinflusst maßgeblich ihre Handlungen. In der Folge kann aus ihren Handlungen auf ihre individuellen Deutungsrahmen rückgeschlossen werden. Im konkreten Fall der Gruppendiskussionen zu einem Concept Cartoon scheinen folgenden Aspekte für das Einbetten in diese Deutungsrahmen besonders wichtig: a) Aufgabenverständnis, b) Bedeutsamkeit und Sinnzuschreibung, c) Selbsteinschätzung, Zuversicht und Kompetenzerleben und d) Gruppenprozesse.

Zunächst stellt sich die Frage, wie die SchülerInnen den Arbeitsauftrag an sich interpretieren. Was glauben sie, ist ihre Aufgabe? Welches Ziel gibt die Lehrperson vor? Dann ist entscheidend, ob die SchülerInnen selbst der Aufgabe (wie sie sie interpretieren) einen Sinn abgewinnen können. Welche Ziele verfolgen sie persönlich? Wollen sie in erster Linie dazulernen und verstehen oder wollen sie primär abwarten und Anstrengung vermeiden? Wie möchten sie in diesem Zusammenhang von ihrer Lehrerin/ihrem Lehrer und ihren MitschülerInnen wahrgenommen werden? Welche Überschneidungen oder Konflikte gibt es zwischen den Zielen der Lehrperson und denen der SchülerInnen? Schließlich spielt die Selbstwirksamkeitserwartung der SchülerInnen (vgl. S. 45) eine große Rolle. Gehen sie davon aus, dass sie die Aufgabe (gemeinsam) lösen werden können? Und zu guter Letzt, mit welchen Gefühlen sehen sie der Arbeit in der Kleingruppe mit ihren MitschülerInnen entgegen? Ist zu erwarten, dass sie gemeinsam ein Ziel verfolgen oder werden sie einander beim Verfolgen ihrer verschiedenen persönlichen Ziele bewusst oder ungewollt behindern? Immer sind es die Erfahrungen aus der Vergangenheit, die entscheiden, wie eine Schülerin oder ein Schüler diese Fragen beantwortet bzw. wie sie/er die Situation framed.

a) Aufgabenverständnis

Was das Aufgabenverständnis der SchülerInnen anbelangt, so ist vorzuschicken, dass die SchülerInnen rund drei Monate vor dem Zeitpunkt der Erhebung erstmals mit Concept Cartoons gearbeitet haben. Seit damals waren in den Klassen zwei bzw. drei Concept Cartoons zum Einsatz gekommen. An den Fragen und Äußerungen der SchülerInnen ist zu erkennen, dass ihnen das Aufgabenformat zwar nicht gänzlich neu, vielen von ihnen aber auch noch nicht wirklich vertraut ist. So meint z. B. ZIA¹ „... wir müssen ja rausfinden, was richtig ist, oder“ (063) und KRA⁵ fragt: „Müssen wir uns jetzt festlegen auf eines?“ (084).

BRO³ mutmaßt: „Ich glaub‘, das stimmt wahrscheinlich alles wieder mal“ (024). Ähnlich äußert sich auch AXO², der meint: „Ja, irgendwie stimmen alle, und irgendwie muss man sie kombinieren, damit sie stimmen“ (316).

Wie unterschiedlich SchülerInnen selbst innerhalb einer Gruppe die Aufgabe interpretieren, zeigen die folgenden Zitate aus der Gruppe 1.

G1 142:146

CLA¹: Aber es kann ja eh auch sein, dass nicht nur eine Sprechblase richtig ist und dazu führt, oder vielleicht (//)

ZIA¹: Was müssen wir ins Fragezeichen setzen?

ESA¹: Unsere eigene Theorie, warum das so ist.

G1 190:192

STO¹: Also, stimmen wir ab. Welches ist richtig?

ZIA¹: Ich würd‘ eine Mischung aus 2 und 3 nehmen.

STO¹: Drittes. Das dritte.

CLA¹ gibt zu bedenken, dass „ja eh auch [...] nicht nur einen Sprechblase richtig“ sein kann. Da sie explizit auf diese Möglichkeit hinweist, scheint das nicht selbstverständlich. ESA¹ macht deutlich, dass die Aufgabe darin besteht, eine „eigenen Theorie“ zu entwickeln. Dennoch schlägt STO¹ wenig später vor, abzustimmen, welche der Aussagen in den Sprechblasen „richtig“ sei.

In diesem kurzen Ausschnitt zeigen sich exemplarisch zwei Zugänge/Richtungen. Ein Teil der SchülerInnen versucht, aus den Sprechblasentexten die „richtige Antwort“ auszuwählen, so als handle es sich um eine Multiple-Choice-Aufgabe. Äußerungen wie „Ich glaub, es ist das“, „Das stimmt“ oder „Ich bin für das“, wobei sie auf eine der Sprechblase deuten, sind häufig zu beobachten. Nur selten begründen die SchülerInnen dabei ihre Entscheidung. Der andere Teil nützt die im Concept Cartoon dargestellten Erklärungsansätze als Denkanstöße und als Diskussionsgrundlage, so wie es den Intentionen der Concept Cartoons entspricht (vgl. 2.3.4. Concept Cartoons als Diskussions- und Argumentationsanlass, S. 16). Auch sie versuchen in der Regel abzuklären, inwieweit die Aussagen in den Sprechblasen „stimmen“, bleiben dabei aber nicht stehen (z. B. G6 364:377). In beiden Fällen gehen die SchülerInnen gelegentlich auch nach dem Ausschlussprinzip vor (z. B. ULO² 042, HEA⁴ 396).

Zu beobachten ist, dass der Multiple-Choice-Zugang vor allem von SchülerInnen gewählt wird, die über wenig Fachwissen verfügen (wie z. B. STO¹). Sie bringen wenig in die Diskussion ein, von dem sie glauben, sicher zu sein, dass es zum einem stimmt und zum anderen bei der Klärung hilfreich sein könnte (**contributing points of reference*). Häufig thematisieren sei hingegen ihre eigenen fachliche Überforderung (**declaring a lack of*

competence). Diese SchülerInnen negieren durch den Versuch, die „richtige Antwort“ zu wählen, die Komplexität der Fragestellung und versuchen auf diese Weise, die Aufgabe hinter sich zu bringen: ankreuzen, um abzuhaken und sich aus einer Situation der Unsicherheit zu befreien (vgl. 3.3.8. Motivationale Belastbarkeit, S. 45).

b) Bedeutsamkeit und Sinnzuschreibung

Inwiefern den SchülerInnen die Aufgabe (so wie sie sie interpretieren) bedeutsam erscheint, ist aus den Daten der ersten Gruppendiskussionen schwer zu ersehen. Es lässt sich eher aus ihrem Verhalten denn aus bestimmten Äußerungen rekonstruieren, da sie die Aufgabe als solche nicht kommentieren. Naheliegend scheint, dass jene SchülerInnen, die sich konstruktiv in die Diskussion einbringen, die Aufgabe sinnvoller einschätzen und erleben als jene, die häufig vom Thema abkommen (**moving away*) oder sich kaum am Gespräch beteiligen (**watching*). Diese Annahme geht davon aus, dass das allgemeine Setting den SchülerInnen weitgehend freistellt, sich mehr oder weniger zu engagieren. Die Lehrperson ist meist nicht in Hörweite und verlangt auch keine Verschriftlichung der Ergebnisse als Produkt der Diskussion. Soziale Erwünschtheit und Leistungsdruck spielen folglich kaum eine Rolle. Eingeschränkt wird diese Freiheit allerdings durch die Tatsache, dass die Gespräche aufgezeichnet werden, ein Fakt, der manche SchülerInnen zeitweise zu irritieren scheint (siehe z. B. S. 97 und 128).

Erst bei Aufnahmen mehr als ein Jahr später, gegen Ende des Projekts, finden sich vereinzelt Äußerungen, die direkt auf die Sinnhaftigkeit der Aufgabenstellung Bezug nehmen. (Um diese ergänzenden Daten von den anderen zu unterscheiden, werden die Gruppen unter Verwendung römischer Ziffern nummeriert. So wird Gruppe 2 zu Gruppe II, wobei es allerdings fluktuationsbedingt zu leichten Veränderungen in der Zusammensetzung der Gruppen kam. Die Kürzel der SchülerInnen, die in beiden Phasen aufgenommen wurden, bleiben gleich.) Diese späten Aufzeichnungen zeigen, dass die SchülerInnen den Arbeitsauftrag sehr unterschiedlich einschätzen. Beispielsweise fragt QUO die Lehrerin unverblümt: „Professor, können wir irgendwann in nächster Zeit wieder einmal Chemie machen, statt die ganze Zeit so Versuchskaninchen zu sein?“ (GIII 157). Ganz anders scheint AXO in Gruppe II die Situation wahrzunehmen, wie der folgende Ausschnitt zeigt.

GII 052:056

AXO: Ist euch schon einmal aufgefallen, dass bei diesen Concept Cartoons nie irgendwie eine Antwort ist? Es sind immer zehn. Und die muss man dann zusammenfügen irgendwie.

GEO: Fertig. Aus ist es.

PIO: Na klar, sonst wäre es ja ein bisschen gar fad, so wäre es ja gar fad, müssen wir ja gar nicht mehr nachdenken.

Diese beiden Zitate lassen erkennen, wie unterschiedlich die Vorstellungen der SchülerInnen vom Lernen sind. Für QUO (GIII 157) scheint „Chemie machen“ unvereinbar zu sein mit Diskutieren über fachliche Inhalte. Das lässt vermuten, dass er Lernen in erster Linie als Prozess des Sich-Merkens von vorgegebenen fachlichen Inhalten versteht, also (unbewusst) eine behavioristische Lerntheorie vertritt. Der Arbeit mit den Concept Cartoons kann er deshalb nichts abgewinnen. PIO (GII 056) hingegen fände es „fad“, wenn sie als SchülerInnen „ja gar nicht mehr nachdenken“ müssten. Er begreift sichtlich Lernen als einen aktiven Konstruktionsprozess und vertritt (unbewusst) eine konstruktivistische Lerntheorie. In der Arbeit mit den Concept Cartoons erkennt er die Chance, sein Wissen in der Auseinandersetzung mit dem Thema und in der Diskussion mit MitschülerInnen zu ergänzen und zu modifizieren.

c) Fachspezifisches Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartung

Ob eine Schülerin oder ein Schüler die Aufgabe als sinnvoll einstuft, hängt, abgesehen von ihrer bzw. seiner Vorstellung vom Lernen, auch davon ab, ob sie bzw. er glaubt, die Aufgabe lösen zu können (vgl. 3.3.3, S. 37ff; 3.3.4, S 39ff und 3.3.7, S. 44ff). Aufgaben, die als überfordernd erlebt werden, werden von SchülerInnen in der Regel als sinnlos eingestuft. Häufig schweifen sie in der Folge vom Thema ab, wie im Abschnitt 5.5.3 unter **moving away* (S. 128ff) noch näher erläutert wird.

Gelingt es SchülerInnen in ihrem Bemühen, die Aufgabe zu lösen und die fachlichen Hintergründe zu verstehen, auftretende Fragen erfolgreich zu klären, so stärkt das in der Regel ihr Selbstvertrauen. Diese Erfolgserlebnisse sind es, die die SchülerInnen eine Aufgabe als sinnvoll erleben lassen. Und sie sind selten. Festmachen lassen sie sich beispielsweise daran, wenn SchülerInnen, wie im folgenden Abschnitt, ihre Fortschritte im Klärungsprozess mit „cool“ kommentieren (auch in G2 231:232, G4 221:223).

G3 440:452

XEA³: Das heißt, die Struktur macht die Härte aus.

VRA³: /macht die Härte und die Dichte macht nicht die (/) Genau.

XEA³: O.k., das heißt, es stimmen wahrscheinlich alle Aussagen.

VRA³: Also stimmen alle. Oder? O.K

IBA³: Ja.

XEA³: Das heißt, Diamanten haben eine/

VRA³: Stabilere Struktur.

XEA³: /stabilere Struktur, o.k.
IBA³: Ja. Struktur.

XEA³: O.k., (.) cool.

**Framing the task* ist nichts Statisches. Wie SchülerInnen die Situation einschätzen, hängt nicht ausschließlich von länger zurückliegenden Erfahrungen ab, sondern wird auch davon überformt, was sie unmittelbar erleben bzw. gerade erlebt haben. Die Deutungsrahmen können sich deshalb auch während einer Gruppendiskussion infolge unerwarteter (Miss-) Erfolge oder Themenwechsel etwas verschieben. Im folgenden Beispiel ist zu sehen, wie VRA, die bis dahin überwiegend destruktiv aufgetreten ist, konstruktiv das Wort ergreift. Sie erklärt während einer Diskussion rund um einen Concept Cartoon zur Frage „Was ist mit dem Benzin im Auto passiert“, warum die Aussage einer Mitschülerin „Das Benzin hat sich nicht in Energie umgewandelt, aber es hat Energie erzeugt“, falsch ist.

GIII 211:223.

VRA: Aber man kann Energie nicht erzeugen.
[...]

YUA: Wieso kann man Energie nicht erzeugen?

VRA: Weil du Energie nur umwandeln kannst. Energie kann nicht erzeugt werden. Es gibt seit Anfang des, seit dem Urknall gibt es die gleiche Menge an Energie im Universum und sie wandelt sich nur konstant um.

YUA: Hm, okay. Siehst du, jetzt hast du was Intelligentes gesagt.

VRA: Ja, ich weiß, aber das war Physik. Ich mag Physik, ich hasse Chemie.

Aussage und Erklärung von VRA sind fachlich korrekt. Die Schülerin erlebt sich in dieser Situation als kompetent. Das Thema liegt ihr und sie ist sich sicher indem, was sie sagt. Nach diesem kurzen konstruktiven Beitrag kehrt sie allerdings wieder zu ihrer destruktiven Haltung zurück (GIII 259:275). Ihre generelle Abneigung gegen das Fach Chemie, die sie bereits ganz zu Beginn der Diskussion kundtut (GIII 021), ist vermutlich einer der Gründe dafür.

d) Gruppenprozesse

Neben dem Aufgabenverständnis, der Sinnzuschreibung und der Selbstwirksamkeitserwartung spielen bei **framing the task* Gruppenprozesse eine zentrale Rolle. Von Bedeutung sind vor allem generelle Erfahrungen mit und Erwartungen in Hinblick auf die Gruppenarbeit sowie die konkrete Interaktion der SchülerInnen innerhalb der jeweiligen Gruppe. Bei der Bewertung der Situation beeinflussen die SchülerInnen einander

in der Regel wechselseitig. Ob das Arbeiten mit Concept Cartoons grundsätzlich oder die zeichnerische Gestaltung eines Concept Cartoons im speziellen „cool“ oder „uncool“ sind, entscheidet nicht eine/r alleine und auch nicht jede/r für sich. Es wird in der Peer-Gruppe entschieden. Ähnliches gilt auch für die Bewertung der Sinnhaftigkeit und Machbarkeit des Arbeitsauftrags. Nur wenn die SchülerInnen sich darauf einigen können, dass es sinnvoll ist, sich gemeinsam auf die Arbeit mit dem Concept Cartoon einzulassen, sind sie als Gruppe arbeitsfähig (z. B. G2, G4, G5, GII). Sie übernehmen in diesem Fall das von der Lehrperson intendierte Ziel und machen es sich zu eigen. Verfolgen einzelne SchülerInnen hingegen offensiv andere Ziele, beispielsweise die Aufmerksamkeit der MitschülerInnen zu gewinnen oder Privatgespräche zu führen, so geht im Lauf der Diskussion viel Energie in gruppeninternen Auseinandersetzungen verloren (z. B. G1, G3, GIII). SchülerInnen, die dennoch an einer fachlichen Klärung interessiert sind, erleben die Situation als frustrierend (z. B. ESA¹ in 190:194).

SchülerInnen framen nicht nur den Task sondern auch das soziale Setting. Aufgrund der Erfahrungen, die sie miteinander gemacht haben, begegnen sie einander mit Erwartungshaltungen. In Gruppe 6 ist das an einer ausgeprägten Rollenzuschreibung besonders deutlich zu erkennen. RAO⁶ wird dort von allen (!) MitschülerInnen gleich zu Beginn aufgefordert, seine „Expertenmeinung“ kundzutun.

G6 003:011

NUO⁶: Ja, passt. S4, ich würde sagen, du bist der Gescheiteste von uns, du gibst einmal deine These von dir.

@

GLA⁶: Ok, ja, komm sag was. Was müssen wir jetzt diskutieren.

RAO⁶: Also, meine Theorie ist die, warte kurz, *Diamanten und Graphite best(!)*

NUO⁶: Ja, nicht eine von denen, sondern einfach einmal deine allein, was du sagen würdest.

GLA⁶: Ja, zuerst.

RAO⁶: Was ich sagen würde?

THO⁶: Ja, was würdest du sagen, warum das so ist, ja.

RAO⁶ soll die Führung übernehmen bzw. die Aufgabe für die Gruppe lösen. Diese Zuschreibung zieht sich durch die gesamte Diskussion und wird gegen Ende, als die Lehrerin hinzutritt, noch einmal sehr deutlich sichtbar.

G6 436:440

L: Und könnt ihr auch begründen, warum ihr das eine ausgeschieden habt und dem anderen eher zustimmt?

NUO⁶: Nein, er kann es begründen, ich nicht.

GLA⁶: Ja, genau, er kann's begründen.

Die SchülerInnen verweisen auf RAO⁶: „Er kann es begründen.“ Das scheint ihnen zu genügen. Sie vertrauen auf ihn und übertragen ihm die gesamte Verantwortung. Mit RAO⁶ in der Gruppe fühlen sie sich so sicher, dass sie wenig daransetzen, um von ihm zu lernen und um selbst zu verstehen. Diese Rollenzuschreibung und -übernahme ist einer fruchtbaren Diskussion abträglich (siehe dazu auch **hindering group work*, S. 133).

Abschließend soll noch darauf eingegangen werden, dass auch die Tatsache, dass die Gruppendiskussionen aufgezeichnet wurden, zum Framing beigetragen hat. Die SchülerInnen nehmen in ihren Äußerungen auf unterschiedliche Weise darauf Bezug. Zum einen weisen sie einander darauf hin, sich so zu verhalten, dass die Kamera möglichst alles festhalten kann (z. B. G3 008:037, G4 021:031, MIO⁵ 318) bzw. nicht mit gewissen Geräuschen die Aufnahme zu stören (XEA³ 011, 245). Sie nehmen Rücksicht. Häufiger jedoch sind Situationen, in denen die SchülerInnen Bedenken oder Bedauern darüber äußern, dass eine ihrer Äußerungen aufgezeichnet wird bzw. wurde. Es ist ihnen unangenehm, peinlich.

G4: 215:217

HEA⁴: Genau und wir hoffen jetzt, dass es wirklich das Richtige ist.

WLA⁴: Weil wenn nicht, dann haben wir die ganze Zeit Blödsinn geredet und das auf Band, und wir wurden dabei sogar gefilmt, na super.

LUA⁴: Ja, ja. Oh ja, das ist peinlich.

(ebenso zu sehen in STO¹ 118, 277, ESA¹ 329, G2 354:382, BRO³ 062, G3 342:364; vgl. auch *Doing the lesson*, S. 143)

Immer wieder reagieren SchülerInnen auf die Aufnahmesituation mit einer Art Inszenierung, einer Flucht nach vorne. Sie spielen „Live-Übertragung“ (vgl. dazu auch G6 350:399, S. 129 in **moving away*).

G1 277:285

STO¹: Ob das auf der Kamera ist, wenn ich den Samuel anruf~? Die ist nämlich genau neben uns, die Kamera.
<hält dabei das Mikrophon zu>

CLA¹: Man darf nicht fluchen im Radio.

ZIA¹: Das ist kein Radio, das ist eine Live-Sendung.

ESA¹: Auf einmal hört man uns auf Ö3.

CLA¹: Live-Übertragung. (.)

Während STO¹ noch Bedenken darüber äußert, dass seine unerlaubte Handlung, nämlich während der Diskussion einen Mitschüler anzurufen, aufgezeichnet werden könnte, erlauben sich seine MitschülerInnen einen Spaß. Humor ist ein wunderbares Mittel, sich aus Unsicherheit zu befreien (ähnlich auch in G1 083:088, G2 354:382; G6 388:406, auch **moving away*).

****Wondering***

Das englische Wort **wondering* vereint in sich die Bedeutungen „erstaunt sein“ und „wissen wollen“. Es beschreibt damit hier jene Situationen, bei denen eine Schülerin oder ein Schüler beim Staunen nicht stehen bleibt, sondern dieses Staunen zum Fragen und Wissenwollen führt.

Der Nachdruck verleiht den Fragen der SchülerInnen jene Kraft und Energie, die diese Fragen zu wichtigen Katalysatoren im Diskussionsprozess machen. Es sind Fragen, die sich die SchülerInnen selbst stellen, Fragen, denen sie aus eigenen Stücken nachgehen, nicht vorgegebene Fragen, die sie abarbeiten müssen.

- Warum ist Diamant durchsichtig? (G5 057, G6 178ff)
- Ist zur Herstellung von Diamant überhaupt Hitze notwendig, oder ist die Hitze lediglich eine Begleiterscheinung des hohen Drucks? (G5 207ff)
- Haben Diamant und Graphit einen Flammpunkt (G6 322ff)
- Gibt es eine Vorstufe von Diamant, etwas zwischen Graphit und Diamant? (G2 246)
- Spielt bei der Bestimmung des Werts eines Diamanten dessen Härte eine Rolle? (G2 394)

Fragen dieser Art zu formulieren, setzt voraus, dass sich die SchülerInnen ihre individuellen Vorstellungen und bereits erworbenes Wissen ins Bewusstsein rufen. Denn erst wenn sie erfahren, dass das zur Klärung nicht ausreicht, entstehen derartige Fragen. Im Folgenden sollen zwei Szenen zeigen, wie SchülerInnen bei **wondering* nicht beiläufig eine Frage fallen lassen, sondern wie wichtig es ihnen ist, eine Antwort zu erhalten. In der ersten Szene überlegt IBA³, welche Folgen die „enorme Hitze“, die zur Entstehung von Diamant beiträgt, mit sich bringt. Sie möchte von VRA³ wissen, ob durch die Hitze der Diamant nicht auch schmelzen oder gar explodieren könnte.

G3 282:288

IBA³: Und würde es nicht bei enormer Hitze irgendwie dann ...

- VRA³: Ja, die wurden zusammengepresst. Weil Diamanten ja Kohle ist, die zusammengepresst wurde und dann - Bing
- IBA³: Würde es dann (/) (.) Du hast ja gemeint, sie könnten (/) (.) also (.) Du hast noch nie davon gehört, dass man sie schmelzen kann. Nicht wahr?
- BRO³: Ja, aber es gibt ja auch in der Natur Diamanten, oder?
- IBA³: Und würde das nicht bei enormer Hitze irgendwie explodieren oder so?
- VRA³: Eh. Aber die kommen dann halt aus 'nem Vulkan oder so, wo sie zwischen Steinen gelegen haben oder so.
- XEA³: Genau.

In der zweiten Szene ist HEA⁴ fasziniert von der Idee, dass man ev. aus Graphit bzw. einer Bleistiftmine Diamanten herstellen kann. Es fällt ihr schwer zu glauben, dass das möglich ist. Deshalb fragt sie nach und will es von OSA⁴ bestätigt wissen.

G4 084:093

- WLA⁴: Aber wieso sind's dann beid(/), also warum bestehen sie dann beide nur aus Kohlenstoffatomen?
- HEA⁴: Ja, das eine ist halt viel här(/) d. h. theoretisch, wenn man Graphit ziemlich pressen würde oder so, halt in irgendwelchen Maschinen, dann würden sie zu Diamanten werden?
- LUA⁴: Nein, das bezweifle ich.
- HEA⁴: Weil das sagt praktisch das mit dem Druck aus.
- OSA⁴: Nein, es, nein, man braucht auch Hitze, man braucht Hitze und starken Druck.
- HEA⁴: Ok und mit Hitze (?)
- OSA⁴: Also beide gemeinsam verursacht das eben.
- HEA⁴: Das heißt mit viel Hitze und Druck, kann man aus einem Bleistift einen Diamanten machen?

Die Dringlichkeit, mit der die SchülerInnen ihren Fragen nachgehen, kommt unter anderem darin zum Ausdruck, wie sehr sie nach Worten ringen. Sie wollen sich verständlich machen, wollen verstanden werden in dem, was sie noch nicht verstehen. In der Regel bleibt es auch nicht bei einer einzigen Frage. Entweder hängen MitschülerInnen, wie im Ausschnitt aus Gruppe 3 BRO³, weitere Fragen an, oder die bzw. der Fragende selbst formuliert, wie im Ausschnitt aus Gruppe 4 HEA⁴, nach Beantwortung der ursprünglichen Frage noch weitere Fragen.

5.4.2. Artikulationsphase: **Contributing points of reference und *Suggesting an idea*

Während der Artikulationsphase sind vor allem jene Beiträge einzelner SchülerInnen für eine konstruktive Diskussion von Bedeutung, in denen sie ihr Wissen und ihre Ideen einbringen.

Sie liefern die Grundbausteine, die zu begründeten Aussagen und schließlich zu Argumentationsketten weiterentwickelt werden können.

****Contributing points of reference***

**Contributing points of reference* bezieht sich auf jene Redebeiträge der SchülerInnen, bei denen eine Schülerin oder ein Schüler fachlich sicher wirkt. Diese Anhaltspunkte (*points of reference*) können sowohl bereits erworbenes (schulisches) (Fach-)Wissen als auch Erfahrungen aus dem Alltag sein. Die Vorstellungen, die SchülerInnen im Lauf der Zeit entwickelt haben, basieren in der Regel auf beidem. Ob diese Vorstellungen fachlich korrekt sind, ist dabei nicht entscheidend, sondern, ob die SchülerInnen selbst von ihrer Richtigkeit ausgehen. Die SchülerInnen benennen in diesen Aussagen das Fundament, auf dem sie in der Folge ihre Erklärungen aufbauen. Sie halten fest, was in ihren Augen als gesichert angenommen werden kann, und teilen es mit ihren MitschülerInnen. Kennzeichnend für diese Art der Redebeiträge sind unter anderem die Verwendung des Indikativs und Ausdrücke wie „ich weiß“, „fest steht, dass“ oder „wir haben gelernt, dass“. Darüber hinaus drückt der Tonfall aus, dass die Schülerin oder der Schüler über jedweden Zweifel erhaben ist. In dieser Hinsicht unterscheidet sich **contributing points of reference* deutlich von **suggesting an idea*, bei dem die SchülerInnen vorsichtig formulierte Ideen zur Diskussion stellen.

In manchen Punkten sind sich die Gruppen weitgehend einig, was als gesichertes Wissen vorausgesetzt werden kann. So halten die SchülerInnen beispielsweise in allen 6 Gruppen fest, dass Diamant hart, Graphit hingegen weich ist (ESA¹ 214, FEO² 080, XEA³ 105, HEA⁴ 044, G5 343:345, NUO⁶ 158,). Außerdem stellen sie in fünf der sechs Gruppen fest, dass Graphit im Bleistift enthalten ist (ESA¹ 229, G3 433:435, HEA⁴ 039, MIO⁵ 009, NUO⁶ 158). Dieses Wissen erarbeiten sie nicht gemeinsam, sondern darüber verfügen sie bereits. Es ist Teil ihrer Allgemeinbildung und dient ihnen als Ausgangspunkt für ihre weiteren Überlegungen. Sie halten es im Sinne einer Standortbestimmung fest.

Die SchülerInnen greifen auch auf Wissensbestände zurück, die stärker fachspezifisch geprägt sind und die sie im Zuge des Chemieunterrichts (erst kurz zuvor) erworben haben. In einigen Gruppen wiederholen sie beispielsweise, was Isotope sind (z. B. auch in PIO² 058) oder rufen sich das Teilchenmodell in Erinnerung. Fundiert wirkt das Wissen über Isotope einzig und allein bei einem Schüler RAO⁶. Er erklärt, dass der Text in Sprechblase 1 nicht stimmt,

G6 092

RAO⁶: Weil die Eigenschaft des Atoms außer an Masse, Gewicht, die Neutronenzahl nicht ändern kann, nur zwei, die Neutronenzahl kann nur zwei Sachen ändern.

Erstens, ob es radioaktiv ist oder nicht und zweitens, die einzelne Masse des Atoms. Also ist es um ein Unit schwerer oder ein Unit leichter. Mehr nicht.

Das Wissen der SchülerInnen darüber, wie man mit Hilfe des Teilchenmodells den Aggregatzustand eines Stoffes erklären kann, findet man in drei der sechs Gruppendiskussionen (ESA¹ 212, XEA³ in G3 259:266 und 399, OSA⁴ 141). Zur Erklärung der unterschiedlichen Eigenschaften von Diamant und Graphit erweist sich das einfache Teilchenmodell allerdings im Laufe der Diskussionen als wenig hilfreich.

Nicht immer sind die Aussagen, die die SchülerInnen tätigen, fachlich korrekt. Oft mischen sich gängige Fehlvorstellungen dazu. So vertreten einige SchülerInnen z. B. mit dem Brustton der Überzeugung die Meinung, dass ein Stoff umso härter bzw. mechanisch stabiler sei, je größer seine Dichte ist (ESA¹ 212, XEA³ 107, LUA⁴ 166, KRA⁵ 137, NUO⁶ 158). Exemplarisch sei hier eine Sequenz aus der Diskussion der Gruppe 4 angeführt. Sie zeigt, wie WLA⁴ anfänglich noch nachfragt, dann aber rasch von der einhelligen und geballten Sicherheit ihrer MitschülerInnen überzeugt wird. Sie übernimmt deren Fehlvorstellung (ähnlich auch bei G6 152:159).

G4 166: 173

- LUA⁴: Also logisch ist, dass die Dichte höher ist.
WLA⁴: Warum ist das logisch?
LUA⁴: doch, deswegen ist ja dann härter. Man, mit Diamanten kannst du (.) ja (//)
HEA⁴: Ja, es ist viel dichter.
OSA⁴: Desto höher die Dichte, desto stärker ist es.
WLA⁴: Aso, ja, aah, check schon, check schon.
HEA⁴: Ja, weil alles viel mehr zusammenpresst ist.
LUA⁴: Mit Diamanten kann man ja dann auch ein Glas einritzen und so.

Anhaltspunkte können auch Erfahrungen aus dem Alltag sein. Wie leicht es den SchülerInnen fällt, derartige Anknüpfungspunkte aufzuspüren, hängt stark vom Thema des Concept Cartoons ab. Im vorliegenden Beispiel ist mehrfach zu finden, dass SchülerInnen die Zerbrechlichkeit von Bleistiftminen als Beleg dafür anführen, dass Graphit nicht stabil sei (HEA⁴ 044, DLO⁵ 155). JOA⁵ hält darüber hinaus fest, dass sich Graphitzzeichnungen mit Wasser leicht verschmieren (074). PIO² berichtet, er habe selbst schon einen Kristall gezüchtet, aber „der war irgendwie halt nicht so hart“ (G2 089). Beim Einsatz von Concept Cartoons mit einem stärkeren Alltagsbezug zu den Themen Benzin bzw. Wein gegen Ende des Projekts (Benzin (GI-GIV), Wein (GV und GVI)) bringen die SchülerInnen deutlich mehr Erfahrungen ein. Auf diese Transkripte wird jedoch in der vorliegenden Arbeit nicht näher eingegangen.

Erwähnenswert ist, dass SchülerInnen auch Dinge in die Diskussion einbringen, die sie sichtlich irgendwo aufgeschnappt haben. Im konkreten Fall handelt es sich dabei um skurrile, „merkwürdige“ Meldungen aus den Medien, die nur entfernt mit dem Thema in Verbindung stehen. So kommt beispielsweise in drei Gruppen das Gespräch darauf, dass man aus der Asche von Verstorbenen Diamanten herstellen kann (AXO² 064, HEA⁴ in G4 109:115, RAO⁶ 120). Bemerkenswert daran ist, dass die drei Gruppen aus unterschiedlichen Schulen stammen. OSA⁴ berichtet vom Phänomen, dass heißes Wasser in der Tiefkühltruhe rascher gefriere als kaltes (355). (Dieses paradoxe Phänomen, bei dem heißes Wasser unter bestimmten Bedingungen schneller gefriert als kaltes Wasser existiert tatsächlich und wird als Mpemba-Effekt⁵ bezeichnet. Die Aussage des Schülers fällt während der Diskussion über den Zusammenhang von Dichte, „Hitze“, Struktur und Teilchenbewegung. Sichtlich vertrauen die SchülerInnen darauf, dass derartige Meldungen aus den Medien vertrauenswürdig sind.

Die Häufigkeit, mit der SchülerInnen derartige Feststellungen machen, und wie sich diese Aussagen innerhalb der Gruppe auf die einzelnen SchülerInnen verteilen, ist von Gruppe zu Gruppe verschieden. In den Gruppen 1, 5 und 6 stammt die überwiegende Zahl dieser Statements von jeweils einer bzw. einem Schüler (ESA¹, DLO⁵, RAO⁶). Diese SchülerInnen sind ihren MitschülerInnen jeweils fachlich deutlich überlegen und treten entsprechend selbstsicher auf. Sie wissen, dass sie wissen. Dennoch sind nicht alle ihre Aussagen fachlich korrekt. In den übrigen Gruppen gibt es keine derartig auffälligen Unterschiede.

****Suggesting an idea***

**Suggesting an idea* beschreibt Situationen, in denen SchülerInnen trotz ihrer fachlichen Unsicherheit Ideen und Vorschläge einbringen. Anders als bei **contributing points of reference* sind diese Ideen eher vage. Die SchülerInnen sind selbst nicht sicher, ob die Vorschläge zielführend sind. Sie deuten Möglichkeiten an und stellen diese zur Diskussion. Häufig verwenden sie dabei Wörter wie „vielleicht“, „wahrscheinlich“ oder „irgendwie“ und den Konjunktiv oder sie intonieren halb feststellend, halb fragend.

Sind es bei **expressing a need for clarification* direkt oder indirekt gestellte Fragen, die die SchülerInnen zur Diskussion beisteuern, so sind es bei **suggesting an idea* Vorschläge oder Vermutungen. Die SchülerInnen sind sich zwar fachlich nicht (ganz) sicher, versuchen aber dennoch mit ihren Überlegungen zur Klärung der Sache beizutragen.

Das Setting in der Kleingruppe erlaubt es den SchülerInnen, ihre Überlegungen weitgehend ungehindert zu äußern, auch wenn sie unausgereift sind. Anders als beim häufig praktizierten fragend-entwickelnden Unterricht beschränkt sich die Zahl der Mithörenden auf

⁵ http://www.wissenschaft.de/home/-/journal_content/56/12054/1025855/ [letzter Zugriff am 21.01.2016]

nur drei MitschülerInnen. Die Lehrperson ist meist außer Hörweite. Der Druck, durchdachte, „richtige“ Antworten auf vorgegebene Fragen zu liefern, entfällt. Es handelt sich um eine Lern- und keine Prüfungssituation. Eventuell vorhandene fachliche Unsicherheiten müssen nicht versteckt werden, sondern können genützt werden, um dazuzulernen.

Im folgenden Ausschnitt des Transkripts der Gruppe 5 ist es JOA⁵, die eine Idee einbringt. Nachdem KRA⁵ feststellt, dass Diamant und Graphit unterschiedlich ausschauen (**contributing points of reference*), verkündet DLO⁵, dass er nicht erklären könne, warum Diamant durchsichtig ist (**stating the limits of one's knowledge*).

G5 055:072

KRA⁵: Nein, ähm, (...) es ist ja auch schon ganz anders, wie die ausschauen oder? Ich mein, Graphit ist dunkel und Diamant, der ist hell.

MIO⁵: Ja, von der Farbe unterscheiden sie sich, ja, das hätte ich auch am Anfang gleich einmal gesagt.

DLO⁵: Warum der Diamant durchsichtig ist, habe ich keine Ahnung.

KRA⁵: Ja, schon (//)

MIO⁵: Aber es ist eine Tatsache (//)

JOA⁵: Vielleicht, weil es sta// einen so starken Druck geschmolzen worden ist und damit die, wie heißt das, Unreinstoffe?

KRA⁵: Schadstoffe? @ Gehen wir halt einmal davon aus.

JOA⁵: Schad(//)

DLO⁵: Soweit ich weiß, ist Graphit auch reiner Kohlenstoff.

KRA⁵: Ja schon, aber (/)

JOA⁵: Die Farbe wurde hinausgepresst.

KRA⁵: er muss ja erst Staubpartikel und solche Sachen drinnen haben, damit er überhaupt zusammenhältet (.) und

DLO⁵: Ja und jetzt? (.)

JOA⁵ greift die im Raum stehende Frage auf und versucht, ad hoc eine Antwort zu formulieren (**suggesting an idea*). Dabei erhält sie Unterstützung von KRA⁵, die beim Finden der richtigen Wörter (Schadstoffe anstelle von Unreinstoffe (62)) hilft und die Idee DLO⁵ gegenüber verteidigt.

Wenn SchülerInnen ihre Ideen und Vorschläge einbringen, dann laden sie damit ihre MitschülerInnen ein, dazu Stellung zu nehmen, und hoffen in der Regel auf Zustimmung. Deutlich macht das der häufig beobachtete fragende Tonfall am Ende der Aussage bzw. ein nachgestelltes „oder?“. Im günstigsten Fall bestätigen die MitschülerInnen die geäußerte Vermutung. Dadurch gewinnt die Schülerin bzw. der Schüler und mit ihr/ihm die Gruppe an Sicherheit. Gemeinsam entwickeln sie die Idee weiter und landen dabei ebenso häufig bei angemessenen wie unangemessenen fachlichen Konzepten.

Ob und wie intensiv die Ideen aufgegriffen, evaluiert und weiterentwickelt werden, ist von Gruppe zu Gruppe verschieden. Manche dieser Überlegungen gehen in der Diskussion unter, weil die SchülerInnen einander ins Wort fallen und den Faden verlieren, sodass die Idee gar nicht fertig ausgesprochen wird (z. B. CLA¹ in G1 206:215). Andere werden von den MitschülerInnen schlicht übergangen.

Findet eine Idee Gehör, so kann sie den Beginn intensiver Diskussionen darstellen (**deliberating on the matter*). Sie kann aber auch nach einem kurzen Wortwechsel fallengelassen werden, und zwar unabhängig davon, ob die SchülerInnen sich einig sind, wie die Idee zu bewerten sei. So übergeht beispielsweise im oben angeführten Szenenausschnitt DLO⁵ mit seinem anschließenden „Ja und jetzt?“ (072), dass er mit seinem fachlich richtigen Einwand, Graphit wäre auch reiner Kohlenstoff (065), die Mädchen nicht von ihrer Idee abbringen hat können (**changing subjects when reaching an impasse*). Er zeigt wenig Überzeugungsinteresse.

Gelegentlich wirkt es aber auch so, als würden die SchülerInnen eher zu sich selber sprechen bzw. laut denken, so als würden sie mit dem Verbalisieren versuchen, ihre eigenen Gedanken zu klären und sich an eine Lösung des Problems heranzutasten (HEA⁴ in G4 139:147; G4 334:348; KRA⁵ 118, DLO⁵ in G5 207:214, RAO⁶ 120).

Abschließend muss festgehalten werden, dass es Überschneidungen zwischen **suggesting an idea* und **contributing points of reference* gibt. In beiden Fällen versuchen die SchülerInnen mit ihrem Wissen zur Klärung des Problems beizutragen und die Aufgabe zu bewältigen. Der Unterschied liegt darin, inwieweit sich die/der SprecherIn fachlich sicher zu fühlen scheint. Bei der Interpretation und Zuordnung spielt einerseits die Intonation der SchülerInnen eine Rolle und andererseits ihr generelles Auftreten. Ob jedoch selbstsicheres Auftreten auch immer mit einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung einhergeht, ist fraglich. Denn umgekehrt können die Ursache für vorsichtige Formulierungen auch Sprachgewohnheiten oder eine allgemeine Zurückhaltung sein und sind nicht immer Indiz für fachliche Unsicherheit.

5.4.3. Interaktionsphase: **Arguing* und **Disagreeing* vs. **Claiming*

**Arguing*

Das englische Verb to argue hat zwei unterschiedliche Bedeutungen: 1. *if people argue, they speak to each other in an angry way because they disagree*; 2. *to give reasons why you believe that something is right or true*.⁶:

Die in der vorliegenden Arbeit verwendete Kategorie **arguing* bezieht sich auf die zweite der beiden Bedeutungen. Im Kontext der Untersuchung ist **arguing* jedoch noch etwas enger gefasst, denn es muss eine Überzeugungsabsicht erkennbar sein. **Arguing* bezeichnet Passagen, in denen SchülerInnen ihre fachlichen Aussagen zu untermauern versuchen und fachliche Gründe anführen, um die Zuhörenden von der Richtigkeit einer Aussage zu überzeugen. Die Schülerin bzw. der Schüler bringt dazu entsprechende Argumente vor.

G1:041

ESA¹: Das da hängt mit dem zusammen. <zeigt auf die Sprechblasen rechts und links unten> Weil durch größeren Druck entsteht größere Dichte. Und deswegen, das ist ja genau dasselbe. Die Anordnung wird dadurch anders. (..) Also ich glaub' mal, dass es an dem Druck liegt, und dadurch wird halt die Anordnung anders.

Arguing* unterscheidet sich damit wesentlich sowohl von **contributing points of reference*, als auch von **claiming*. Bei **contributing points of reference* handelt es sich um emotionsneutrale Feststellungen, die nicht dazu dienen sollen, sich gegen konkurrierende Meinungen durchzusetzen. Bei **claiming* erhebt die Schülerin bzw. der Schüler Geltungsanspruch ohne Angabe von Gründen. Inhaltlich gibt es zwischen **arguing* und **contributing points of reference* Überschneidungen. Denn auch wenn SchülerInnen im Gespräch festzuhalten versuchen, wovon sie als gesichert ausgehen können (contributing points of reference*), begründen sie mitunter ihre Aussagen und verstärken damit das Vertrauen (ihr eigenes und das der MitschülerInnen) in diese Anhaltspunkte. Kontext und Intonation entscheiden in diesen Fällen, welcher Kategorie die jeweilige Äußerung zuzuordnen ist. Ähnlich ist allen drei Kategorien, also auch **claiming*, dass die SchülerInnen von der Richtigkeit ihrer Aussagen ausgehen. Sie erleben sich diesbezüglich als fachlich sicher.

**Arguing* und **contributing points of reference* sind jene Kategorien, in denen sich die Fachkompetenz der SchülerInnen am deutlichsten zeigt. In diesen Szenen wird erkennbar, was SchülerInnen in Bezug auf die diskutierten Fachinhalte wissen bzw. zu wissen glauben. Hier zeigen sich ihre bereits gefestigten fachspezifischen Vorstellungen und Überzeugungen.

⁶ <http://www.macmillandictionary.com/dictionary/british/argue> [letzter Zugriff am 6.7.2016]

Bei **suggesting an idea* kommen hingegen vage Vorstellungen und Vermutungen zur Sprache.

Die Häufigkeit, mit der SchülerInnen der soeben beschriebenen Kategorie entsprechend argumentieren, ist eher bescheiden. Das ist nicht verwunderlich, bedenkt man, unter welchen Umständen Argumentieren erst sinnvoll ist. Zum einen muss die Schülerin bzw. der Schüler über (zumindest subjektiv empfundenes) gefestigtes Fachwissen verfügen. Zum anderen muss sie bzw. er aber auch davon ausgehen, dass ihr bzw. sein Gegenüber über genau dieses Wissen nicht verfügt. Da die SchülerInnen den Großteil ihres Wissens in der Regel im gemeinsam erfahren Unterricht erworben haben, ist auch diese Bedingung nur selten erfüllt.

****Disagreeing***

**Disagreeing* steht für nicht zustimmen, zweifeln, widersprechen. Es charakterisiert Situationen, in denen SchülerInnen Äußerungen ihrer MitschülerInnen in Frage stellen oder ihnen gar widersprechen. **Disagreeing* setzt voraus, dass die Schülerin oder der Schüler, die bzw. der Zweifel anmeldet oder einen Einwand vorbringt, sich ihrer bzw. seiner eigenen Vorstellungen einigermaßen sicher ist. Nur dann kann es dazu kommen, dass die Äußerungen des Gegenübers als unvereinbar mit den eigenen Vorstellungen erlebt werden. Die SchülerInnen reagieren unterschiedlich auf diese Diskrepanz. Je nachdem, wie ausgeprägt ihre eigenen Vorstellungen sind und wie gut sie diese begründen können, reagieren sie mit Zweifel oder mit Gegenargumenten. Es fällt leichter, etwas in Frage zu stellen als zu widersprechen, weil dabei weniger subjektiv empfundene fachliche Sicherheit notwendig ist.

Die folgende Szene aus Gruppe 4 ist ein Beispiel für Zweifel ohne Angabe von Gründen. (Sie wurde zum Teil (084:093) bereits unter 5.4.1, S. 99 als Beispiel für **wondering* angeführt.) In ihr gehen die Schülerinnen der Frage von HEA⁴ nach, ob man „theoretisch“ aus einem Bleistift einen Diamant herstellen kann. Während OSA⁴ diese Frage bejaht und dafür notwendige Bedingungen beschreibt, stellen WLA⁴ und LUA⁴ das massiv in Abrede.

G4 086:105

HEA⁴: Ja, das eine ist halt viel här(//) das heißt theoretisch, wenn man Graphit ziemlich pressen würde oder so, halt in irgendwelchen Maschinen, dann würden sie zu Diamanten werden?

LUA⁴: Nein, das bezweifle ich.

HEA⁴: Weil das sagt praktisch das mit dem Druck aus.

OSA⁴: Nein, es, nein, man braucht auch Hitze, man braucht Hitze und starken Druck.

HEA⁴: Ok und mit Hitze.

OSA⁴: Also beide gemeinsam verursacht das eben.

HEA⁴: Das heißt mit viel Hitze und Druck, kann man aus einem Bleistift einen Diamanten machen?

LUA⁴: Nein, das bezweifle ich.

WLA⁴: Das bezweifle ich auch sehr stark.

HEA⁴: Ja, eben.

OSA⁴: Mit viel Hitze und Druck und viel Zeit.

LUA⁴: Nein, sicher nicht.

HEA⁴: Du brauchst nicht so viel Zeit.

WLA⁴: Nein, du kannst nicht, das ist genau, nein (//)

LUA⁴: Ein Bleistift, wird niemals ein Diamant.

Die Idee, dass man Graphit in Diamant umwandeln kann, ist unvereinbar mit den Vorstellungen von WLA⁴ und LUA⁴. Ihre Zweifel entspringen einer emotionalen Überzeugung, die sie fachlich nicht begründen können.

Nicht immer weisen die SchülerInnen in ihrem Zweifel Ideen oder Aussagen so vehement zurück wie in der oben angeführten Szene. So wirkt beispielsweise XEA³ im folgenden Ausschnitt aus Gruppe 3 eher unsicher.

G3 052

IBA³: Wir haben ja gelernt, dass Isotope dieselbe Anzahl von Protonen haben und unterschiedliche Anzahl von Neutronen haben. Und das steht hier! Also glaub' ich, dass das stimmt.

G3 209:219

XEA³: Na ja, aber, nur weil wir gelernt haben, wie Isotope ausschauen, heißt nicht, dass das automatisch ein Isotop ist.

IBA³: Ja, dann begründe das doch!

[...]

XEA³: Das mit den Isotopen glaub' ich jetzt eigentlich gar nicht mehr so. @ (..) Na ja. @ Sie? [*zur Lehrerin gewandt*] @ (..) Nein, ich weiß nicht.

IBA³: Also, ich glaube, es stimmt.

XEA³ meldet zunächst Zweifel an und distanziert sich von der voreiligen Schlussfolgerung von IBA³ (052). Dann relativiert sie ihn jedoch mit: „Nein, ich weiß nicht“. Vielleicht hat sie die Tatsache verunsichert, dass sie der Aufforderung, ihren Zweifel zu begründen, nicht nachkommen kann. Möglicherweise rührt ein Teil ihrer Unsicherheit auch daher, dass die Lehrerin zu diesem Zeitpunkt am Gespräch der Gruppe teilnimmt.

Deutlich mehr Motivation zu überzeugen zeigt ESA¹ im folgenden Ausschnitt. Sie kontert darin einen Einwand von CLA¹.

G1 221:228

ESA¹: Graphit ist ja ziemlich weich.

STO¹: <gurgelt ins Mikrophon>

ESA¹: Ziemlich, ziemlich weich. Kann man ja malen damit. (.)

CLA¹: Ja, na ja, wenn du Eisen irgendwie zerkleinerst, kannst du auch so machen <reibt mit dem Finger auf dem Tisch>, das ist ja nicht ...

ESA¹: Aber es bleibt nicht haften. Nein. Graphit ist ja, ohne es zu zerkleinern, schon so weich, dass es (.) weil bei einem Bleistift ist ja kein Blei drinnen, sondern Graphit. (...)

CLA¹ stellt mit ihrer Äußerung die Schlussfolgerung von ESA¹ in Frage. Sie argumentiert, die Tatsache, dass man mit Graphit malen könne, belege nicht, dass er weich sei, denn das könne man auch mit „zerkleinertem“ Eisen. Daraufhin entgegnet ihr ESA¹ mit einem Nein, das sie ihrerseits zu begründen versucht.

Wie **arguing* fokussiert auch **disagreeing* in erster Linie auf Aussagen einzelner SchülerInnen. Für das Zustandekommen einer fachlichen Diskussion (**deliberating on the matter*) ist **disagreeing* von großer Bedeutung. Wenn SchülerInnen unterschiedlicher Meinung sind und diese auch vertreten, dann können sie im Zuge der Auseinandersetzung Missverständnisse klären, Irrtümer erkennen und die eigenen Vorstellungen nötigenfalls revidieren. Die eigene Meinung vertreten zu können, setzt allerdings voraus, eine zu haben und sich ihrer auch einigermaßen sicher zu sein. Sequenzen, in denen SchülerInnen einander widersprechen, sind deutlich seltener als solche, in denen sie einander zustimmen (vgl. Tendenz zuzustimmen, S. 132).

****Claiming***

Was eine einfache Aussage zu einer Behauptung macht, ist der darin zum Ausdruck kommende Geltungsanspruch. Das Gegenüber soll der Äußerung ohne Angabe von Gründen Glauben schenken. Das heißt, der situative Kontext und der Gesprächsverlauf spielen dabei eine entscheidende Rolle.

**Claiming* (to claim = behaupten) bezeichnet Situationen, in denen SchülerInnen eine fachspezifische Aussage tätigen und gleichzeitig vermitteln, ihre MitschülerInnen hätten diese als richtig zu akzeptieren. Anders als bei **arguing* fehlt dabei die Überzeugungsabsicht.

**Claiming* setzt in der Regel voraus, dass die Schülerin bzw. der Schüler selbst von dem, was sie/er sagt, überzeugt ist. Sie bzw. er geht davon aus, dass die MitschülerInnen ihre bzw. seine Sicht der Dinge nicht ohne weiteres teilen, und will dennoch das Gesagte nicht zur Diskussion stellen. „Behaupten“ hat den Beigeschmack von „sich behaupten“. Exemplarisch sei im Folgenden ein Ausschnitt aus dem Transkript der Gruppe 3 angeführt (ähnlich auch STO¹ in G1 256:270, ESA¹ 378, ULO² in G2 039:050, LUA⁴ in G4 093:104).

G3 068:074

VRA³: Ja das - das weiß ich wirklich! <deutet auf Sprechblase 3>

IBA³: Das ... das, ja, das glaub ich auch. Warum, glaubst du, stimmt das?

VRA³: Ich weiß, dass es stimmt. Weil Diamanten Kohlen sind, die zusammengepresst wurden unter extremer Hitze.

IBA³: Okay.

VRA³: Das sind Diamanten. Diamanten sind nur aus Kohle.

Rund drei Minuten später wiederholt sich die Szene in leicht abgewandelter Form.

G3 202:207

VRA³: Ich weiß auf jeden Fall, dass das da <deutet auf Sprechblase 3> richtig ist. Ja, weil's stimmt.

[...]

VRA³: Mein Vater hat mir, seit ich drei bin, die ganze Zeit wissenschaftliche Sachen erklärt. Das heißt, ich weiß, dass das hier stimmt.

VRA³ präsentiert sich als selbstsicher und über jeden Zweifel erhaben. Indem sie sich auf ihren Vater beruft, beansprucht sie für ihn und sich selbst Autorität.

Es gibt zwei Hauptgründe dafür, warum die SchülerInnen in diesen Situationen keine Argumente ins Treffen führen, um ihre MitschülerInnen zu überzeugen. Zum einen scheint mangelndes fachliches Wissen die Ursache zu sein, d. h. die Schülerin bzw. der Schüler ist nicht in der Lage, ihre bzw. seine Aussage fachlich zu begründen. Gleichzeitig vermeidet sie bzw. er, diese Tatsache offenzulegen (**declaring a lack of competence*). Anders als bei **stating the limits of one's knowledge*, gilt es, sich den MitschülerInnen gegenüber zu behaupten und sich als wissend zu präsentieren.

Im folgenden Beispiel stellt STO¹ fest, der Text in Sprechblase 2 sei „Blödsinn“. Auf zweimaliges Nachfragen von ESA¹ antwortete er jeweils, die Anordnung der Atome sei egal.

G1 043:055

STO¹: Ja, das Zweite ist ein Blödsinn irgendwie.

ESA¹: Warum?

ZIA¹: *Durch die unterschiedliche Anordnung der Atome - Diamanten haben eine stabile Kristallstrukturen, im Gegensatz zu Graphit. <liest vor>*

STO¹: Ja, die Anordnung der Atome ist doch egal.

ZIA¹: Nee.

ESA¹: Warum? Die Atome sind ja das, worum es geht. @

STO¹: Ja, schon, aber ich mein', die Anordnung ist ja egal

STO¹ behindert damit eine konstruktive Auseinandersetzung (**hindering group work*).

Der zweite Grund dafür, warum SchülerInnen ihre Aussagen nicht begründen, ist der, dass sie keinerlei Notwendigkeit empfinden. Sie alle sind im System Schule sozialisiert, in dem in der Regel „wissen, dass“ Vorrang hat vor „erklären können, warum“ (VRA³ im oben angeführten Ausschnitt G3 202:207 ist ein Beispiel dafür). Dazu kommt, dass eine Aussage, der die MitschülerInnen von vornherein zustimmen, im Moment keine weitere Begründung braucht. Allgemein Bekanntes (*common knowledge*) muss nicht diskutiert und verhandelt werden.

Nur selten fragen SchülerInnen nach oder fordern gar Argumente (z. B. RAO⁶ in G6 076:078). Sie neigen dazu zuzustimmen (vgl. Tendenz zuzustimmen S. 132,). Eine Abgrenzung zu **contributing points of reference* ist oft schwierig. Ob der für **claiming* charakteristische Anspruch auf Zustimmung vorliegt, kann in solchen Situation in erster Linie aus der Intonation geschlossen werden. Ohne Geltungsanspruch liegt eine einfache Aussage, eine Feststellung vor.

Die Tatsache, dass **claiming* in den untersuchten Gruppendiskussionen selten vorkommt, lässt sich folgendermaßen erklären: Erstens verfügen viele SchülerInnen über wenig gefestigtes fachspezifisches Wissen. Sie stellen ihre Überlegungen daher in erster Linie zur Diskussion und erheben keinen Anspruch auf Zustimmung. Zweitens haben sie ihr Wissen größtenteils im selben Erfahrungsraum, dem Fachunterricht, erworben. Daher setzen sie in Bereichen, wo sie sich sicher fühlen, Zustimmung oft stillschweigend voraus. Und drittens erfordert das gemeinsame Lösen der Aufgabe Überzeugungsarbeit (**arguing*).

5.4.4. Kooperationsphase: **Deliberating on the matter*

In der vorliegenden Studie wurde ein Concept Cartoon eingesetzt, um einen Diskussionsanlass zu schaffen. Die SchülerInnen sollten einen konstruktiven fachlichen Diskurs führen, in dem sie ihre Vorstellungen und ihr bereits vorhandenes Wissen aktivieren, ihre Ideen und Überlegungen in Worte fassen, begründen und gemeinsam überprüfen und weiterentwickeln. Das englische Verb „to deliberate“ beschreibt diesen Prozess treffend. Es

bedeutet: „*to think about or discuss something very carefully, especially before you make an important decision*“⁷ und lässt sich am ehesten mit „reflektieren, reiflich durchdenken, beratschlagen“ übersetzen. **Deliberating on the matter* bedeutet folglich „über ein Thema beratschlagend diskutieren“ und bezeichnet damit das zentrale Ziel des Einsatzes des Concept Cartoons in der vorliegenden Studie. Während **arguing* auf die Aussagen einzelner SchülerInnen und ihre Argumente fokussiert, steht bei **deliberating on the matter* im Vordergrund, wie die SchülerInnen auf die Aussagen und Argumente ihre MitschülerInnen eingehen, um gemeinsam eine Lösung zu finden.

Es ist anspruchsvoll, vor dem Hintergrund eigener Erfahrungen, Vorstellungen und Wissensbestände zu diskutieren, wie die Statements in den Sprechblasen zu verstehen und einzuschätzen sind. Zur Vielfalt der Aussagen auf dem Concept Cartoon kommen das unterschiedliche Vorwissen und die Vielzahl der Meinungen und Herangehensweisen der SchülerInnen in der Gruppe. In diesem Setting sachorientiert zusammenzuarbeiten und den Überblick zu bewahren, ist eine Herausforderung, die nicht alle SchülerInnen annehmen bzw. der nicht alle SchülerInnen gewachsen sind. Eine hohe Bereitschaft aller Beteiligten, sich auf das fachliche Thema und die Gruppe einzulassen, ist eine wesentliche Voraussetzung. Neben der fachlichen Kompetenz der SchülerInnen sind soziale und kommunikative Kompetenzen für das Gelingen der Arbeit entscheidend.

Um das Ziel einer konstruktiven fachlichen Diskussion zu erreichen, gibt es eine Reihe von Voraussetzungen. Erstens müssen die beteiligten SchülerInnen an der gemeinsamen Klärung der Frage/Lösung der Aufgabe/des Problems interessiert sein (**framing the task* und **wondering*). Zweitens müssen sie dazu auch etwas beitragen können (**suggesting an idea*, **contributing points of reference* und auch **expressing a need for clarification*). Drittens müssen die SchülerInnen aufeinander eingehen (**arguing*, **disagreeing*) und dürfen die Arbeit in der Gruppe nicht behindern (**claiming*, **hindering group work*). Diese Bedingungen sind in den Gruppen 2, 4 und 5 in einem deutlich höheren Maße erfüllt als in den Gruppen 1, 3 und 6.

Anhand des folgenden Ausschnitts aus der Mitte des Transkripts der Gruppendiskussion der Gruppe 5 soll gezeigt werden, wie es SchülerInnen gelingt, beratschlagend zu diskutieren. Die Sequenz dauert etwas mehr als zwei Minuten und zeigt, wie sich alle vier SchülerInnen mit Engagement und Ausdauer gleichberechtigt in die Diskussion einbringen. Es geht ihnen um die Sache (**framing the task* und **wondering*). Sie versuchen den zweiten Teil der Aussage in Sprechblase 2 („*Diamanten haben im Gegensatz zu Graphit eine stabile Kristallstruktur*“) in seiner Bedeutung zu erfassen.

⁷ http://www.macmillandictionary.com/dictionary/british/deliberate_2 [letzter Zugriff am 6.7.2016]

G5 151:200

JOA⁵: Aber noch einmal zu dem zurück. Stabile Kristallstruktur, heißt das nur, weil der Kris(/) ah der Graphit (/)

KRA⁵: Graphit brüchiger ist.

JOA⁵: weit auseinander ist, dass es trotzdem irgendwo stabil ist? Irgendwo muss es ja trotzdem stabil sein, oder? Deswegen (//)

KRA⁵: Ja schon.

DLO⁵: Na, er ist deshalb, er ist länglich, er ist trotzdem stabil prinzipiell, aber da er so länglich ist, kann man abreiben eben und brechen kann man ihn auch leicht.

JOA⁵: Ja schon, aber trotzdem hat es ja stabile Kristallstruktur, oder? Also ich bin für das. <deutet auf Sprechblase 3>

KRA⁵: Ja, eine stabile Kristallstruktur, das ist jetzt die Frage. Diamanten sind sicher viel stabiler als Graphit. Das (//)

MIO⁵: Hat das nur mit die Atome (/) ja, hat das jetzt nur (//)

JOA⁵: Naja, aber es geht darum, dass es prinzipiell stabil ist und nicht was stabiler ist. Weil es steht ja, Diamanten (//)

MIO⁵: Wie, naja, aber ist das jetzt nur so von Atomstruktur und so her gemeint, oder?

JOA⁵: Ja, ich glaub (.)

JOA⁵: Weil da steht, also, so wie ich das verstehe, dass Graphit gar keine stabile Kristallstruktur hat.

KRA⁵: Ja sicher. Sicher hat es eine Struktur.

MIO⁵: Aso, ich weiß nicht, ich bin viel zu dumm für das.

DLO⁵: Was ist mit Kristallstruktur gemeint? Kristallstruktur, meinen sie die Form der Struktur, das heißt so, ich weiß nicht, wie ich das erklären soll, oder meinen sie einfach, Kristallstruktur, wie soll ich das verstehen?

KRA⁵: Ja, der Diamant hat eine Kristallstruktur, aber Graphit hat sicher keine Kristallstruktur, oder?

DLO⁵: Wenn wir wüssten, was eine Kristallstruktur ist, könnte ich das behaupten, aber wenn eine Kristallstruktur irgendwie heißt, dass es einfach eine Struktur ist, die gleichmäßig aussieht oder was weiß ich.

(...)

KRA⁵: Ich bin ja immer für den. <deutet auf Sprechblase 3>

JOA⁵: Ja.

MIO⁵: Naja, ich glaube, dass es einfach passt, dass es die zwei richtig sind und das ist eine Folge aus dem. Naja, ich glaube aber auch, dass das <deutet auf Sprechblase 2> richtig ist.

KRA⁵: Ja in gewisser Art und Weise, aber wenn man jetzt von der Struktur ausgeht, dass Graphit gar keine hat, dann stimmt das ja auch nicht, weil sonst können sie ja nicht zusammenhalten.

MIO⁵: Na eh nicht, aber „hat eine stabile Kristallstruktur im Gegensatz zu Graphit“, hat ja auch eine//

KRA⁵: Dann müsste stabilere stehen.

DLO⁵: Weil ich meine, es ist/ sie ist ja nicht wirklich stabil, sie ist (//)

MIO⁵: Ja, nein, ich glaube einfach, nein, ich glaube einfach, dass das Dings, dass das so gemeint ist, dass einfach, dass die, dass es schon eine Struktur gibt im Graphit, aber die halt einfach nicht stabil ist. Dass das einfach nur ein bisschen anders hingeschrieben ist, aber ich glaube es ist schon so gemeint. Naja, ich/

JOA⁵: Ja, aber (.) das ist jetzt Auffassungssache.

DLO⁵: Genau, das ist es.

MIO⁵: Ja, nein, ja eh/ meine ich ja. Aber ich würde das so auffassen.

JOA⁵ erklärt zunächst halb fragend, halb feststellend, dass doch auch Graphit „irgendwo stabil“ (153) sei. Der Satzbau zeigt Aussagesätze, die Intonation und die nachgestellten „oder?“ machen die Äußerungen jedoch gleichzeitig auch zu Fragen. JOA⁵ scheint unsicher und sucht bei ihren MitschülerInnen Bestätigung für die Stimmigkeit ihrer Überlegungen. Sie möchte die Sache klären (**wondering*) und ist deshalb auf das Thema zurückgekommen (151). DLO⁵ bestätigt, dass Graphit „prinzipiell stabil“ sei und ergänzt „... aber da er so länglich ist, kann man abreiben eben und brechen kann man ihn auch leicht“ (155) (**contributing points of reference*). In seiner wenngleich unpräzisen Äußerung (**being unclear/vague*) lässt sich ein Wissensvorsprung seinen MitschülerInnen gegenüber erkennen.

In einem nächsten Schritt schließt JOA⁵ von der Tatsache, dass Graphit „stabil“ ist, darauf, dass er auch eine stabile Kristallstruktur haben müsse (157) und dass folglich die Aussage in Sprechblase 2 nicht richtig sein könne, „weil da steht, also, so wie ich das verstehe, dass Graphit gar keine stabile Kristallstruktur hat“ (170) (**arguing*). Gleichzeitig räumt sie durch den Einschub „so wie ich das verstehe“ ein, dass es auch andere Interpretationsmöglichkeiten geben kann. Während die Sache für JOA⁵ nun geklärt scheint, diskutieren die anderen, was überhaupt mit Kristallstruktur gemeint sein könnte (174ff) (**expressing a need for clarification*). KRA⁵ vertritt die Ansicht, dass Graphit im Gegensatz zu Diamant sicher keine Kristallstruktur habe und betont dabei das Wort Kristall (176). Die Alltagsvorstellung von einem Kristall als etwas durchscheinend Glänzendem, das mit freiem Auge sichtbar von ebenen Flächen begrenzt ist, scheint auf den schwarzen, in Graphitstiften enthaltenen Stoff so gar nicht zu passen. Etwas später meint KRA⁵ allerdings, dass Graphit gar keine Struktur habe, könne auch nicht stimmen, „weil sonst können sie ja nicht zusammenhalten“ (188). Unklar bleibt, worin sich für KRA⁵ Struktur und Kristallstruktur voneinander unterscheiden. Als MIO⁵ andeutet, die Formulierung von Sprechblase 2 würde nicht ausschließen, dass auch Graphit eine (Kristall?)Struktur habe (190), entgegnet KRA⁵: „Dann müsste stabilere stehen“ (192) und betont dabei das steigernde -e am Ende des Wortes. Bemerkenswert ist, dass KRA⁵, ähnlich wie zuvor JOA⁵, den Text in Sprechblase 2 derart detailliert linguistisch analysiert. MIO⁵ bleibt bei seiner Interpretation (**disagreeing*).

Nach mehreren gescheiterten Anläufen, sich mitzuteilen, meint er „ ... dass es schon eine Struktur gibt im Graphit, aber die halt einfach nicht stabil ist. Dass das einfach nur ein bisschen anders hingeschrieben ist, aber ich glaube es ist schon so gemeint“ (197). Die SchülerInnen einigen sich darauf, dass das „jetzt Auffassungssache“ sei (198ff).

Was die SchülerInnen dieser Gruppe 5 verbindet, ist nicht nur der von außen an sie heran getragene Arbeitsauftrag, sondern auch ihre Bereitschaft, diesen gemeinsam zu erfüllen (**framing*). Dabei lassen sie sich auf die Fragstellung ernsthaft und nicht nur oberflächlich ein. Bereits zu Beginn der Diskussion sagt KRA⁵ „Also, ich möchte gleich einmal anfangen“ (003) und MIO⁵ fragt, nachdem er sie hat ausreden lassen: „Darf ich weitermachen gleich?“ (005) Die SchülerInnen scheuen sich nicht, Fragen aufzuwerfen (**wondering*) und Überlegungen zur Diskussion zu stellen (**suggesting an idea*). Sie scheinen ausreichend Vertrauen zu haben in ihr Wissen und ihre Fähigkeiten als Gruppe, die Aufgabe gemeinsam meistern zu können. Niemand muss den anderen beweisen, wie außergewöhnlich „cool“ oder „intelligent“ sie bzw. er ist. Niemand entzieht sich und delegiert die Verantwortung für die Lösung der Aufgabe an andere. Auch wenn MIO⁵ zwischendurch mehrfach betont, er sei „zu dumm“ (173; ähnlich auch 134 und 256), so beteiligt er sich dennoch konstruktiv an der Diskussion. Erst nach über zwölf Minuten schweifen sie erstmals vom Thema ab (**moving away*). Die SchülerInnen begegnen einander mit Respekt, gehen aufeinander ein und können unterschiedliche Meinungen nebeneinander stehen lassen.

Auch in den Gruppen 2 und 4 gibt es Sequenzen, in denen die SchülerInnen beratschlagend sachlich diskutieren. Allerdings erreichen sie, wie noch gezeigt werden soll (vgl. 5.5.5. Ungleiche Partizipation und Konkurrenzstreben, S. 138ff und 5.5.6. *Doing the lesson* anstelle von *Doing science*, S. 143 ff), nicht dieselbe Tiefe wie die SchülerInnen in Gruppe 5. In den Gruppen 1, 3 und 6 hingegen kommen die SchülerInnen nicht über die Interaktionsphase hinaus. Die Gründe dafür sind vielfältig und sollen im nun folgenden Kapitel erörtert werden.

5.5. Erschwernisse auf dem Weg von der Frage/dem Problem in Richtung Antwort/Lösung

Der Einsatz des Concept Cartoons im Unterricht schafft einen Diskussionsanlass und stellt SchülerInnen vor fachliche, soziale und emotionale Herausforderungen (vgl. 5.2, S. 80). Im Idealfall stellen sich die SchülerInnen diesen Herausforderungen gemeinsam und versuchen, in der Gruppe eine fachliche Erklärung für das im Concept Cartoon thematisierte Phänomen

zu entwickeln. Die dafür notwendigen Schritte wurden in Kapitel 5.4 dargelegt. Im nun folgenden Teil der Arbeit sollen die Schwierigkeiten beschrieben werden, die zu Abweichungen von diesem Idealfall führen. Dabei wird auf die häufig unklaren Formulierungen der SchülerInnen eingegangen (5.5.1) und aufgezeigt, wie SchülerInnen zum Ausdruck bringen, dass es ihnen an Fachwissen mangelt (5.5.2). Es werden mögliche Strategien im Umgang mit der fachlichen Unsicherheit beschrieben (5.5.3) und es wird gezeigt, wie einzelne SchülerInnen die Arbeit in der Gruppe behindern (5.5.4). Außerdem wird darauf eingegangen, dass manche SchülerInnen sich deutlich weniger intensiv als andere an der Diskussion beteiligen und dass Konkurrenzstreben (5.5.5) und das Bedürfnis, vor MitschülerInnen oder der Lehrperson gut dazustehen (5.5.6), die fachliche Klärung in der Gruppe erschweren können.

5.5.1. Kommunikationskultur oder Mangel an Fachkompetenz – **Being unclear/vague*

Wenn SchülerInnen sich unklar äußern, dann erschwert das sowohl die Interpretation ihrer Aussagen hinsichtlich ihrer fachlichen Konzepte als auch die Kommunikation unter den SchülerInnen. Die Kategorie **being unclear/vague* umfasst zwei Arten von Unklarheit. Dazu gehören zum einen Aussagen, in denen der/die Sprechende vage Vorstellungen und Vermutungen zum Ausdruck bringt und infolge der eigenen fachlichen Unsicherheit auch vage formuliert. Zum anderen beinhaltet diese Kategorie Äußerungen, deren Bedeutung unklar ist, obwohl der bzw. die Sprechende sie mit Bestimmtheit tätigt.

Zunächst soll auf jene Situationen eingegangen werden, bei denen unklar ist, was der/die Sprechende mitteilen will, obwohl er bzw. sie sich mit Bestimmtheit äußert. Für derartige Interpretationsschwierigkeiten gibt es unterschiedliche Gründe: Die SchülerInnen reden häufig durcheinander, benützen Pronomen, von denen unklar ist, worauf sie sich beziehen, und Wörter, deren Bedeutung fraglich ist.

Immer wieder fallen die SchülerInnen einander ins Wort, sodass Sätze unvollendet bleiben (vgl. z. B. G2 226:241, S. 132). Die Bedeutung dessen, was eine Schülerin oder ein Schüler sagen will, lässt sich aus den Bruchstücken nicht eindeutig rekonstruieren. So bleibt z. B. der von JOA⁵ angerissene Gedanke, in dem sie die Wasserlöslichkeit von Graphit und Diamant zu vergleichen versucht, unvollendet.

G5 074:082

- JOA⁵: [...] Wenn man jetzt zeichnet mit Graphit und dann mit dem Wasser drüber, dann verschmiert sich das ja alles so. Es ist (/)
- DLO⁵: Ja, das hat eher mit der leichten Struktur des Graphits zu tun.
- MIO⁵: Das geht mit jedem Stoff.

JOA⁵: Und wenn man das mit dem Diamantenstaub das macht, dann würde sich das nicht so leicht vermischen. Meine Meinung, weil auch wenn (/)

DLO⁵: @ Ich habe noch nie Diamantenstaub mit Wasser gemischt, da kann ich nichts sagen dazu @.

JOA⁵: Viel zu teuer.

MIO⁵: Ja, das wird schon stimmen, aber das ist ja eigentlich eh klar, oder? (.)

Gelegentlich zerfällt die Konversation auch in zwei parallel ablaufende Zweigespräche. Das hat zur Folge, dass nicht eindeutig ist, welche Äußerungen sich aufeinander beziehen. Der folgende Ausschnitt dient als Beispiel.

G5 280:292

JOA⁵: Naja, wir könnten aber darüber diskutieren, was wir als Aussage da reinschreiben würden.

KRA⁵: Dichte ist Masse mal Volumen, oder?

MIO⁵: Na, dann fange einmal an, dann schieß los.

JOA⁵: Ich würde da gar nichts reinschreiben.

MIO⁵: Ja, also/

DLO⁵: Masse mal Volumen. Das erklärt meine Skizze perfekt, finde ich.

MIO⁵: Na, eigentlich eh, für mich wird das dadurch auch klar.

Zunächst geht MIO⁵ auf den Vorschlag JOA⁵s ein, während zur selben Zeit KRA⁵ und DLO⁵ über den Zusammenhang von Dichte, Volumen und Masse diskutieren. Was meint MIO⁵ dann aber in der letzten Zeile, wenn er sagt „... für mich wird das dadurch auch klar?“ Worauf bezieht er sich? Auf die Skizze, von der DLO⁵ spricht? Auf die Erklärung von Dichte? Auf das Ausfüllen des Arbeitsblattes?

Häufig verwenden die SchülerInnen Wörter und Formulierungen, deren Bedeutungen im jeweiligen Zusammenhang unklar oder mehrdeutig sind. Beispielsweise benützen sie oft Personalpronomen, substantivisch gebrauchte Demonstrativpronomen und Indefinitpronomen, bei denen fraglich ist, worauf sie sich beziehen. So ist z. B. unklar, wofür die verschiedenen „das“ in den oben zitierten Ausschnitten (G5 074:082, MIO⁵ 082 und 280:292, DLO⁵ 290) stehen. Auch in der folgenden Sequenz ist fraglich, was BRO³ mit „etwas“ meint.

G3 230:232

BRO³: Wir könnten glauben, dass, wenn etwas dichter ist, dass es ein Isotop von etwas anderem ist, wenn's derselbe Stoff ist.

XEA³: Stimmt, weil's mehr Neutronen hat (?)

BRO³ bringt an einer Stelle, an der die Diskussion ins Stocken geraten ist, einen Vorschlag ein und wechselt damit gleichzeitig das Thema (**suggesting an idea, *changing subjects when reaching an impasse*). Der Inhalt seines Vorschlags ist jedoch diffus. Was meint er mit „etwas“? Was bedeutet für ihn „ein Isotop von etwas anderem“? Was meint er in diesem Zusammenhang mit „derselbe Stoff“? Vermutlich unterscheidet er (wie die meisten der beobachteten SchülerInnen) zwischen einem „normalen Atom“ und einem „Isotop“.

Mögliche explizite Aus- bzw. Umformulierungen könnten wie folgt lauten: Da Diamant dichter ist (als Graphit), könnte Diamant ein Isotop von Graphit sein, da ja beide aus Kohlenstoff bestehen. In diesem Fall hätte BRO³ mit „demselben Stoff“ dasselbe Element gemeint. BRO³ hält in seiner Aussage Stoff- und Teilchenebene nicht auseinander: „Dichter sein“ und damit die makroskopische Stoffeigenschaft Dichte wird erklärt durch „Isotop sein“, eine Eigenschaft eines Teilchens auf submikroskopischer Ebene. Ob es primär sprachliche oder konzeptionelle Schwierigkeiten sind, die BRO³s Äußerung so diffus ausfallen lassen, oder eine Mischung aus beiden, lässt sich nicht feststellen. Umso erstaunlicher ist, dass XEA³ keinerlei Schwierigkeiten zu haben scheint, BRO³ zu verstehen. Mit ihrer Äußerung „Stimmt, weil's mehr Neutronen hat?“ (232), führt sie vielmehr seinen Gedanken halb feststellend, halb fragend fort. Aus dem unbestimmten „etwas“ macht sie ein „es“.

Beziehen sich die Pronomen auf Sprechblasentexte im Concept Cartoon oder auf die dargestellten Charaktere (z. B. G3 253:257, G5 029:037), so lässt sich teilweise anhand des Videos feststellen, wovon die SchülerInnen sprechen, vorausgesetzt sie gestikulieren deutlich. Die Videoaufnahmen erleichtern auch an anderer Stelle die Interpretation. So lässt sich aufgrund der Handbewegung von WLA⁴ vermuten, dass sie beziehend auf Sprechblase 2 von der Anordnung der Elemente im Periodensystem spricht. Zur Lehrerin gewandt sagt sie: „Weil wir dachten eigentlich, dass die Anf(/) ah Anordnung der Atome so ist, von der ahm, Zahl her, von der atomic number her“ (vgl. G4 246:250, S. 86). Dabei macht sie eine Handbewegung von links nach rechts und dann erneut von links nach rechts aber etwas tiefer; eine „Zeile“ weiter unten.

Auch die Wortwahl der SchülerInnen macht die Interpretation ihrer Äußerungen gelegentlich schwierig. So verwendet z. B. OSA⁴ (038) das Adjektiv „stark“ zur Beschreibung von Diamanten, ähnlich wie AXO² (vgl. AXO² 241, S. 133). Rund fünf Minuten später stellt sich heraus, dass sie mit „stark sein“ „eine hohe Dichte haben“ und „schwerer zu brechen sein“ meint. „[Es ist logisch,] dass, dass der Graph// dass, nein, dass Diamant ein, stärker ist und

ein bess// also eine grö// viel höhere Dichte hat als Graphit, weil man kann es auch viel schwerer brechen als Graphit, ...“ (239). OSA⁴ korrigiert sich, während sie spricht, mehrfach selbst und arbeitet sich zu einer eindeutigen Formulierung vor. Dabei geht sie (wie viele der beobachteten SchülerInnen) wie selbstverständlich davon aus, dass die Dichte eines Stoffes seine mechanische Stabilität bedingt. Eine derartige Präzisierung ist jedoch höchst selten. Was AXO² mit „stärker“ bzw. „besser“ meint, wenn er sagt: „Genau. Das heißt, vielleicht haben wir durch mehr, durch ein Isotop vielleicht einen stärkeren, einen besseren Diamanten“, bleibt hingegen offen (241).

Als Beispiel dafür, wie wenig manche SchülerInnen auf ihre Formulierungen achten, sei VRA³ angeführt. Sie sagt in weniger als einer Minute u.a. folgendes:

VRA³: Ich weiß, dass Diamanten aus Kohle bestehen, und Diamant - und Graphit ist Kohle. (053)

VRA³: Ich weiß, dass es stimmt. Weil Diamanten Kohlen sind, die zusammengepresst wurden unter extremer Hitze. (071)

VRA³: Das sind Diamanten. Diamanten sind nur aus Kohle. (074)

Sie verwendet „sein“ und „bestehen aus“ synonym und unterscheidet nicht zwischen Kohle, Kohlen und Kohlenstoff.

Unklar ist auch, was ESA¹ meint, wenn sie sagt: „Ich glaub nicht, dass ein Isotop einen Stoff so sehr verändern kann wie Diamant und Graphit“ (071). Welcher Stoff wird wodurch verändert? Warum spricht sie (wie auch AXO² (241) und BRO³ (G3: 230:232, S. 117)) von einem Isotop in der Einzahl? Was meint OSA⁴, wenn sie sagt: „Es ist irgendwie schon logisch, dass Diamanten einen größeren Druck haben als Graphit“ (062)? Was bedeutet für sie „einen Druck haben“? Wenn IBA³ erklärt, Sprechblase 1 sei „richtig“ „... weil wir gelernt haben, wie Isotope ausschauen!“ (206), wie glaubt sie, dass Isotope „ausschauen“?

Bemerkenswert ist, dass sich die anderen SchülerInnen von diesen Formulierungen in keiner Weise irritiert zeigen. Nur in Ausnahmefällen fragt eine Mitschülerin oder ein Mitschüler nach. Das lässt vermuten, dass sie entweder nur halbherzig zuhören oder die Aussagen in ihren Augen/Ohren durchaus Sinn haben, wie z. B. in der oben beschriebenen Szene in Gruppe 3 (230:232). Die folgende Sequenz zeigt ein besonders drastisches Beispiel dafür, welches Einverständnis unter SchülerInnen herrschen kann, auch wenn die Aussagen für Außenstehende unverständlich bleiben (vgl. *speech genres* (Bakhtin, 1986), S. 22 und *collective meaning-making process* (Kumpulainen & Renshaw, 2007), S. 24).

G3: 104:108

- XE³: Genau, und Diamanten kann man auch so schleifen und dann Sachen schneiden damit.
- VR³: Das stimmt. Diamanten sind härter als alles andere, oder fast alles andere.
- IB³: Und es muss sehr genau sein.
- XE³: Und deswegen ist es so genau, weil die Dichte so hoch ist.
- IB³: Ja.

Was muss „genau“ sein? Welchen Zusammenhang gibt es zwischen Genauigkeit und Dichte?

Das Gefühl der Einigkeit schützt die SchülerInnen vor Ungewissheit, Mehrdeutigkeit und Verwirrung (vgl. 3.3.9. Unsicherheit, Mehrdeutigkeit und Verwirrung, S. 47). Das gilt auch dann, wenn das Einverständnis ein oberflächliches ist. In der Folge ist die Bereitschaft groß, unklare Äußerungen der MitschülerInnen so zu interpretieren und für sich umzuformulieren(?), dass sie in den eigenen Augen/Ohren sinnvoll erscheinen (vgl. Tendenz zuzustimmen, S. 132).

Kritisch hinterfragen, gemeinsam präzisieren und dabei in die Tiefe gehen, bringt dagegen die Möglichkeit und Gefahr mit sich, auf Unklarheiten, Widersprüche und Wissenslücken zu stoßen. Dieses Wagnis gehen SchülerInnen dann eher ein, wenn sie das Erkennen eigener fachlicher Unsicherheiten als Lernchance begreifen und sich in der Gruppe emotional sicher fühlen (vgl. (D'Mello et al., 2014), S. 49). Diese Bedingungen scheinen in Gruppe 5 (z. B. G5 206:237) und Gruppe 2 (z. B. G2 246:276) häufiger erfüllt zu sein als in den übrigen Transkripten. Fehlt dieses gemeinsame Erkenntnisinteresse und damit eine wesentliche Voraussetzung für *doing science*, dann gibt es wenig Motivation oder auch Notwendigkeit nachzufragen und die MitschülerInnen um Präzisierung zu bitten. Für *doing the lesson* genügt es, wenn die SchülerInnen den fachlichen Unklarheiten ausweichen. Je nach eigenem Anspruch und Selbstbild gelingt ihnen das, indem sie einander oberflächlich zustimmen oder einander nicht ernsthaft zuhören.

In den bis jetzt beschriebenen Fällen von **being unclear/vague* scheint es in erster Linie eine Frage der Kommunikation zu sein: Die SchülerInnen äußern sich bestimmt, so als wüssten sie genau, was sie sagen wollten (**expressing an idea, *contributing points of reference*). Dass der Inhalt für andere nicht nachvollziehbar sein könnte, scheint ihnen nicht in den Sinn zu kommen. Die MitschülerInnen fragen während der Diskussion nur in Ausnahmefällen nach (z. B. WLA⁴ 167, MIO⁵ 111, JOA⁵ 212).

Ganz anderer Natur ist die Unklarheit, die entsteht, wenn SchülerInnen vage formulieren, weil sie sich unsicher sind in dem, was sie sagen möchten. Sie verwenden in diesen Situationen häufig das unbestimmte Fürwort (Indefinitpronomen) „irgendwie“.

G1: 477

CLA¹: Also ich glaub', die verschiedenen (/) aber die verschiedenen (/) ja, irgendwie reagieren sie [Diamant und Graphit] anders mit irgendwelchen anderen Stoffen.

G4: 347

HEA⁴: Ich bin mir nicht sicher, ob es nicht leichter ist irgendwie was zusammenzupressen, wenn es irgendwie sich nicht bewegt oder?

Manchmal suchen die SchülerInnen nach Worten. Man hat den Eindruck, dass sich ihre Gedanken erst während des Sprechens formieren (vgl. z. B. G5 055:072, S. 103 unter **suggesting an idea* und G3 282:287, S. 98 unter **wondering*). Gelegentlich gelingt es der Schülerin bzw. dem Schüler dann nicht, den begonnenen Gedanken zu Ende zu führen. Das kann daran liegen, dass sie den Faden verlieren, dass sie von ihren MitschülerInnen unterbrochen werden (z. B. CLA¹ in G1 206:215) oder daran, dass sie den Gedanken verwerfen, bevor sie ihn fertig ausgesprochen haben (z. B. DLO⁵ in G5 206:214).

Diese Facette von **being unclear/vague* unterscheidet sich von **suggesting an idea* dahingehend, dass die vorgebrachten Überlegungen so diffus sind, dass es für dritte schwer ist, sie nachzuvollziehen und aufzugreifen.

In diesem Abschnitt wurde gezeigt, wie die oft unklare und vage Ausdrucksweise der SchülerInnen zum einen die Interpretation ihre Aussagen und die Rekonstruktion ihrer fachlichen Konzepte erschwert bzw. verhindert und zum anderen Zeichen ihrer fachlichen Unsicherheit sein kann. Im nachfolgenden Kapitel wird eingehend beschrieben, wie die SchülerInnen ihre fachliche Unsicherheit und fehlende Kompetenz im Gespräch mit ihren MitschülerInnen zur Sprache bringen.

5.5.2. Thematisieren begrenzter Fachkompetenz – **Declaring a lack of competence, *Expressing a need for clarification, *Stating the limits of one's knowledge*

Wenn sich SchülerInnen der Aufgabe kognitiv nicht oder nur bedingt gewachsen fühlen, macht sich das in der Regel bereits während der Artikulationsphase bemerkbar. Die SchülerInnen erklären dann, nicht oder nur begrenzt zur Klärung der Frage/Lösung des Problems beitragen zu können (**declaring a lack of competence; *expressing a need for clarification, *stating the limit of one's knowledge*). Ihre Äußerungen enthalten neben der Sachinformation in der Regel auch Informationen über ihre emotionale Befindlichkeit (Verunsicherung, Desinteresse, Überforderung, aber auch den Wunsch nach Aufklärung und Neugierde) und ihre soziale Eingebundenheit und Stellung in der Gruppe.

Wissensdefizite – **Declaring a lack of competence*

Teilweise haben die SchülerInnen Schwierigkeiten, einen Einstieg in eine fachliche Diskussion zu finden (vgl. z. B. G3 002:022, S. 129 unter **moving away*). Das kann zu Beginn der Gruppendiskussion sein, oder beim Wechsel zu einem anderen Unterthema oder einer anderen Sprechblase. Es sind dies vor allem jene SchülerInnen, die über so wenig fachliches Wissen verfügen, dass sie weder Anhaltspunkte liefern (**contributing points of reference*), noch Ideen einbringen (**suggesting an idea*) können. Ihre Aussagen beschränken sich in diesen Situationen in der Regel auf „keine Ahnung“, ohne zu spezifizieren, wovon sie keine Ahnung haben (z. B. BRO³ 002, VRA³ 123, GLA⁶ 090). Und auch während der Diskussion kommen SchülerInnen immer wieder an einen Punkt, wo sie nicht mehr weiter wissen. Manche SchülerInnen sprechen ihre generellen mangelnden Fachkenntnisse direkt an (zB ZIA¹ 132, 234; MIO⁵ 134, 173, 256), andere versuchen die Lösung der Aufgabe an MitschülerInnen zu delegieren (zB. ZIA¹ 077, VRA³ 170, HEA⁴ 005, NUO⁶ 003). MIO⁵ tut an einer Stelle beides in einem Atemzug, indem er sagt: „Also ich meine, ich kenne mich da wirklich zu wenig aus, dass ich da noch eine Erklärung abliefern, muss ich ehrlich sagen, aber du kennst dich voll gut aus. Vielleicht irgendwas//“ (134).

Der Übergang von einer allgemeinen fachlichen Unsicherheit zu einem konkret benennbaren Mangel an Detailwissen (**expressing a need for clarification* und **stating the limits of one's knowledge*) ist fließend. Dazwischen befindet sich unter anderem der Zustand, dass SchülerInnen zwar ein Gefühl haben, etwas Bestimmtes zu glauben, es aber nicht erklären können. Beispiele dafür finden sich im folgenden Abschnitt:

G1 071:095

ESA¹: Ich glaub nicht, dass ein Isotop einen Stoff so sehr verändern kann wie Diamant und Graphit.

STO¹: Warum nicht?

ESA¹: Ich weiß nicht, ich glaub's einfach nicht.

ZIA¹: Wir hätten uns vielleicht einen Superklugen dazu holen sollen, der sich mit so was auskennt.

ESA¹: Ja.

CLA¹: Ja. Na ja/

STO¹: Ich wette, wir kommen auf eine CD oder so.

ZIA¹: Mit Soundtrack.

@<alle>

(....)

CLA¹: Ich glaub noch immer, es ist das dritte.

ZIA¹: Also, für mich hört sich das irgendwie am plausibelsten an.

CLA¹: Ja.

ZIA¹: Unter dem <deutete auf die rechte Seite des Concept Cartoons> kann ich mir was vorstellen im Gegensatz zu dem <deutete auf die linke Seite des Concept Cartoons>.

In Ermangelung fachlicher Argumente begründet ESA¹ ihre Vermutung mit „[...] ich glaub's einfach nicht“ (075). ZIA¹ rechtfertigt ihre Annahme mit „Also, für mich hört sich das irgendwie am plausibelsten an“ (092). Beiden fehlen fachliche Begründungen. Außerdem ist in der Szene zu sehen, wie STO¹ vom Thema abkommt und ablenkt und wie ZIA¹ die Lösung der Aufgabe am liebsten an „einen Superklugen“ (77) delegieren würde.

Mangelnde fachliche Sicherheit ist es auch, die SchülerInnen immer wieder zwischen „glauben“ und „wissen“ unterscheiden lässt. In nachfolgender Sequenz betonen sie diesen Unterschied der Lehrperson gegenüber sehr nachdrücklich:

G3 196:203

L1: <unverständlich>

VRA³: Aber wie (.) Es sind alle richtig, oder? (.) Wir glauben, es ist alles/ (.) Wir wissen, dass das hier richtig ist <deutet auf Sprechblase 3>, und wir wissen (/) also, ihr wisst <deutet auf S2 und S4> dass das hier <deutet auf Sprechblase 1> richtig ist.

IBA³: Also, ja, wir glauben!

XEA³: Wir wissen's nicht, wir glauben.

VRA³: Ich weiß auf jeden Fall, dass das da <deutet auf Sprechblase 3> richtig ist. Ja, weil's stimmt

Ähnlich wie die Notwendigkeit zwischen „glauben“ und „wissen“ zu unterscheiden, erleben die SchülerInnen auch die Diskrepanz zwischen „wissen, dass“ und „begründen können, warum“, wie die folgenden Ausschnitte aus den Gruppen 4 und 5 dokumentieren.

G5 094:097

DLO⁵: Also es stimmt beides irgendwie. Bei dem, das könnte auch stimmen von mir aus <deutet auf Sprechblase 1>, aber ich habe keine Ahnung, wie ich es beweisen soll oder wie (/)

KRA⁵: Ja.

DLO⁵: Ja, genau.

MIO⁵: Das Problem ist nur, das können wir nicht argumentieren, also lassen wir es aus.

Der Vorschlag von MIO⁵, einfach auszulassen, was die SchülerInnen nicht argumentieren können, ist eine Möglichkeit, mit der Unsicherheit umzugehen.

G4 313:318

WLA⁴: Aber ich könnte es nicht begründen. Ich könnte sagen, es ist so, aber (//)

OSA⁴: Ja.

LUA⁴: Ja, nicht wirklich. Ja, halt so wie wir es zuerst begründet haben, dass halt, Graphit kann man leichter brechen und mit Diamanten kann man ein Glas einritzen und so.

WLA⁴: Aber das ist kein Grund.

LUA⁴: Ja, deswegen ist halt die Dichte höher.

WLA⁴: Ist nur eine Tatsache.

Die SchülerInnen erleben sich in diesen Situationen als fachlich wenig kompetent und in der Folge auch als eingeschränkt handlungsfähig, wenn es darum geht, die Aufgabe zu lösen. Sie wissen nicht weiter. Was dieses Erleben in den SchülerInnen emotional auslöst, bestimmt maßgeblich ihre weiteren Handlungen. Häufig ist zu beobachten, dass sie vom Thema abschweifen (**moving away*) oder schlicht das fachliche Thema wechseln (**changing subjects when reaching an impasse*).

Wissenslücken – **Expressing a need for clarification*

Auch in Situationen, in denen sich die SchülerInnen im Allgemeinen fachlich kompetent erleben, stoßen sie immer wieder auf kleinere Hindernisse und Untiefen ihres Wissens, auf Schwachstellen bzw. größere oder kleinere Wissenslücken. Sie bemerken, dass es hilfreich sein könnte oder sogar notwendig, bestimmte Dinge, Fakten und Zusammenhänge zu wissen, um sich einer Lösung der Aufgabe anzunähern. Dieses Wissen haben sie jedoch nicht parat. Auch wenn es paradox klingen mag, so leisten SchülerInnen, die diese Wissenslücken erkennen und verbalisieren, einen wichtigen Beitrag zur fachlichen Klärung des Problems.

Indem sie entsprechende Fragen an ihre MitschülerInnen richten, schlagen sie eine Richtung vor, in die es sich lohnen könnte, als Gruppe gemeinsam weiterzudenken. Durch das konkrete Benennen des fehlenden Wissens reduzieren sie die oft lähmend wirkende, diffuse fachliche Unsicherheit. An die Stelle genereller Verunsicherung kann ein zielgerichtetes Suchen nach Anhaltspunkten treten. Die SchülerInnen erleben sich weiterhin als handlungsfähig.

So erkennt beispielsweise CLA¹, dass es gut wäre zu wissen, wie viele Neutronen Graphit bzw. Diamant hat, um herauszufinden, ob ESA¹ recht hat mit ihrer Vermutung, dass der Text in Sprechblase 1 keine Erklärung für die unterschiedlichen Eigenschaften von Diamant und Graphit liefert. Sie versucht diese Information dem Periodensystem der Elemente zu

entnehmen. Dabei realisiert sie, dass sie dazu die entsprechenden Elementsymbole kennen müsste.

G1 243:259

ESA¹: Aber, ich glaub' nicht, dass die paar Neutronen so viel ausmachen können.

CLA¹: Aber, wie viele Neutronen hat Graphit und wie viele Neutronen hat Diamant? Wissen wir das?

ZIA¹: Nein.

CLA¹: Mal nachschauen.
<blättert in ihrer Mappe; zu ZIA¹, die nach dem Buch greift, gewandt>
Hast du ein Dings-System da drinnen?

ZIA¹: Nein, ja, hab' ich, aber (/) Das ist (/) Okay, Graphit und Diamant.

CLA¹: Was ist das Zeichen für Graphit? (.)

ESA¹: Ist Graphit ein Element?
<zu STO¹ geneigt und geflüstert; Mikro zugehalten, auf der Aufnahme kaum zu hören>

STO¹: Ich glaub' nicht.

Als ESA¹ daraufhin fragt, ob Graphit überhaupt ein Element sei, entspinnt sich eine heftige Diskussion. Es dauert schließlich über eine Minute, bis die SchülerInnen zu der Erkenntnis gelangen, dass es sich bei Diamant und Graphit um Erscheinungsformen des Elements Kohlenstoff handelt (319).

Ein weiteres Beispiel dafür, wie das Formulieren offener Fragen den Diskussionsprozess stimulieren kann, ist im Kapitel 5.4.4. Kooperationsphase: **Deliberating on the matter* beschrieben. Im dort skizzierten Beispiel (S. 112, G5 151:200) tauchen Unklarheiten vor allem hinsichtlich der Bedeutung der zentralen Begriffe „stabil“ bzw. „Kristallstruktur“ auf. Erkennbar werden diese Unklarheiten an den Fragen, die die SchülerInnen teilweise eher indirekt zum Ausdruck bringen: Bedeutet „stabil“ dasselbe wie „mechanisch widerstandsfähig“ (152) oder „im festem Aggregatzustand“? (188). Herrscht in jedem Feststoff eine Struktur? (188). Was ist der Unterschied zwischen „Struktur“ und „Kristallstruktur“ (178)? Gibt es Steigerungsformen von „stabil“ (190f)?

Anders als im zuvor beschriebenen Ausschnitt der Gruppe 1 gelingt es den SchülerInnen nicht, die aufgetretene Wissenslücke gemeinsam zu schließen. Vielmehr halten sie fest, dass es mehrere Interpretationsmöglichkeiten gibt. Sie erfahren dabei, dass neben fachlichen Problemen beim Streben nach Konsens, nach Klarheit, Eindeutigkeit und fachlicher Sicherheit auch Kommunikationsprobleme auftreten.

Wissensgrenzen – **Stating the limit of one's knowledge*

Im Gegensatz zu **expressing a need for clarification* bringen die SchülerInnen bei **stating the limits of one's knowledge* nicht ein Bedürfnis (need) zum Ausdruck, sondern sie konstatieren Grenzen (limits). Sie schlagen keine Richtung vor, in die gemeinsames Nachdenken sich lohnen könnte, sondern sie signalisieren ihren MitschülerInnen: „Diesbezüglich kann ich fachlich nichts beitragen“. Sie schaffen damit Klarheit – sich selbst und den MitschülerInnen gegenüber.

In der Regel stammen derartige Aussagen von SchülerInnen, die mehr Fachwissen in die Diskussion einbringen als ihre MitschülerInnen. Sie reagieren damit auf die reale (z. B. NUO⁶ 003 und GLA⁶ 358) oder auch vermeintliche Erwartungshaltung der Gruppe. So stammt beispielsweise in Gruppe 5 die Mehrzahl der fachlich angemessenen Aussagen von DLO⁵. Er hat innerhalb der Gruppe einen gewissen Expertenstatus. DLO⁵ betont mehrfach, bis wohin sein Wissen reicht bzw. wo es endet. Die Art und Weise wie DLO⁵ feststellt, was er nicht weiß, wirkt selbstsicher, sachlich distanziert, eher emotionslos und ohne jedes Bedauern.

G5

DLO⁵: ... Also was ich weiß ist, das hat mit Anordnung zu tun und die entsteht eben durch hohen Druck und Erhitzung beim Diamanten. (016)

DLO⁵: Vom Graphit jetzt und beim Diamant, da weiß ich jetzt nicht, wie er aussieht, das ist alles ineinandergeschoben halt. (022)

DLO⁵: Warum der Diamant durchsichtig ist, habe ich keine Ahnung. (057)

DLO⁵: @ Ich habe noch nie Diamantenstaub mit Wasser gemischt, da kann ich nichts sagen dazu @. (079)

DLO⁵: Naja, ich weiß wie Kohlenstoff aussieht, (.) also Graphit aussieht, von der Atomstruktur her, aber Diamant ist einfach irgendwie total (/) dicht so (/) so irgendwie (/) irgendwie alles extrem eng zusammen. Verbindungen sind einfach so dazwischen durch, das ist wirklich (.) einfach kompakt. (136ff)

Es hat den Anschein, als würde er sich innerhalb dieser Grenzen als fachlich kompetent erleben. Gleichzeitig setzt er wenig daran, sein Wissen in der Auseinandersetzung mit den anderen MitschülerInnen zu erweitern. Ähnlich verhält sich auch RAO⁶.

G6

RAO⁶: Einfach weil die Struktur, also die Anordnung der C-Atome, also der Kohlenstoffatome einfach unterschiedlich ist. Also bei der einen sind sie, beim Graphit sind sie übereinandergeschichtet, könnte man so sagen, es ist ziemlich einfach gesagt. Beim anderen ist es eben, ich weiß es nicht, wie es aussieht. (013)

- RAO⁶: Habt ihr es, man kann ja Diamanten auch künstlich herstellen. Aus Asche, glaube ich, aus Staub. Da bin ich mir jetzt nicht sicher. (110)
- RAO⁶: Wie war das noch mal? Ich glaube es war, unter anderem, wegen der Struktur der Atome, bin mir aber nicht sicher und unter anderem, weil (.) ich habe keine Ahnung, das ist schon zu lange her. Das ist drei Jahre her. (190)
- RAO⁶: Warum ist es durchsichtig und der schwarz. Keine Ahnung. (206)

In diesem Kapitel wurde gezeigt, wie unterschiedlich die SchülerInnen zur Sprache bringen, dass es ihnen an fachlichem Wissen mangelt. Von Bedeutung ist dabei, wie weit ihr Wissen reicht (kognitiver Aspekt), wie interessiert sie an der Klärung der Frage sind (emotionaler/motivationaler Aspekt) und was sie ihren MitschülerInnen signalisieren wollen (sozial-kommunikativer Aspekt). **Declaring a lack of competence* signalisiert in erster Linie: "Ich kann nichts beitragen". In der Folge kann es zu keiner konstruktiven Interaktion kommen. Bei **stating the limit of one's knowledge* und **expressing a need for clarification*, hingegen bringen SchülerInnen Wissen (bis zur Grenze) bzw. Fragen in die Diskussion ein, die die MitschülerInnen aufgreifen können. Im folgenden Kapitel wird beschrieben, wie unterschiedlich SchülerInnen mit ihrer fachlichen Unsicherheit umgehen.

5.5.3. Möglichkeiten/Strategien beim Umgang mit fachlicher Unsicherheit – **Changing subjects when reaching an impasse, *Moving away*

Wie in Kapitel 5.2 (S. 80 ff) bereits beschrieben, stellen Concept-Cartoon-Aufgaben SchülerInnen vor kognitive, emotionale und soziale Herausforderungen. Viele der beobachteten SchülerInnen fühlen sich zumindest zeitweise fachlich unsicher und tendenziell kognitiv überfordert. Sie haben, um den auf Seite 90 angestellten Vergleich aufzugreifen, „schlechte Karten“ und bringen ihre fachliche Unsicherheit (wie im Kapitel 5.5.2, S. 120ff beschreiben) auf unterschiedliche Weise explizit zum Ausdruck. Das Ziel der Gruppendiskussion sollte sein, diese fachliche Unsicherheit gemeinsam zu überwinden oder zumindest zu verringern. Dazu ist es notwendig, dass sich die SchülerInnen auf die Aufgabe einlassen (**framing the task, *wondering*), ihre Ideen und ihre Wissen einbringen (**suggesting an idea, *contributing points of reference*), versuchen einander zu überzeugen (**arguing, *disagreeing*) und diese Vorstellungen gemeinsam evaluieren und weiterentwickeln oder gegebenenfalls verwerfen (vgl. **deliberating on the matter*, S. 110).

Die Analyse der Gruppendiskussionen zeigt jedoch, dass die SchülerInnen mit ihrer fachlichen Unsicherheit häufig anders umgehen. Zu beobachten ist, dass die SchülerInnen häufig das Thema wechseln, wenn sie nicht mehr weiter wissen. Dabei wenden sie sich entweder einer neuen fachlichen Fragestellung oder dem Text einer anderen Sprechblase zu

(**changing subjects when reaching an impasse*) oder beginnen Privatgespräche (**moving away*). Weniger offensichtlich aber ebenfalls häufig zu beobachten ist die Strategie des unkritischen Zustimmens. In Gruppe 6 delegieren drei SchülerInnen die Verantwortung an den fachlich kompetentesten Schüler.

Themenwechsel – **Changing subjects when reaching an impasse*

Es sind in erster Linie jene SchülerInnen, die sich bis dahin bereits konstruktiv in die Diskussion eingebracht haben, die in Anbetracht einer ausweglos erscheinenden Situation das fachliche Thema wechseln. Sie kommen nach Off-task-Phasen wieder zum Thema zurück, greifen bereits Besprochenes erneut auf und versuchen, von einer anderen Seite kommend, die Aufgabe zu lösen (z. B. G5 151:200, S. 112). Weniger engagierte SchülerInnen neigen in vergleichbaren Situationen eher dazu abzuschweifen (**moving away*) oder einfach abzuwarten.

Das Thema zu wechseln, ist eine Strategie, sich aus einer Sackgasse zu befreien, die sich beim Arbeiten mit Concept Cartoons förmlich anbietet. Die unterschiedlichen, in den Sprechblasen angeführten Erklärungsansätze erlauben einen Wechsel von einem Unterthema zum anderen, ohne vom Gesamthema abzukommen. Der Concept Cartoon liefert dabei Anknüpfungspunkte in Form von Text oder Bild, wie das folgende Beispiel zeigt:

G3 119:136

VRA³: Was sollen wir jetzt noch sagen?

IBA³: Also, warum glauben wir, dass das mit der Kristallstruktur, das da stimmt?
<zeigt auf Sprechblase 2>

VRA³: Das hab' ich keine Ahnung.

XEA³: Was hält sie da? Oder er?
<zeigt auf Alex (im Concept Cartoon)>

VRA³: @ Es. Es. @

XEA³: Er, Alex.

VRA³: Was hält es?

IBA³: Durch die unterschiedliche Anordnung der Atome. <liest vor>

VRA³: Eine Zahnbürste oder so was ist das.

XEA³: Das eine ist Graphit, und das andere/

Mitunter ist schwer zu sagen, ob eine Schülerin oder ein Schüler bewusst ein neues Thema einbringt oder ob die SchülerInnen aneinander vorbeireden. Ein systematisches Vorgehen, bei dem die SchülerInnen zunächst ein Thema einvernehmlich abschließen, bevor sie sich einem neuen Unterthema zuwenden, konnte nicht beobachtet werden. Vermutlich sind sie sich nicht ausreichend sicher ob der Ergebnisse ihrer Erörterungen, um einen derartigen Schritt zu setzen. Häufige Themenwechsel haben zur Folge, dass viele Überlegungen ungeklärt im Raum stehen bleiben. Manche werden im Lauf der Diskussion (mehrfach) erneut aufgegriffen. Die SchülerInnen erleben, dass sich die Diskussion im Kreis dreht und sie wenig Fortschritte machen. In Gruppe 2 thematisieren zwei Schüler dieses Phänomen auch explizit (G2 125:127, FEO² 292 und 390).

Abschweifen – **Moving away*

**Moving away* steht für „abschweifen“, „vom Thema abkommen“. In allen Gruppen ist zu beobachten, dass die SchülerInnen zwischendurch über Dinge sprechen, die nichts mit dem Versuch einer fachlichen Klärung im Sinne der Concept-Cartoon-Aufgaben zu tun haben. Die „Off-Task-Phasen“ variieren hinsichtlich Häufigkeit und Länge von Gruppe zu Gruppe stark. Bevorzugte Themen sind in der Regel die Aufnahmesituation (z. B. G1 077:088, G1 277:285, G1 362:371, G2 360:382, G3 342:364, G4 411:413, G6 350:356, G6 388:406) und die graphische Gestaltung des Concept Cartoons (z. B. G1 156:181, G3 003:021, G3 135:145, G4 152:162, G5 331:339). Gelegentlich diskutieren die SchülerInnen aber auch intensiv über Themen und Fragestellungen, die sich zwar aus der fachlichen Diskussion heraus ergeben haben, aber mit der eigentlichen Aufgabe nur marginal zu tun haben (z. B. G2 064:073, G3 324:338, G4 109:128, G4 438:443).

Die Aufnahmesituation ist eine Ausnahmesituation. Für alle beteiligten SchülerInnen ist sie außergewöhnlich, für viele aufregend, für manche anfänglich verunsichernd. Den dabei zum Einsatz kommenden Headsets schenken die meisten SchülerInnen mehr Aufmerksamkeit als der in rund zwei Meter Entfernung positionierten Videokamera. Headsets tragen normalerweise Menschen, die gehört werden wollen. SchülerInnen, die lieber nicht in allem, was sie sagen, von der Lehrerin und/oder der Wissenschaftlerin gehört werden wollen, sind, auch wenn sie der Aufnahme zugestimmt haben, anfänglich irritiert.

Die folgende Szene zeigt die Einstiegsschwierigkeiten der SchülerInnen der Gruppe 3.

G3 002:022

BRO³: Ich hab' keine Ahnung, was die Lösung ist. <flüstert>

VRA³: Ich auch nicht. Ich habe nichts dazu zu sagen, außer, dass der Typ aussieht wie ein Mädchen. <flüstert>

IBA³: Also, das (//)

VRA³: Das ist mein Take.

XEA³: Es wird schon aufgenommen, gell.

VRA³: Ja und? Es ist wichtig. Die Welt muss es erfahren.

XEA³: Ich muss husten. Glaubst du, das tut weh, wenn sie sich das anhören?

VRA³: Glaubst du, es tut ihm weh? <hustet> @ Musst du reinpfeifen.

XEA³: <pfeift> Keine Ahnung.

@

<SchülerInnen erhalten die Kopie des Concept Cartoons>

IBA³: Also, sollen wir schon anfangen?

VRA³: Es hat aber einen Schnurrbart gekriegt.

XEA³: Alex.

IBA³: Also, ich glaube, das da stimmt. <deutet auf Sprechblase 1>

In der Regel verliert sich diese Unsicherheit rasch. Im mittleren Drittel der untersuchten Gruppendiskussion ist die Aufnahmesituation kaum Gesprächsthema. Im letzten Drittel nehmen die SchülerInnen wieder vermehrt und sogar noch häufiger darauf Bezug, allerdings in anderer Weise. Nachdem sie das fachliche Thema in ihren Augen erschöpfend erörtert haben, vertreiben sie sich spielerisch die Zeit. Erschöpfend bedeutet dabei in den meisten Fällen nicht, dass die SchülerInnen im Zuge des Versuchs einer fachlichen Klärung auch wirklich eine für sie befriedigende Erklärung/Lösung gefunden haben.

G6 350:399

NUO⁶: Aso, Kamera ist auch da, habe ich gar nicht gewusst. Sonst hätte ich mich hergerichtet vorher, ein bisschen. Das geht ja gar nicht so.

THO⁶: Da drüben auch.

NUO⁶: Ja, und wo wird das jetzt übertragen, ORF1, ORF1, Nachtprogramm, Montag 20:15 Uhr. Gut.

RAO⁶: Ah ich muss weiter, ich habe Sitzung.

[...]

NUO⁶: Tun wir ein bisschen Beatboxen Toni. Ich glaube, ich singe ein bisschen was, meine schöne Stimme preisgeben.

- THO⁶: Musical, das Chemiemusical.
- RAO⁶: Was ist?
- NUO⁶: Voll verkabelt, das geht ja gar nicht.
- GLA⁶: Was ist denn, wieso schaust du mich so an?
- RAO⁶: Nix.
- NUO⁶: Jetzt machen wir eine Kamerafahrt durch die Schule.

Das zweite häufig zu findende Gesprächsthema, das SchülerInnen von der fachlichen Klärung abschweifen lässt, sind Kommentare zur grafischen Gestaltung des Concept Cartoons (vgl. auch G3 002:022, S. 129). Sie sind mehrheitlich zu Beginn des mittleren Drittels der Diskussionen zu finden. Es scheint, als hätten die SchülerInnen in einer ersten Runde ihre Stellungnahmen abgegeben und ihre Meinungen geäußert und versuchten anschließend durch erneutes Studieren des Concept Cartoons auf weitere Ideen zu kommen. Dabei achten sie auf Details der Zeichnung (G3 125:145, siehe auch G3 119:136, S. 127), finden Ähnlichkeiten mit lebenden Personen (G1 156:181) oder kommentieren die dargestellte Situation (G4 152:162). Mitunter zeigt sich in den Kommentaren ein spielerischer Umgang mit der Aufgabe. In zwei der sechs Gruppen identifizieren sich SchülerInnen mit „Alex“, dem Charakter im Concept Cartoon, in dessen Sprechblase nur ein Fragezeichen steht (G3 149:173, G5 331:339). Sie bringen dabei ihre eigene fachliche Unsicherheit und Überforderung zum Ausdruck (**declaring a lack of competence*).

G5 331:339

- JOA⁵: Ich bin dafür, dass das komplett richtig ist.
- DLO⁵: Ja, eindeutig.
- MIO⁵: Ja, falsch ist es auch nicht, kann man nicht sagen.
- JOA⁵: Ja, das ist genau das, ich habe keine Ahnung.
- KRA⁵: Er gibt halt seine Gedanken nicht preis. Das machen wir jetzt auch so.

G3 149:173

- BRO³: Müssen wir nicht sagen, was er sagt?
- VRA³: Stimmt. Glaub' ich.
- XEA³: Also, sollten wir sagen, oder was?
- VRA³: Nein. Nein, ich glaub' einfach, er hat keine Ahnung und sie probieren's ihm zu erklären.
- XEA³: Wir repräsentieren Alex.

VRA³: Ja, genau, wir sind es.

XEA³: Es.

IBA³: Ja.

VRA³: Ur praktisch eigentlich. Wir alle könnten Alex sein.

BRO³: Ja.

@@ <Die Mädchen lachen.>

VRA³: Alex ist unter uns.

XEA³: Okay.

VRA³: Sie klingen intelligenter als wir.

IBA³: Okay.

VRA³: Macht irgendwas!

IBA³: Okay.

(..)

VRA³: Stille.

Wie sehr die SchülerInnen in diesem Moment verunsichert und überfordert sind, wird vor allem an dem Appell von VRA³: „Macht irgendwas!“ (170) und ihrem anschließenden Kommentar: „Stille“ (173) deutlich.

Neben den Gesprächen über die Aufnahmesituation und die grafische Gestaltung der Concept Cartoons, die vom Versuch einer fachlichen Klärung abschweifen lassen, ergeben sich aber auch Diskussionen zu naturwissenschaftlichen Themen, die nur am Rande mit der Fragestellung des Concept Cartoons zu tun haben. So diskutieren die SchülerInnen in Gruppe 4 z. B., ob man aus Leichen Diamanten herstellen kann, und wie es wäre, auf diese Weise die eigene Mutter herumzutragen (G4 109:128), und ob heißes Wasser im Gefrierschrank wirklich schneller gefriert als kaltes (G4 434:443) (vgl. auch **contributing points of reference*, S. 100).

Häufigkeit und Länge der „Off-Task-Phasen“ der einzelnen Gruppen geben einen ersten Hinweis auf das Engagement der SchülerInnen, die Aufgabe zu lösen. Sie quantitativ auswerten zu wollen, wäre jedoch verfehlt, denn entscheidend ist vielmehr, worüber und in welcher Art und Weise die SchülerInnen diskutieren, wenn sie vom vorgegebenen Thema abkommen. Zum Teil sind die Äußerungen der SchülerInnen Ausdruck gruppendynamischer Prozesse (z. B. G1 396:447, G2 151:163). Manchmal handelt es sich um persönliche Anekdoten (z. B. G3 324:338). Immer wieder kommt in ihnen vorübergehende Ratlosigkeit und Unsicherheit oder Langeweile zum Ausdruck. Die Vorgabe, für eine bestimmte Zeit ein

vorgegebenes Thema zu diskutieren, bringt zwangsläufig auch Leerläufe mit sich (z. B. G6 246:278).

Tendenz zuzustimmen

Die Tendenz vorschnell zuzustimmen, hilft im Umgang mit der eigenen fachlichen Unsicherheit. Die Verantwortung für die Richtigkeit der Aussage bleibt beim ursprünglichen Sprecher bzw. der Sprecherin. Er bzw. sie wird schon wissen. Und wenn sich mehrere SchülerInnen dieser Meinung anschließen, so stärkt das das kollektive Vertrauen in die Richtigkeit der Aussage. Sollte sich herausstellen, dass er oder sie sich geirrt hat, so kann sich der/die Zustimmende auch wieder rasch davon distanzieren. Es war ja nicht ihre/seine Idee.

Die Tendenz, Ideen anderer prinzipiell eher positiv zu bewerten und auch weiterzuentwickeln ohne sie zunächst kritisch zu prüfen, führt in manchen Gruppen dazu, dass die SchülerInnen gemeinsam Vorstellungen fernab jeder wissenschaftlichen Erklärungen entwickeln (siehe dazu auch G4 138:149, S. 86 und G4 245:258, S. 86). So greift beispielsweise AXO² die Vermutung von FEO² auf, dass ein Mehr an Neutronen im Kern dessen Gewicht bzw. Masse erhöhe, was zur Folge haben könnte, dass „dann die Gravitation zwischen den einzelnen Teilchen stärker“ wäre (180). Nach rund einer Minute Diskussion erklärt PIO², dass sich in Folge der stärkere Anziehung schneller Verbindungen ausbilden würden (226ff) und AXO² meint schließlich: „Genau. Das heißt, vielleicht haben wir durch mehr, durch ein Isotop vielleicht einen stärkeren, einen besseren Diamanten“ (241).

G2 226:241

PIO²: Ja, aber du musst denken, durch die Hitze und den Druck, dass das so stark komprimiert wird, und durch die stärkere Anziehung bilden sich schneller diese (//)

AXO²: Darf ich mal kurz was sagen?

PIO²: Ich red' jetzt.

AXO²: Ich weiß.

PIO²: Bilden sich schneller diese Ding aus/ bilden sich schneller diese Verbindungen aus.

AXO²: Wir haben gerade die drei Dinge kombiniert.

FEO²: Oh, wir sind so gut! Mist, Scheiße, das wird jetzt auch (//)

ULO²: Nein, Verbindungen nicht.

PIO²: Ja, aber durch die stärkere Gravitation kommen sie schneller aneinander. Und durch den Druck und die Hitze werden dann diese Verbindungen ausgebildet.

FEO²: Ja, das heißt aber, (//)

PIO²: Das heißt, wir müssen (//)

FEO²: Die höhere Anzahl der Neutronen verstärkt nur den Effekt, den Hitze und Druck sowieso haben.

AXO²: Genau. Das heißt, vielleicht haben wir durch mehr, durch ein Isotop vielleicht einen stärkeren, einen besseren Diamanten.

Die Tendenz eher zuzustimmen als begründet abzulehnen wird auch darin deutlich, wie die SchülerInnen mit den in den Sprechblasen vorgegebenen Erklärungsansätzen verfahren. Sie versuchen, die dort skizzierten Ideen in ein Gesamtkonzept zu integrieren. Im oben angeführten Ausschnitt wird das beispielsweise in den Zeilen 231f deutlich. Mitunter berufen sich die SchülerInnen dabei auf Erfahrungen, die sie beim Arbeiten mit Concept Cartoons gemacht haben. Beispielsweise meint BRO³: „Ich glaub‘, das stimmt wahrscheinlich alles wieder mal“ (024) (ähnlich auch in G2 316:321, G5 094:103). Mindestens ebenso wichtig erscheint allerdings die Tatsache, dass es mehr fachliche Sicherheit braucht, um einen Erklärungsansatz begründet in Frage zu stellen, als ihn unbegründet gelten zu lassen. Der Dissens könnte eine Konfrontation zur Folge haben, der sich die SchülerInnen u.U. nicht gewachsen fühlen (**declaring a lack of competence*).

Infragestellen und gezieltes Nachfragen könnte der Gruppe helfen, Ideen zu evaluieren und weiterzuentwickeln oder gegebenenfalls zu verwerfen. Es könnte auch die/den Sprecher selbst dazu bringen, ihre/seine Gedanken zu präzisieren und dabei an Klarheit zu gewinnen. Die Gesprächs- und Diskussionskultur in den untersuchten Gruppen lässt dafür aber wenig Raum. Kollektive Einigkeit als Umgang mit der eigenen fachlichen Unsicherheit hat Vorrang.

In diesem Kapitel wurden unterschiedliche Strategien von SchülerInnen beschrieben, mit ihrer fachlichen Unsicherheit umzugehen. Die Strategie der SchülerInnen in Gruppe 6, nämlich die Verantwortung zur Lösung der Aufgabe an den fachlich kompetentesten Schüler zu delegieren, wird im folgenden Kapitel dargestellt, gemeinsam mit anderen Beispielen, wie SchülerInnen aktiv die Arbeit in der Gruppe behindern.

5.5.4. Aktive Behinderung der Gruppenarbeit – **Hindering group work*

**Hindering group work* beschreibt Szenen, in denen einzelne SchülerInnen die Kooperation in der Gruppe verweigern bzw. behindern. Die gemeinsame Aufgabe, die Arbeit am Concept Cartoon, macht die SchülerInnen formal zu einer Gruppe. Eine konstruktive Zusammenarbeit innerhalb dieser Gruppe setzt jedoch voraus, dass die SchülerInnen sich dieser Aufgabe auch gemeinsam stellen (vgl.dazu **framing the task*, S. 91). Diese Voraussetzung ist in den Gruppen 1, 3 und 6 über weite Strecken nicht erfüllt. Zum einen nehmen sich die SchülerInnen in diesen Gruppen nur halbherzig der Aufgabe an und zum anderen behindern in allen drei Gruppen einzelne SchülerInnen durch ihr Verhalten die Zusammenarbeit. In

Gruppe 1 redet STO¹ unüberlegt drauf los, in Gruppe 3 setzt sich VRA³ in Szene und in Gruppe 6 übernimmt RAO⁶ halbherzig die ihm von seinen MitschülerInnen angetragene Expertenrolle.

In Gruppe 1 ist nur bei ESA¹ zu erkennen, dass sie versucht, mit ihrem Wissen zu einer fachlichen Klärung beizutragen. Obwohl sie ihre Aussagen häufig begründet und ihre MitschülerInnen zu überzeugen versucht (**arguing*), findet sie keine DiskussionspartnerInnen. Die MitschülerInnen ignorieren über weite Strecken die Erklärungsversuche von ESA¹. Ihr eigenes Wissen scheint nicht anschlussfähig zu sein (**declaring a lack of competence*). Während ZIA¹ und CLA¹ eher unsicher wirken (vgl. z. B. S. 121, G1 071:095), tritt STO¹ sehr selbstbewusst auf, obwohl er fachlich nichts beitragen kann. Es scheint ihn nicht zu stören, dass er nur raten und seine Entscheidungen nicht begründen kann. Der Zustand der Unwissenheit ist ihm vertraut, schlechte Noten ist er gewöhnt und nimmt sie gelassen (G1 410:416). Er sabotiert durch unpassende Wortmeldungen immer wieder das Gespräch, wie das folgenden Beispiel und auch G1 043:055, S. 109 bei **claiming* zeigen.

G1 290:305

CLA¹: Aber aus was besteht Graphit?

STO¹: Aus Eisen und aus Kobalt vielleicht.

ZIA¹: Kobalt. Aus Kobalt.

CLA¹: Kobalt? Wie kommst du auf Kobalt?

STO¹: Ja, weiß ich nicht, das hört sich gut an. Warte, bitte lass mich mitschauen. (.) Es könnte auch aus, (.) also, Kupfer und aus Nickel.

ESA¹: Ist Diamant nicht ein Element?

ZIA¹: Jetzt sagst du irgendwas, oder?

ZIA¹: Klug wirkt.

CLA¹: Er sagt irgendwas, dass er cool und gescheit rüberkommt.

STO¹: Nein, gar nicht.

STO¹ holt sich auf diese Weise die Aufmerksamkeit seiner Mitschülerinnen. In der Folge kommen die SchülerInnen häufig vom Thema ab (**moving away*). Sie bemerken erst in Minute acht (von elf), dass sie die Überschrift nicht gelesen haben. Das zentrale Ergebnis ihrer bisherigen Arbeit, dass nämlich sowohl Graphit als auch Diamant aus Kohlenstoffatomen bestehen, stand bereits in der Überschrift des Concept Cartoons.

Auch in Gruppe 3 kommt es über weite Strecken zu keiner konstruktiven Diskussion. Die SchülerInnen nehmen sich der Aufgabe nur halbherzig an (**framing the task*). VRA³ setzt

sich in Szene und präsentiert sich abwechselnd als demonstrativ nichtwissend (z. B. 003, 058, 099, 123, 156:165) und wissend (z. B. 068:074, 147, 198:207, 236:240, 283:307). In den Sequenzen, in denen sie ihre Vorstellungen und ihr Wissen einbringt, erhebt sie uneingeschränkten Geltungsanspruch, ohne ihre Aussagen inhaltlich zu begründen (**claiming*). Als Beispiel für das Verhalten von VRA³ dient der folgende Ausschnitt (eine überlappende Fortsetzung von G3 119:136, S. 127).

G3 125:145

XEA³: Was hält sie da? Oder er? <zeigt auf Alex im Concept Cartoon>

VRA³: @ Es. Es. @

XEA³: Er, Alex.

VRA³: Was hält es?

IBA³: Durch die unterschiedliche Anordnung der Atome. <liest vor>

VRA³: Eine Zahnbürste oder so was ist das.

XEA³: Das eine ist Graphit, und das andere (/)

VRA³: Ein Bleistift. Das ist ein Bleistift.

XEA³: Ja, Graphit wahrscheinlich.

IBA³: Ja, das ist ein Bleistift.

VRA³: Und das ist ein (.) eine Zahnbürste.

XEA³: Eine Zahn(/)

IBA³: Das ist so ein (.) Äh, so ein messerartiges Ding.

XEA³: Ja, schaut auch nach Messer aus oder so.

VRA³: Aber es hat ein (/) nein, es ist eine Zahnbürste.

XEA³: Okay, wurscht.

VRA³: Glaubst mir einfach.

XEA³ versucht herauszufinden, was für ein „Ding“ (ein Glasschneider) Alex (auf der Abbildung) in der Hand hält. VRA³ erklärt Alex zum Neutrum (vgl. auch G3 002:022, S. 129,), beharrt darauf, dass das „Ding“ eine Zahnbürste sei und beendet die Diskussion mit „Glaubt mir einfach“ (147). Sie zeigt kein Interesse an einer konstruktiven Auseinandersetzung (vgl. auch G3 068:074, S. 109 und G3 202:207 im Kapitel **claiming*). Wissen „hat man“ oder „hat man nicht“. Man „bekommt“ es, indem eine wissende Person, z. B. der Vater (207), einem etwas erklärt. Die Idee, sich in der Gruppe gemeinsam Zusammenhänge und Wissen zu erarbeiten, scheint ihr fremd zu sein (**framing the task*).

In Gruppe 6 erschwert die Rollenverteilung anfänglich eine produktive Diskussion. RAO⁶ wird gleich zu Beginn die Rolle des Experten zugewiesen. NUO⁶ fordert ihn auf: „Ja, passt. RAO, ich würde sagen, du bist der Gescheiteste von uns, du gibst einmal deine These von dir“ (003). Daraufhin teilt RAO⁶ sein Wissen bereitwillig seinen MitschülerInnen mit. Etwas später

verweigert er jedoch vorübergehend die Rolle der Auskunftsperson, wie folgender Ausschnitt belegt.

G6 074:086

THO⁶: *Diamant und Graphit bestehen jeweils aus verschiedenen Isotopen des Kohlenstoffs, die Kohlenstoffatome unterscheiden sich daher in der Anzahl ihrer Neutronen. <liest vor>*

THO⁶: Na, das da auch nicht, nein.

RAO⁶: Warum ist es nicht, warum nicht, was glaubst du denn?

THO⁶: Ich weiß nicht, weil (/)

NUO⁶: Und du weißt es RAO⁶, sag's uns.

GLA⁶: Du weißt es?

RAO⁶: Nein, ich sag's nicht, warum das nicht sein kann. Sag ich nicht.

(.)

THO⁶: Naja, wurscht.

(.)

GLA⁶: Weil Isotopen, ja, keine Ahnung.

(..)

RAO⁶: Weil die Eigenschaft des Atoms außer an Masse, Gewicht, die Neutronenzahl nicht ändern kann, nur zwei, die Neutronenzahl kann nur zwei Sachen ändern. Erstens, ob es radioaktiv ist oder nicht und zweitens, die einzelne Masse des Atoms. Also ist es um ein Unit schwerer oder ein Unit leichter. Mehr nicht.

RAO⁶ ist seinen MitschülerInnen fachlich deutlich überlegen. Mit seinem Wissen kann er zur Klärung der Frage essentiell beitragen (vgl. z. B. RAO⁶ 092, S. 100 in **contributing points of reference*). Immer wieder stellt er jedoch auch fest, was er nicht weiß (vgl. dazu S. 125 in **stating the limits of one's knowledge*). Seine MitschülerInnen, die sich auf RAO⁶ zu verlassen scheinen, zeigen sich in dieser Situation verwundert und irritiert.

G6 206:214

RAO⁶: Warum ist es durchsichtig und der schwarz. Keine Ahnung.

(.)

GLA⁶: Ich auch nicht, ich habe keine Ahnung.

NUO⁶: Ja, das war eine gute Frage.

NUO⁶: Warum weißt du es nicht RAO⁶?

GLA⁶: Ja, schade, gell.

Trotz dieser Rollenzuschreibung kommt es auch zu Passagen, in denen die SchülerInnen auf Augenhöhe miteinander diskutieren (**deliberating on the matter*).

Als gegen Ende der Diskussion die Lehrerin zur Gruppe hinzutritt, weisen die SchülerInnen jedoch erneut RAO⁶ die Rolle des wissenden Gruppensprechers zu (auch GLA⁶ 358, 428:440). RAO⁶ versucht sich dieser Rolle zu entziehen, gibt zwischendurch der Lehrerin Auskunft und zieht sich dann auf die „Position des Oberlehrers“ zurück.

G6 456:471

NUO⁶: Na, erklär noch einmal [*an RAO⁶ gewandt*], warum das [*Text in Sprechblase 1*] nicht.

GLA⁶: Genau. Und das nicht weil, genau.

@

RAO⁶: Das kannst du, bitte.

NUO⁶: Nein, ich kann das nicht.

RAO⁶: Nein, das habe ich schon erklärt. Ich habe schon erklärt das Ganze.

GLA⁶: Weil es radioaktiv ist oder irgendwas so, ja komm sag's.

RAO⁶: Nein, jetzt ihr.

NUO⁶: Es stimmt, komm RAO⁶, du kannst es, du bist ja gescheit.

RAO⁶: Nein, ich sag jetzt nichts. Jetzt musst es du. Was habe ich gesagt vorher, hm?

GLA⁶: Das ist irgendwas, hat es mit der Masse zu tun? Nein ...

THO⁶: Die Neutronen, es kann nicht mehr Neutronen geben oder so irgendwas hast du geredet, ich weiß es nicht mehr.

In dieser Szene wird deutlich, dass die SchülerInnen versucht haben, als Gruppe den Arbeitsauftrag zu erfüllen (*doing the lesson*), sich dabei aber in erster Linie auf das Wissen von RAO⁶ verlassen haben. Seine Präsenz hat den MitschülerInnen ein Gefühl von Sicherheit gegeben, das es ihnen ermöglicht hat, selbst ruhig und weitgehend unwissend zu bleiben.

In allen drei beschriebenen Gruppen (1,3 und 6) hat jeweils eine Schülerin oder ein Schüler eine Sonderstellung, die das konstruktive Zusammenarbeiten der Gruppe behindert (**hindering group work*). STO¹ und VRA³ beanspruchen beide viel Aufmerksamkeit und Redezeit. Ihre Äußerungen lassen jedoch erkennen, dass sie nicht wirklich an einer sachlichen Klärung interessiert sind. STO¹ kann fachlich nichts beitragen und „sagt irgendwas, dass er cool und gescheit überkommt“ (CLA¹ 304). VRA³ hingegen tut kund, was sie „weiß“ und wovon sie „keine Ahnung“ hat. Dabei signalisiert sie aber gleichzeitig, dass sie keinerlei Interesse an einer Diskussion hat. Weder möchte sie von ihren MitschülerInnen lernen, noch möchte sie ihnen etwas erklären. Anders ist die Situation in Gruppe 6. Dort beansprucht RAO⁶ keine Sonderstellung, sondern sie wird ihm gegeben. Seine MitschülerInnen übertragen ihm, dem „Gescheiteste[n]“ (NUO⁶ 003), die Rolle des Experten und damit auch die Verantwortung für die Lösung der Aufgabe.

In diesem Abschnitt wurde beschrieben, wie die Zusammenarbeit der SchülerInnen durch Einzelpersonen und deren Sonderstellung behindert werden kann. Im folgenden Kapitel soll

gezeigt werden, welchen Einfluss Konkurrenz zwischen SchülerInnen innerhalb der Kleingruppe auf die Diskussion haben kann.

5.5.5. Ungleiche Partizipation und Konkurrenzstreben

In allen sechs untersuchten Gruppen beteiligen sich alle vier SchülerInnen an der Diskussion. Wie sehr sich einzelne SchülerInnen einbringen, hängt unter anderem davon ab, über wie viel fachliches Wissen sie verfügen, wie intro- bzw. extrovertiert und sprachgewandt sie sind und wie die Gruppe zusammengesetzt ist. An der Diskussion beteiligen kann sich nur, wer etwas zu sagen hat, das auch ausspricht, sich Gehör verschafft und zu Wort kommt. Tabelle 8 zeigt, wie häufig die SchülerInnen der einzelnen Gruppen zu Wort kommen.

Schule 1				Schule 2				Schule 3			
G1		G2		G3		G4		G5		G6	
ESA	71	FEO	89	VRA	107	OSA	81	JOA	44	NUO	56
ZIA	67	PIO	65	XEA	94	WLA	83	KRA	47	THO	48
CLA	64	ULO	61	BRO	18	HEA	83	MOI	53	GLA	68
STO	66	AXO	101	IBA	51	LUA	39	DLO	45	RAO	68

Tabelle 8. Übersicht über die Anzahl der Wortmeldungen der einzelnen SchülerInnen während der Gruppendiskussionen.

In den Gruppen 1, 5 und 6 kommen die SchülerInnen in etwa gleich häufig zu Wort. In den anderen Gruppen sind zwei Extreme zu beobachten: die einen, die nur selten das Wort ergreifen (BRO³ und LUA⁴) und die anderen, die aus einem Konkurrenzstreben heraus überdurchschnittlich viel Redezeit für sich beanspruchen (FEO² und AXO² bzw. VRA³ und XEA³).

**Watching* beschreibt das Phänomen, dass sich einzelne SchülerInnen deutlich seltener in die Diskussion einbringen als ihre MitschülerInnen. Es ist in zwei der untersuchten Gruppen (G3, G4) zu beobachten. In Gruppe 3 entfallen weniger als 10% der Wortmeldungen auf den Schüler BRO³, in Gruppe 4 nur etwa 15% auf die Schülerin LUA⁴. Die anfängliche Vermutung, dass diese SchülerInnen abwartend daneben sitzen und warten, bis ihre MitschülerInnen die Aufgabe für sie lösen, hat sich jedoch nicht bestätigt.

Als einziger männlicher Schüler in der Runde übernimmt BRO³ immer wieder die Rolle des Zuschauers. Seine Mitschülerinnen beziehen ihn auch nicht aktiv in das Gespräch mit ein. Vielmehr nehmen vor allem VRA³ und XEA³ selbst viel Raum und Redezeit in Anspruch. BRO³ nützt mehrfach kurze Pausen, die entstehen, wenn die Mädchen nicht mehr weiter wissen, um sich zu Wort zu melden. Dabei hält er sich sehr kurz, wie das folgende Beispiel zeigt:

G3 259:280

XEA³: Ich glaub', die Struktur (/)

VRA³: Ja.

XEA³: der Atome verändert eigentlich nur den Aggregatzustand und nicht unbedingt das/

VRA³: Das glaub' ich auch (/)

XEA³: den Stoff oder so.

VRA³: aber es sind - es ist - es sind beides solide Stoffe.

XEA³: Ja eben, es sind beides solide Stoffe.

VRA³: Und beides kann nicht flüssig werden, oder? Oder? Was passiert, wenn man ...
Kann man einen Diamanten schmelzen?

XEA³: Diamanten könnte man wahrscheinlich bei sehr hoher Temperatur schmelzen.

VRA³: Das ist dann Diamantenflüssigkeit (?) (.) Ur hübsch sicher.

IBA³: Also, davon hab' ich noch nie gehört,

VRA³: Ich auch nicht.

IBA³: dass man's schmelzen kann.

VRA³: Und Diamantendampf.

(.)

XEA³: Diamantendampf, oh Gott.

@@ (.)

BRO³: Da steht was über Hitze. <deutet auf Sprechblase 3>

IBA³: Und würde es nicht bei enormer Hitze irgendwie dann (/)

VRA³: Ja, die wurden zusammengepresst. Weil Diamanten ja Kohle ist, die zusammengepresst wurde und dann - Bing

BRO³ beteiligt sich nicht an der Diskussion der Mädchen über mögliche Aggregatzustände von Diamant. Erst als diese Diskussion in allgemeinem Gelächter endet, bringt er sich ein. Mit einem Hinweis auf einen Sprechblasentext lenkt er die Aufmerksamkeit seiner Mitschülerinnen auf die eigentliche Aufgabe/den Concept Cartoon und wechselt zugleich das Thema (**changing subjects when reaching an impasse*). Die Mädchen greifen seinen Hinweis auf.

Anders verhält sich die Situation in Gruppe 4, einer reinen Mädchengruppe. LUA⁴ äußert sich etwas mehr als halb so oft wie ihre MitschülerInnen und damit häufiger als BRO³ in Gruppe 3. Allerdings bringt sie kaum eigenen Ideen ein. Viele ihrer Wortmeldungen haben die Form eines kurzen Kommentars, wie beispielsweise „Toll“ (015), „Nein, das bezweifle ich“ (087 und 095) oder „Ja, das glaube ich auch“ (146). Das lässt darauf schließen, dass LUA⁴ der Diskussion durchaus folgt, ohne jedoch selbst Ideen einzubringen. Dass sie dennoch zur Diskussion beiträgt, zeigt die Szene, in der sie massiv Zweifel anmeldet, als OSA⁴ meint, man könne Diamant aus Graphit künstlich erzeugen (vgl. G4 086:105, S. 106).

Dass BRO³ sich so selten einbringt, hängt, wie bereits erwähnt, auch damit zusammen, dass VRA³ und XEA³ selbst viel Raum und Redezeit in Anspruch nehmen. Betrachtet man die gesamte Gruppendiskussion, so kommen VRA³ und XEA³ ungefähr gleich oft (knapp unter 40% bzw. rund 35%) und deutlich öfter als IBA³ (ca. 20%) zu Wort. In der zweiten Hälfte dieser Gruppendiskussion gibt es mehrfach längere Passagen, in denen VRA³ und XEA³ Zwiegespräche führen (vgl. auch G3 259:268, S. 139 und G3 386:444 (mit L2)). Dabei bringen beide ein, was sie wissen, bestätigen und ergänzen einander und dennoch wirkt es mehr wie ein Wettstreit und weniger wie Zusammenarbeit. Im folgenden Ausschnitt diskutieren sie, unter welchen Bedingungen Diamanten entstehen.

G3 294:311

VRA³: Aber es braucht halt sehr große Hitze und sehr großen Druck.

XEA³: Und damit das in der Natur passiert, braucht das sehr lange.

VRA³: Ja, genau. Viel länger.

XEA³: Und das passiert sehr selten, deswegen sind Diamanten so teuer.

VRA³: Genau. Aber du kannst sie auch künstlich herstellen.

XEA³: Ja, aber die sind dann nicht so teuer wie die Naturdiamanten.

VRA³: Und sie sind nicht so groß, weil sie sind klein.

XEA³: Genau, klein.

VRA³: Sie sind nicht so groß, weil sie sind klein!

XEA³: Sie sind klein. Sie sind nicht so groß, weil sie sind klein.

VRA³: Ja, ähm, äh.

XEA³: O.k. (.)

In der zweiten Hälfte dieser Sequenz wiederholen sich die Schülerinnen mehrfach. Es scheint darum zu gehen, wer von beiden das letzte Wort hat. Die latente Konkurrenz zwischen den beiden Schülerinnen und ihre unterschiedlichen Zugänge werden auch schon früher sichtbar. XEA³ entwickelt im Beisein der Lehrerin und ihr zugewandt eine mögliche Erklärung dafür, warum auch der Text in Sprechblase 1 stimmen könnte (vgl. S. 87 unter fachliche Konzepte). Zuvor hatte sie das noch angezweifelt (vgl. G3 209:219, S. 107 unter **disagreeing*).

G3 236:245

XEA³: Aber, also mehr oder weniger Neutronen, das ist egal. Aber, C14 hätte mehr Neutronen. Das heißt, dass wir die Dichte eigentlich auch größer machen, weil der Kern aus Neutronen und Protonen besteht und der Kern hat die Masse und das Volumen haben die Elektronen (?) Und das heißt, wenn mehr Neutronen im Atom sind, ist das Atom dichter? <zur Lehrerin gewandt>

VRA³: Ja. Das ist auf jeden Fall so, weil mehr Anziehungskraft da ist.

XE³: Das heißt, Diamanten könnten aus dem Isotop bestehen (?) C14 (?) Und dann könnte Graphit, das weniger Dichte hat, aus C12 bestehen.

VR³: Jetzt klingst du auch intelligent.

XE³: Schön. Nein, will ich nicht. @ <hustet> (...) Okay, ihr seid dran.

XE³ tastet sich schrittweise vorwärts. Sie will wissen (**wondering*) und nicht überzeugen. Bestätigung dafür, dass ihre Gedankengänge logisch und stimmig sind, sucht sie nicht bei VR³, sondern bei der Lehrerin. Von der Lehrerin kommt jedoch keinerlei Rückmeldung. VR³ bestätigt, ergänzt und stellt dann fest: „Jetzt klingst du auch intelligent“(243). Die Intonation lässt die Aussage jedoch eher wie ein Zugeständnis und nicht wie eine Wertschätzung wirken. Fraglich ist, ob VR³ mit dem „auch“ in ihrer Aussage indirekt sich selbst oder eine anderer Person als ebenfalls intelligent bezeichnet. XE³ nimmt sich auch sogleich zurück und überlässt das Wort wieder ihren MitschülerInnen, also VR³. Die Rivalität scheint in erster Linie von VR³ auszugehen. VR³ behindert auch auf diese Weise eine produktive Zusammenarbeit (vgl. G3 125:145, S.135 in **hindering group work*).

Anders ist die Situation in Gruppe 2, einer reinen Burschengruppe. Dort wirkt es, als würden drei der vier Schüler darum wetteifern, wer am meisten und schnellsten etwas zur Lösung der Aufgabe bzw. zur Klärung des Phänomens beitragen kann. Immer wieder fallen sie einander ins Wort. Das durchschnittliche Sprechtempo der SchülerInnen (durchschnittliche Anzahl der Wörter pro Zeiteinheit) ist um ein Drittel höher als das der langsamsten Gruppe (G5) und immer noch um 12% höher als das der zweitschnellsten Gruppe (G4). Nichtsdestotrotz arbeiten sie zusammen und nehmen aufeinander Bezug, wie die folgende Szene zeigt. Darin versuchen die Schüler zu erklären, warum Druck und Hitze beim Diamant zur Ausbildung einer stabilen/der stabilsten Kristallstruktur führen.

G2 098:118

PIO²: Ja, okay. Also, wir haben hier: Diamant hat eine andere Beschaffenheit als Graphit, weil er unter großer Hitze und starkem Druck zusammengepresst wird und daher seine Dichte viel höher ist als die von Graphit.<reformuliert Sprechblase 3 lesend> Stimmt. Graphit ist einfach nur eine leichte Kohlenstoffverbindung, aber keine Ahnung, wie das erzeugt wird jetzt.

AXO²: Schau mal, du hast da (/)

FEO²: Na ja, wenn da einfach geringerer Druck ist als beim Diamanten, dann kommt halt nur Graphit raus.

AXO²: Schau mal, darf ich kurz mal was sagen? Ich glaub, dass durch (//)

FEO²: Nein, Erlaubnis verwehrt.@

- AXO²: O.K., ja. Egal. Dadurch, dass du ja bei einem Feststoff schon prinzipiell mal eine bessere, eine Ordnung hast, (/)
- PIO²: Graphit ist auch ein Feststoff.
- AXO²: Ja, ich weiß, aber, ja, ja, das wusste ich, danke.
- @<die anderen>
Wie auch immer.
- FEO²: Aber ihr meint halt, dass Diamant fester ist,nehm´ ich an.
- AXO²: Dadurch, dass du schon prinzipiell eine Ordnung hast, und das Ganze dann, durch die Hitze bewegt sich das dann wieder, aber dadurch, dass es dann zusammen gepresst wird, (/)
- FEO²: Es kann sich ja dann eben nicht mehr bewegen durch den Druck.
- AXO²: Ja eben, dadurch, dass es sich nicht bewegen kann, aber bewegen will, könnte das natürlich auch entstehen.
- ULO²: Wieso.
- FEO²: Es geht dann einfach in die einzige mögliche Position, die noch übrig bleibt, das ist die stabilste und das ist diese Kristallstruktur.
- AXO²: Genau.
- ULO²: Ja.

Was PIO² meint, wenn er feststellt, Graphit sei „einfach nur eine leichte Kohlenstoffverbindung“ (098), ist unklar (**being unclear/vague*). Dennoch fragt niemand nach. FEO² beantwortet aber die indirekt gestellte Frage von PIO² nach der Entstehung/Erzeugung von Graphit. Nun ergreift AXO² das Wort, indem er fragt, ob er „kurz mal was sagen“ dürfe (102). Die Tatsache, dass er übergeht, wie ihm FEO² scherzhaft die „Erlaubnis verwehrt“ (103), zeigt, dass seine Frage rhetorisch gemeint war. AXO² entwickelt folgenden Gedankengang (**suggesting an idea*): Erstens herrscht seiner Meinung nach im Feststoff „prinzipiell eine Ordnung“ (105, 111). Den Einwand von PIO², Graphit sei auch ein Feststoff (106) (**disagreeing*), schiebt er mit einem „wie auch immer“ (109) beiseite. Zweitens bewirke die Hitze, dass sich „das Ganze [...] bewegt“ (111) bzw. „bewegen will“ (113). Gemeinsam mit FEO² stellt er drittens fest, der Druck habe zur Folge, „dass es sich nicht bewegen kann“ (112f). Schließlich formuliert FEO² die Schlussfolgerung: „Es geht dann einfach in die einzige mögliche Position, die noch übrig bleibt, das ist die stabilste und das ist diese Kristallstruktur“ (116) (**arguing*). Der Gebrauch des Konjunktivs (113) lässt darauf schließen, dass sich AXO² nicht sicher ist, ob sein Erklärungsversuch angemessen ist. ULO², der zunächst noch mit seinem „Wieso“ (115) angesetzt hat nachzufragen, scheint die Schlussfolgerung von FEO² (in der dieser den Gedankengang von AXO² zu Ende führt) nachvollziehen zu können.

In dieser Szene kooperieren die Schüler ungeachtet ihrer Rivalität. Sie tasten sich unter Verwendung eines einfachen Teilchenmodells (**contributing points of reference*) an eine

Erklärung heran und entwickeln gemeinsam neue Vorstellung/neues Wissen (**deliberating on the matter*).

Das ausgeprägte Bedürfnis der Schüler, sich persönlich einzubringen und selbst zur Klärung offener Fragen beizutragen, prägt die Diskussion dieser Gruppe. Die Schüler zeigen mehr Interesse daran, eigenen Vorstellungen zu formulieren und zu entwickeln, als die Ideen ihrer Mitschüler zu verstehen und weiterzuführen. Sie wollen in erster Linie gehört und bestätigt werden (vgl. z. B. auch G2 165:230). In der Folge gehen sie wesentlich weniger respektvoll miteinander um als die SchülerInnen in Gruppe 5. Verglichen mit den Schülerinnen VRA³ und XEA³ (vgl. z. B. G3 286:311) sind sie jedoch stärker als diese an der Sache selbst interessiert. Das Resultat ist eine Mischung aus Kooperation und Konkurrenz.

In diesem Abschnitt wurde zum einen gezeigt, dass auch SchülerInnen, die sich nur selten zu Wort melden, der Diskussion geistig folgen und sich immer wieder einbringen. Zum anderen wurde aufgezeigt, dass sich Konkurrenz innerhalb der Kleingruppe sowohl förderlich als auch hinderlich auf die Diskussion auswirken kann. Sie erhöht das Engagement der rivalisierenden SchülerInnen, gleichzeitig kann sie aber deren Kooperation hemmen, je nachdem, ob gerade die gemeinsame Aufgabe oder die Selbstdarstellung einzelner SchülerInnen im Vordergrund steht. Im folgenden Kapitel soll aufgezeigt werden, dass es bei den drei Gruppen, in denen die SchülerInnen über weite Strecken angeregt miteinander diskutieren (Gruppe 2, 4 und 5), weitere Unterschiede gibt. Denn wenngleich in allen drei Gruppen die SchülerInnen versuchen, die Aufgabe zu lösen und die Frage(n) zu klären, so scheint ihre Motivation dafür unterschiedliche Wurzeln oder zumindest Schwerpunkte zu haben.

5.5.6. *Doing the lesson* anstelle von *Doing science*

Der Einsatz des Concept Cartoons im Unterricht soll die SchülerInnen dazu anregen, gemeinsam über die zentrale Frage des Concept Cartoons zu diskutieren und zu versuchen, eine Antwort bzw. einen Lösungsansatz zu entwickeln (**deliberating on the matter*). Wie unterschiedlich das in den einzelnen Gruppen gelingt und welche Faktoren darauf Einfluss haben, wurde bereits dargelegt. In diesem Kapitel sollen jene Gruppen (2, 4 und 5) noch genauer analysiert und unterschieden werden, bei denen die SchülerInnen über weite Strecken engagiert zur Sache diskutieren. Dabei zeigt sich, dass die Motivation der SchülerInnen durchaus unterschiedlicher Natur sein kann. Den Schülerinnen in Gruppe 4 scheint es ein besonderes Anliegen zu sein, vor der Lehrerin (und der Wissenschaftlerin(?)) gut dazustehen (*performance orientation/doing the lesson*). Die SchülerInnen in den

Gruppen 2 und 5 scheinen hingegen stärker an der Klärung des Sachverhalts um seiner selbst willen interessiert (*mastery orientation/doing science*).

Wie in Kapitel 5.4.4 (**deliberating on the matter*, S.110) beschrieben, sind die SchülerInnen der Gruppe 5 von Anfang an an einer fachlichen Klärung interessiert. Wenngleich die Aufgabenstellung von außen an sie herangetragen wurde, wirken sie intrinsisch motiviert. Beharrlich gehen sie ihren Fragen nach, nehmen aufeinander Bezug und versuchen gemeinsam zu ergründen, was sie noch nicht wissen.

Auch die Schülerinnen der Gruppe 4 bemühen sich um eine fachliche Klärung. Verglichen mit den SchülerInnen in Gruppe 5 gehen sie in ihrer Diskussion jedoch weniger aufeinander ein und auch weniger in die Tiefe. Auffällig ist, wie präsent und bedeutsam für sie die Tatsache ist, dass ihre Diskussion aufgenommen wird. Während die SchülerInnen in Gruppe 5 nach zwölf Minuten erstmals darauf zu sprechen kommen, thematisieren die Schülerinnen in Gruppe 4 gleich zu Beginn die Aufnahmesituation.

G4 003:029

OSA⁴: Ok.

HEA⁴: Scheiße, sag was Gescheites.

OSA⁴: @@

WLA⁴: Ich glaube, wir sollten nicht so viel fluchen, oder? Hallo? Hallo? Aso.

HEA⁴: Vielleicht wird das dann so rezensiert, so piep, ja.

WLA⁴: Die hört sich das dann an, die ganze Zeit geht's, Scheiße, Scheiße, sorry.

LUA⁴: Toll.

OSA⁴: Danke. Also (.)

WLA⁴: Zeig noch mal. (.) [*drehen den Concept Cartoon, so, dass alle die Texte lesen können*]

OSA⁴: Ich finde das irgendwie schon irgendwie eine starke Aussage.

WLA⁴: Du musst es vorlesen, weil das hört man ja.

HEA⁴: Nein, ich glaube, das ist ähm, eine, ich meine, das ist ja praktisch eine Mischung, oder? Weil (//)

WLA⁴: Du kannst nicht das sagen, weil die sehen das ja nicht. Du musst es beschreiben, was es ist.

OSA⁴: Ja eh.

HEA⁴: Im Ernst jetzt?

WLA⁴: Ja, du musst es vorlesen und sagen, das ist gleich.

In der Aufforderung „Scheiße, sag was Gescheites“ (005) von HEA⁴, kommt ihr Unbehagen zum Ausdruck. Sie empfindet sichtlich den Druck, „was Gescheites“ zu sagen, fühlt sich jedoch dazu nicht in der Lage und delegiert es deshalb an ihre Mitschülerinnen (OSA⁴?). Die Sorge von WLA⁴ gilt in erster Linie der Auswertbarkeit der Aufnahme. Deshalb hält sie HEA⁴ dazu an, vorzulesen (023) und zu beschreiben (025), worauf sie im Concept Cartoon Bezug nimmt. Beides wird rund vier Minuten später noch einmal deutlich, als WLA⁴ das vorläufige Gruppenergebnis „auf Band“ spricht.

G4 210:217

WLA⁴: Ja also wir denken alle, hallo hallo,

alle: @@

WLA⁴: wir denken alle, dass der Milo richtig liegt. Der Milo mit der Aussage, *Diamant hat andere Eigenschaften als Graphit, weil er unter großer Hitze und starkem Druck zusammengepresst wird und daher seine Dichte viel höher ist als die von Graphit.* <liest vor>

OSA⁴: Genau.

HEA⁴: Genau und wir hoffen jetzt, dass es wirklich das Richtige ist.

WLA⁴: Weil wenn nicht, dann haben wir die ganze Zeit Blödsinn geredet und das auf Band und wir wurden dabei sogar gefilmt, na super.

LUA⁴: Ja, ja. Oh ja, das ist peinlich.

Gemeinsam lassen die Beobachtungen darauf schließen, dass die Schülerinnen aus Gruppe 4 stärker als die SchülerInnen in Gruppe 5 daran interessiert sind, eine präsensible Leistung zu erbringen (*performance orientation*) und sich nicht zu blamieren. Während die oben angeführte Passage aus dem Transkript der Gruppe 5 (vgl. G5 151:200, S. 112; ebenso wie z. B. G5 206:237) als *doing science* bezeichnet werden kann, wirken die Ausschnitte aus Gruppe 4 (z. B. G4 136:149 in 5.3 (Konzepte)) eher wie *doing the lesson*. Den Arbeitsauftrag zu erfüllen, steht im Vordergrund, nicht jedoch den Sachverhalt an sich zu ergründen.

Die Schüler in Gruppe 2 lassen sich nur bedingt zwischen den beiden beschriebenen Polen (*doing science/ mastery orientation* vs. *doing the lesson/ performance orientation*) einordnen. Das Engagement, mit dem die Schüler diskutieren, zeigt, dass sie an der Klärung der Frage ernsthaft interessiert sind (vgl. z. B. G2 098:118, S.141). Der Tatsache, dass ihr Gespräch aufgezeichnet wird, schenken sie kaum Beachtung. Gleichzeitig entspringt der Eifer von FEO², PIO² und AXO² aber auch ihrer latenten Konkurrenz innerhalb der Gruppe. Es geht ihnen also nicht nur um die Sache, sondern auch darum, sich vor ihren Mitschülern als kompetent zu präsentieren.

5.6. Resümee der Ergebnisse

Durch den Einsatz von Concept Cartoons werden Lerngelegenheiten geschaffen, in denen die SchülerInnen angeregt werden, zu diskutieren, zu argumentieren und gemeinsam unter Einbeziehung ihrer Vorstellungen und ihres bereits vorhandenen Wissens einer fachlich anspruchsvollen Frage nachzugehen.

Der Verlauf und die Resultate der sechs untersuchten Gruppendiskussionen variieren, sie hängen von den fachlich-kognitiven und den sozial-kommunikativen Fähigkeiten sowie dem Engagement der SchülerInnen ab. Während rund die Hälfte der SchülerInnen die kognitive Herausforderung willkommen heißt und/oder sich ihr stellt, befasst sich die andere Hälfte nur oberflächlich damit und/oder weicht ihr aus.

Die Analyse der fachlichen Konzepte der SchülerInnen (vgl. 5.3, S. 82ff) hat ergeben, dass alle SchülerInnen wissen, dass Diamant extrem hart, Graphit hingegen sehr weich ist. Davon abgesehen verfügen sie über ein recht unterschiedliches Ausmaß an Fachwissen. Die meisten SchülerInnen glauben, es bestünde ein direkter Zusammenhang zwischen der Dichte und der Härte eines Stoffes. Ihr Wissen über den Begriff der Isotope ist rund sechs Wochen, nachdem er im Unterricht erarbeitet wurde, von einer Ausnahme abgesehen, noch wenig tragfähig. Außerdem bereitet es den Lernenden Schwierigkeiten, die im Concept Cartoon verwendete Formulierung „Anordnung der C-Atome“ zu interpretieren.

Auf dem Weg von der Aufgabe/dem Problem zur Klärung der Frage durchlaufen die SchülerInnen mehrere Schritte: Zunächst orientieren sie sich, interpretieren die Situation und positionieren sich entsprechend (vgl. 5.4.1 Orientierungsphase, S. 90ff). Dann bringen sie ihre fachlichen Vorstellungen in die Diskussion ein (vgl. 5.4.2 Artikulationsphase, S. 99ff) und tun kund, wo es ihnen an Fachwissen fehlt (vgl. 5.5.2 Thematisieren begrenzter Fachkompetenz, S. 120ff). In einem nächsten Schritt reagieren sie auf die Aussagen ihrer MitschülerInnen (vgl. 5.4.3 Interaktionsphase, S. 105). Diese Reaktionen fallen je nach Kommunikationskultur der SchülerInnen in den einzelnen Gruppen unterschiedlich aus. Manche SchülerInnen gehen auf die Aussagen ihrer MitschülerInnen ein, andere ignorieren sie und reden daran vorbei. Manche SchülerInnen greifen die Aussagen ihrer MitschülerInnen auf und entwickeln sie weiter, andere begnügen sich damit, den Aussagen zuzustimmen oder sie in Frage zu stellen. Einige SchülerInnen versuchen ihre MitschülerInnen argumentativ zu überzeugen, andere beharren darauf, Recht zu haben, ohne dabei Begründungen anzuführen. Zu einer konstruktiven Diskussion kommt es nur, wenn den SchülerInnen die fachliche Klärung ein gemeinsames Anliegen ist. Nur dann erreichen sie in einem vierten Schritt die Phase der Kooperation (vgl. 5.4.4 Kooperationsphase, S. 110ff), in der sie verschiedene Erklärungsansätze diskutieren, evaluieren, überdenken, weiterentwickeln und so gemeinsam neue Erkenntnisse gewinnen.

Das Fachwissen der SchülerInnen spielt dabei weniger eine Rolle als die Einstellung der SchülerInnen zur Aufgabe, ihre grundsätzliche Arbeitshaltung, ihre Kommunikationskompetenz und ihre Kooperationsbereitschaft. Dieser Prozess findet in drei der sechs untersuchten Gruppen statt.

Auf dem Weg in Richtung fachlicher Klärung haben sich folgende Faktoren als erschwerend erwiesen: Zum Teil verfügen die SchülerInnen über so wenig Fachwissen, dass sie sich kognitiv überfordert fühlen und sich nicht konstruktiv in die Diskussion einbringen können (vgl. **declaring a lack of competence*; S. 121ff). Die Offenheit und Komplexität der Aufgabenstellung und die Tatsache, dass sie bei der Bearbeitung auf sich alleine gestellt sind und weder nachfragen noch recherchieren können, verunsichert viele SchülerInnen. Sie wechseln häufig das Thema (vgl. **changing subjects when reaching an impasse*, S. 127f), reden über fachfremde Inhalte (vgl. **moving away*, S. 128ff) oder stimmen ihren MitschülerInnen unreflektiert zu (vgl. Tendenz zuzustimmen, S. 132f). Manche SchülerInnen zeigen, unabhängig von ihren kognitiven Fähigkeiten, wenig Interesse an der Lösung der Aufgabe und beteiligen sich deshalb nur halbherzig an der Diskussion. Gelegentlich behindern einzelne SchülerInnen die Arbeit in der Gruppe, indem sie z. B. viel Redezeit beanspruchen, ohne zur Klärung beizutragen (vgl. 5.5.4 Aktive Behinderung der Gruppenarbeit, S. 133ff). Ungünstig wirkt sich auch aus, wenn SchülerInnen die Aufgabe in erster Linie deshalb zu lösen versuchen, weil sie vor ihrer Lehrerin, den Wissenschaftlerinnen und/oder ihren MitschülerInnen gut dastehen wollen (vgl. 5.5.5. Ungleiche Partizipation und Konkurrenzstreben, S. 138ff und 5.5.6. *Doing the lesson* anstelle von *Doing science*, S. 143ff). Ihre Auseinandersetzung mit dem Thema erreicht in der Regel weniger Tiefe als die der SchülerInnen, die an der Klärung der Frage an sich interessiert sind.

In diesem Abschnitt der Arbeit wurden die Ergebnisse der Analyse der Gruppendiskussionen im Hinblick auf die in 4.2 formulierten Forschungsfragen:

- a) Wie agieren SchülerInnen während der Kleingruppendiskussion rund um einen Concept Cartoon auf dem Weg von der Problemstellung zur fachlichen Klärung?
- b) Mit welchen Herausforderungen werden sie dabei konfrontiert und wie gehen sie mit diesen Herausforderungen um?

Die Beantwortung dieser Fragen dient als Grundlage dafür, festzustellen, ob und wenn ja unter welchen Voraussetzungen Concept Cartoons sinnvoll als Diskussionsanlass für Kleingruppendiskussionen im Chemieunterricht genutzt werden können.

6. Darstellung der entwickelten Theorieskizze

In diesem Abschnitt stelle ich ein Modell zur Beschreibung und Analyse der Kleingruppendiskussionen vor, das ich auf der Grundlage dieser Ergebnisse und unter Einbeziehung der in den Kapiteln 2 und 3 angeführten Literatur entwickelt habe. Dieses Modell ist zugleich die von mir im Zuge meiner Arbeit entwickelte Theorieskizze.

Zunächst stelle ich unter 6.1 das Modell vor. Es beschreibt, wie die SchülerInnen im Zuge der durch den Concept Cartoon stimulierten Kleingruppendiskussion handeln und interagieren, welche Herausforderungen auf kognitiver, sozialer und emotionaler Ebene die Aufgabe an sie stellt und welche Arten von Engagement notwendig sind, um einen fachlich-konstruktiven Diskurs führen zu können. Im Anschluss daran vergleiche ich unter 6.2 mein Modell mit drei Modellen aus der Literatur. Unter 6.3 gehe ich schließlich auf den Geltungsbereich des Modells ein und thematisiere Möglichkeiten es weiterzuentwickeln.

6.1. Das BOAIKK-Phasenmodell zur Beschreibung und Analyse von Kleingruppendiskussionen – die Skizze einer Theorie

Beim im Folgenden dargestellten BOAIKK-Phasenmodell zur Beschreibung und Analyse von Kleingruppendiskussionen handelt es sich um die Skizze meiner bereichsbezogenen Theorie im Sinne der Grounded Theory. Skizze, weil aufgrund der Rahmenbedingungen dieser Dissertation nicht alle Vorgaben der GTM berücksichtigt werden konnten (vgl. 6.3. Erfüllung der Gütekriterien, S. 160). Bereichsbezogen, weil sich die Theorie auf einen eng umgrenzten empirischen Bereich beschränkt, nämlich auf Kleingruppendiskussionen zur Bearbeitung offener Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht. BOAIKK steht dabei für **B**egegnung, **O**rientierung, **A**rtikulation, **I**nteraktion, **K**ooperation und fachliche **K**lärung.

Abbildung 16 veranschaulicht die Abfolge der Phasen während der Kleingruppendiskussionen, wie sie bereits in der Abbildung 15 (vgl. 5.4. Schrittweise von der Frage/dem Problem in Richtung Antwort/Lösung, S. 89) dargestellt wurde. Zusätzlich werden in den Kästen die in jeder Phase primär erforderlichen Arten von Engagement angeführt. Darüber hinaus zeigt die Abbildung die zirkuläre Vorgangsweise bei der Annäherung der SchülerInnen an eine fachliche Klärung (grüne Pfeile; dick beim Übergang von einer Phase in die eine andere, dünn innerhalb einer Phase). Zur besseren Nachvollziehbarkeit werden anstelle der Bezeichnungen der Kategorien (englisch und im Gerundium) deutsche Formulierungen verwendet und ergänzt bzw. differenziert. Die Ergänzungen erfolgen auf der Grundlage des Studiums einschlägiger Literatur (vgl. Kapitel 3) und beziehen sich in erster Linie auf die Beschreibung emotionaler Zustände, die sich einer direkten Beobachtung weitgehend entziehen.

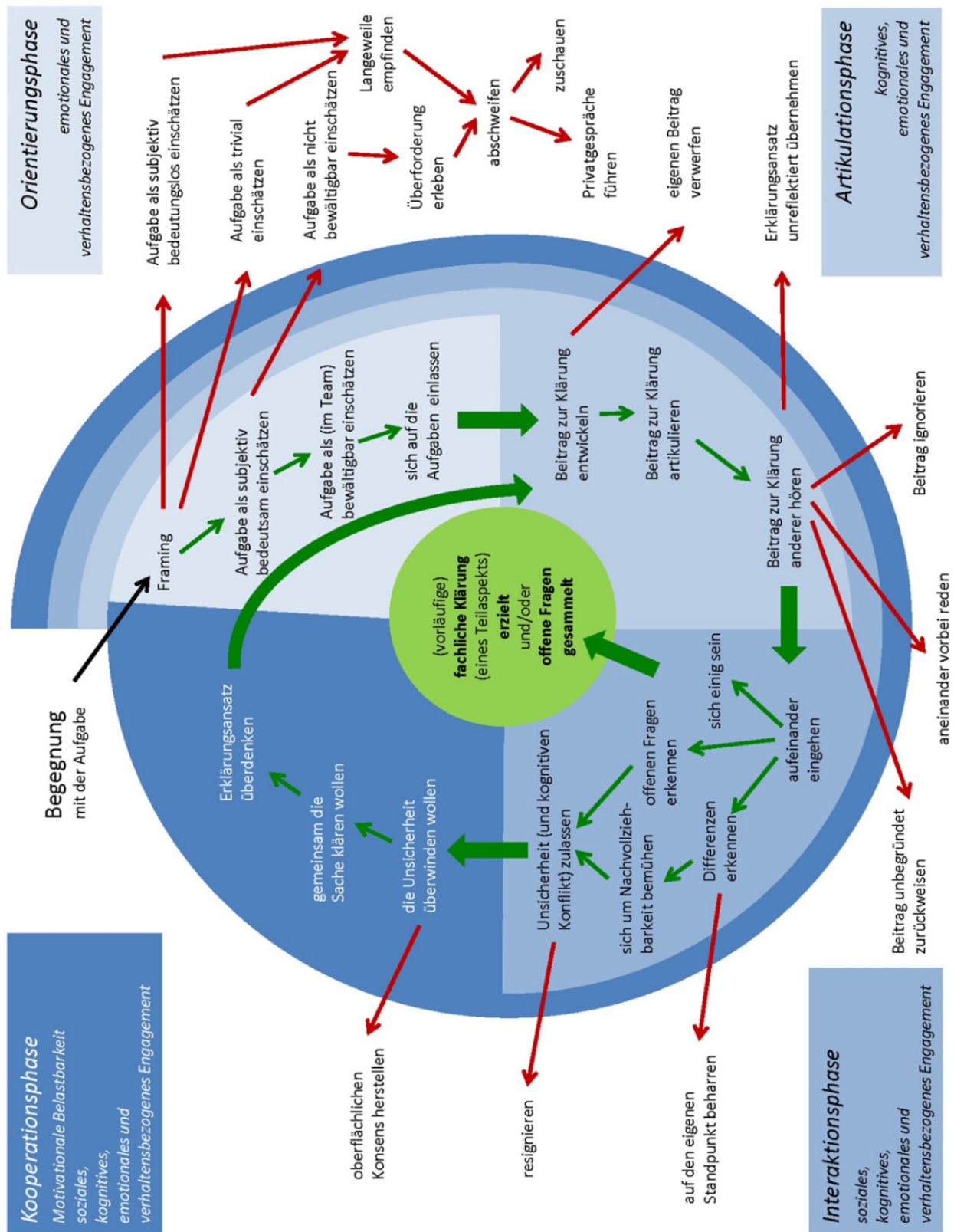


Abbildung 16. Das BOAIKK-Phasenmodell zur Beschreibung und Analyse der Kleingruppendiskussionen.

Das Modell zeigt auch, an welchen Stellen, aus welchen Gründen und auf welche Weise SchülerInnen aus dem konstruktiven Diskussionsprozess aussteigen (rote Pfeile). Die konzentrisch angeordneten und immer größer werdenden Segmente weisen darauf hin, dass nachfolgende Phasen ihre Wurzeln bereits in vorangegangenen Phasen haben und nicht unabhängig von diesen betrachtet werden können. Um anzudeuten, dass auch während der Kooperationsphase die SchülerInnen weiterhin die Situation positiv framen, ihre Beiträge artikulieren und konstruktiv miteinander interagieren müssen, ragt die Kooperationsphase in der Grafik über zwölf Uhr hinaus.

Der grüne Kreis in der Mitte symbolisiert das Ergebnis der Gruppendiskussion. Seine Qualität hängt stark davon ab, wie intensiv sich die SchülerInnen in der Gruppe mit der Aufgabe auseinandersetzen und wie viele Zyklen sie während ihrer Diskussion durchlaufen. Die einzelnen Phasen werden im Folgenden detailliert beschreiben und erläutert.

Die Orientierungsphase im Modell

Am Beginn steht die Begegnung mit der Aufgabe. Die SchülerInnen erhalten den Concept Cartoon und den damit verbundenen Arbeitsauftrag. Auf viele SchülerInnen wirken Concept Cartoons im Allgemeinen motivierend (vgl. Keogh & Naylor, 1999), sie erleben sie zunächst als willkommene Abwechslung (vgl. Birisci et al., 2010) (vgl. S.11). In einer ersten Phase der Orientierung bewerten die SchülerInnen auf der Grundlage ihrer Erfahrungen die Situation und entscheiden, ob sie sich der Aufgabe stellen wollen (vgl. Berland & Hammer, 2012b). Diese Entscheidung treffen die SchülerInnen in der Regel unbewusst. Dabei spielen ihre Emotionen, Wertvorstellungen und ihr Selbstvertrauen eine zentrale Rolle, denn diese beeinflussen maßgeblich ihre Motivation, sich aktiv einzubringen (vgl. Op 't Eynde et al., 2006; Pekrun & Stephens, 2012; Skinner et al., 2014) (vgl. 3.3.2. Situationsgebundenheit von Emotionen, S. 36f und 3.3.3. Emotionen im Kontext schulischen Lernens, S. 37ff). Günstig wirkt sich aus, wenn der Inhalt des Concept Cartoons die SchülerInnen anspricht und wenn sie sich in ihrer Kleingruppe wohl fühlen. Noch wichtiger ist jedoch, dass die SchülerInnen das Thema als subjektiv bedeutsam erachten (vgl. Blumenfeld et al., 2006; Taber, 2015) und die Aufgabe als anspruchsvoll und im Team bewältigbar einstufen (vgl. Adams, 2006; Deci et al., 1991; Op 't Eynde et al., 2006). Andernfalls entsteht ein Gefühl der Langeweile und/oder Überforderung und das führt dazu, dass SchülerInnen gedanklich abschweifen und ihre Aufmerksamkeit anderen Dingen zuwenden (vgl. Kumpulainen & Renshaw, 2007; Skinner et al., 2014) (vgl. 3.3.4. Motivation und Engagement, S. 39ff und 3.3.7. Kognitive Aktivierung und Kompetenzerleben S. 44).

Ähnlich wie das Modell des „core affect“ nach Russell (2003) einen grundlegenden Gefühlszustand entlang zweier Achsen zwischen anregend und deaktivierend einerseits und zwischen angenehm und unangenehm andererseits verortet, lässt sich die Art, wie SchülerInnen die Aufgabe (anfänglich) einschätzen, entlang der Achsen der Bedeutsamkeit und der Bewältigbarkeit darstellen (vgl. Abbildung 17). Diese beiden Dimensionen entsprechen gleichzeitig zwei der fünf von Pons et al. (2010) genannten Dimensionen, die bei der kognitiven Bewertung im Kontext der „*Appraisal Theories*“ relevant sind, nämlich „*coping potential*“ entlang der x-Achse und „*valence*“ entlang der y-Achse (vgl. S. 35).

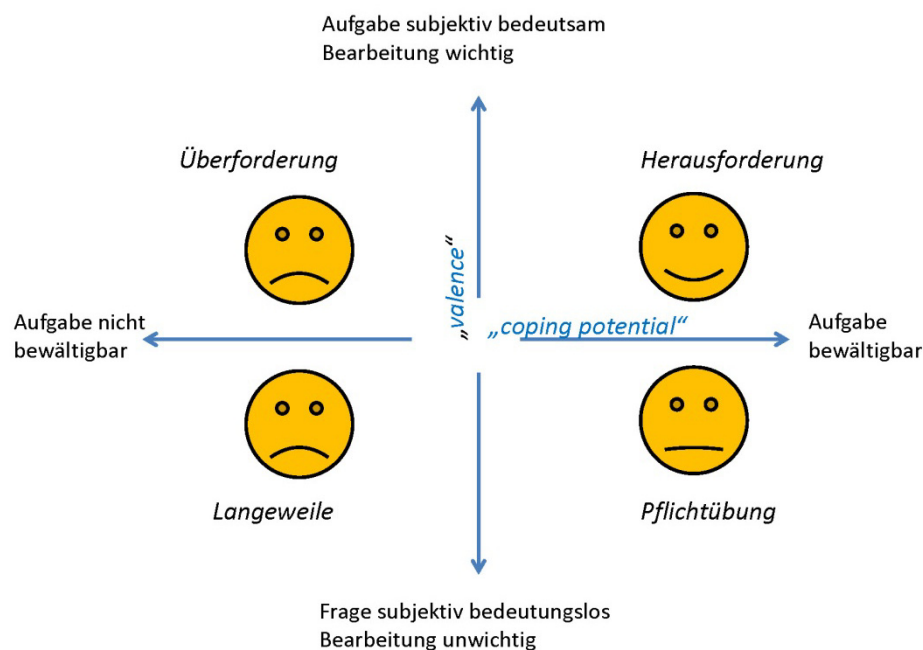


Abbildung 17. Die Einschätzung einer Aufgabe hinsichtlich subjektiver Bedeutsamkeit und Bewältigbarkeit als wichtige Faktoren in der Orientierungsphase.

In dieser ersten Phase der Orientierung gibt es zwischen den SchülerInnen noch wenig und in erster Linie informellen Austausch. Der Prozess des Framings (vgl. 3.3.2) erfolgt individuell, wird jedoch ebenso von der sozialen Umgebung und damit auch von den MitschülerInnen beeinflusst (vgl. 3.3.2. Situationsgebundenheit von Emotionen, S. 36). Zum einen spielen soziale Emotionen, wie beispielsweise Sympathie oder das Erleben wechselseitiger sozialer Abhängigkeit eine Rolle, zum anderen ist die generelle Verbundenheit der SchülerInnen untereinander (vgl. Johnson & Johnson, 2008) (vgl. S. 55) und ihr Bedürfnis nach Zugehörigkeit von Bedeutung (vgl. Deci et al., 1991) (vgl. S. 39).

Die Emotionen der SchülerInnen, ihre Stimmungen, ihre Einstellungen und ihre Ziele haben Auswirkungen auf ihre Motivation und in der Folge auf ihr Engagement (vgl. Appleton et al., 2008; Blumenfeld et al., 2006; Reeve, 2012) (vgl. Abbildung 6, S. 40). Ob SchülerInnen sich auf eine Aufgabe einlassen, hängt vor allem von ihrem emotionalen und verhaltensbezogenen Engagement ab. Noch geht es nicht darum, sich eingehend mit dem

fachlichen Inhalt der Fragestellung des Concept Cartoons auseinanderzusetzen, sondern darum, den MitschülerInnen wohlwollend zu begegnen und dem Thema der Aufgabe gegenüber eine fragende Haltung zu entwickeln (emotionales Engagement), sowie darum, den Arbeitsauftrag anzunehmen und den die Arbeit unterstützenden Anweisungen der Lehrperson Folge zu leisten (verhaltensbezogenes Engagement). Sind diese Voraussetzungen gegeben, so liegen optimale Bedingungen für den Übertritt in die nächste Phase vor.

Die Artikulationsphase im Modell

Während der Artikulationsphase entwickeln die SchülerInnen erste Erklärungsansätze, fassen diese in Worte und teilen sie so mit ihren MitschülerInnen. In der Regel äußern die SchülerInnen zunächst vage Vermutungen und erste Ideen, die erst während des Sprechens Gestalt annehmen (vgl. Bakhtin, 1986; Felton & Kuhn, 2001; Johnson & Johnson, 2009; McDonald & Kelly, 2012; Vygotskij, 1986) (vgl. 3.1.1. Sozialer Konstruktivismus, S. 20 und 3.2.1. Argumentieren, um zu lernen – *Arguing to*, S. 26). Sie versuchen, sich an das Thema heranzutasten, an ihre eigenen Alltagserfahrungen anzuknüpfen und zusammenzutragen, was an bereits vorhandenem fachlichem Wissen zur Bearbeitung der Aufgabe hilfreich sein könnte. Dass im Concept Cartoon ein alltägliches Phänomen thematisiert wird, die Texte in den Sprechblasen in Alltagssprache gehalten sind und Einstiege von verschiedenen Richtungen anbieten, erleichtert es vielen SchülerInnen, sich in dieser Phase einzubringen. Auch die bildliche Darstellung liefert Anknüpfungspunkte und verringert die Hemmschwelle, sich einzubringen. Diese Beobachtung wird durch die Rückmeldungen der im Kooperationsprojekt beteiligten Lehrerinnen bestätigt (Steininger & Lembens, 2013) und bestätigt ihrerseits die Aussage von Stuart Naylor, dass Concept Cartoons „*low threshold, high ceiling activities*“ seien (persönliche Kommunikation 1.6.2012).

Gleichzeitig werden sich viele SchülerInnen an dieser Stelle bewusst, dass sie trotz ihrer Vertrautheit mit dem Phänomen seine Ursachen nicht auf Anhieb erklären können. Im Wesentlichen bieten sich den Lernenden in dieser Phase zwei Arten von Ressourcen, auf die sie zurückgreifen können: ihre Alltagserfahrungen und ihr Wissen im Fach. Ersteres genügt in der Regel nicht, um den fachlichen Hintergrund zu erklären. Da der Einsatz des Concept Cartoons die SchülerInnen unter anderem dazu anregen soll, ihr Wissen im Fach zu erweitern und zu vertiefen, darf es auch noch nicht ausreichen. SchülerInnen mit einem schwachen chemiespezifischen Selbstkonzept verwerfen an dieser Stelle mitunter ihren Erklärungsansatz, noch ehe sie ihn ausgesprochen haben (vgl. Op 't Eynde et al., 2006). Sie glauben zur Klärung der Frage nichts beitragen zu können. Dass sie jedoch mit ihren Fragen

sehr wohl wertvolle Beiträge zur Klärung leisten könnten, ist vielen nicht zuletzt infolge ihrer schulischen Sozialisation nicht bewusst.

Diese beiden Bezugsrahmen, die Alltagserfahrungen und das Wissen im Fach, werden offensichtlich, wenn die SchülerInnen versuchen, ihren Erklärungsansatz in Worte zu fassen. Wenn sie von ihren Erfahrungen berichten, verwenden sie Alltagssprache, wenn sie sich jedoch darauf berufen, was sie „gelernt“ haben, verwenden sie auch die Fachsprache. Dass die Alltagssprache deutlich überwiegt, scheint der Situation insofern angemessen, als die SchülerInnen unter sich und gewohnt sind, sich ihrer zu bedienen (vgl. Leach & Scott, 2003). Der Einsatz von Concept Cartoons erlaubt es ihnen, unbefangen zwischen beiden „Sprachen“ hin und her zu wechseln. Die ihnen vertrautere Sprache ist dabei oft besser geeignet, sich etwas zu erschließen (*to make sense of*) (vgl. Webb, 2010) (vgl. S. 24). Wenn es schließlich gilt, die Ergebnisse der Kleingruppendiskussion im Plenum zu berichten, neigen die SchülerInnen dazu, der Lehrperson gegenüber Fachbegriffe zu verwenden. Auf diese Weise kann der Einsatz von Concept Cartoons den SchülerInnen helfen, sich mehr und mehr mit der Sprache und damit auch der Denkweise der Naturwissenschaften vertraut zu machen – ein wichtiges Ziel des Naturwissenschaftsunterrichts (vgl. Lemke, 1990; Mortimer & Scott, 2010; Wells, 2008) (vgl. 3.1.2. Die Bedeutung von Sprache für das Lernen in den Naturwissenschaften, S. 22)

Unabhängig davon, ob die SchülerInnen ihre Erklärungsansätze eher umgangssprachlich oder fachsprachlich formulieren, werden diese Vermutungen von manchen begründet, während andere ihre Aussagen unbegründet lassen. Letztere scheinen entweder keine Notwendigkeit zu verspüren, ihre Aussagen argumentativ zu untermauern, oder sie sind dazu nicht in der Lage (vgl. Felton & Kuhn, 2001; Kuhn et al., 2011). Auffällig ist auch, dass SchülerInnen aus einer fachlichen Unsicherheit heraus oder infolge ihres generell unpräzisen Sprachgebrauchs oft vage Formulierungen wählen. Das Fehlen von Begründungen und die unklare Ausdrucksweise führen dazu, dass Beiträge teilweise zwar geäußert, aber nicht gehört – im Sinne von wahr- und aufgenommen – werden. Aber auch wenn SchülerInnen sich klar ausdrücken und ihre Überlegungen begründen, ist das keine Garantie dafür, gehört zu werden. Dazu braucht es entsprechende Umgangsformen und Kommunikationsgewohnheiten innerhalb der Gruppe. Anderenfalls reden die SchülerInnen in dieser Phase aneinander vorbei und können in der Folge keine gemeinsame fachliche Klärung erzielen (vgl. auch Barron, 2003).

Gilt eine Schülerin oder ein Schüler als ihren bzw. seinen MitschülerInnen fachlich deutlich überlegen, dann scheiden in seltenen Fällen (fachlich) unsichere SchülerInnen in dieser Phase bereits (vorübergehend) aus dem Diskussionsprozess aus, indem sie sich unreflektiert der Meinung dieser einen Schülerin bzw. dieses einen Schülers anschließen.

Bedarf es während der Orientierungsphase in erster Linie des emotionalen und verhaltensbezogenen Engagements, so erfahren ab der Artikulationsphase das kognitive Engagement und die kommunikativen Kompetenzen der SchülerInnen eine zentrale Bedeutung: Die SchülerInnen müssen sich inhaltlich mit der Fragestellung und dem Thema auseinandersetzen und ihre Überlegungen in Worte fassen. Darüber hinaus gewinnt auch das soziale Engagement an Bedeutung, dann nämlich, wenn es darum geht, einander zuzuhören. Akademisches Engagement, also das Bestreben, den Anforderungen der Institution Schule Genüge zu tun (vgl. Appleton et al., 2008; Dunleavy & Milton, 2009), kann das kognitive Engagement während der Artikulationsphase noch ersetzen. Es führt jedoch in der Regel während der Interaktionsphase zu einer nur oberflächlichen Auseinandersetzung mit dem Thema und einer raschen, wenig durchdachten Einigung.

Die Interaktionsphase im Modell

Die Interaktionsphase beginnt in dem Moment, in dem SchülerInnen mit ihren Äußerungen auf die Beiträge ihrer MitschülerInnen Bezug nehmen. Beschränken sich ihre Reaktionen darauf, die Beiträge der anderen ohne Begründung zurückzuweisen, so ist diese Phase damit auch schon wieder zu Ende. Nur wenn die SchülerInnen auf die Beiträge ihrer MitschülerInnen eingehen, schaffen sie die notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Bewältigung der gemeinsamen Aufgabe (vgl. Arvaja & Häkkinen, 2010; Barron, 2003).

Sind sich die SchülerInnen an dieser Stelle bereits in einem bestimmten Aspekt einig, so haben sie ein erstes Teilergebnis erzielt. Sie können dieses Ergebnis festhalten und beginnen so den im Modell als zentralen grünen Kreis dargestellten Bereich zu füllen. Gleichzeitig eröffnet sich damit die Möglichkeit, sich einem anderen Beitrag oder Lösungsansatz, einer anderen Sprechblase oder einer weiterführenden Frage zuzuwenden. Erkennen die SchülerInnen hingegen Differenzen, dann ist für den Fortgang der Arbeit entscheidend, wie sie damit umgehen. Beharren die VertreterInnen der konkurrierenden Meinungen jeweils auf der Richtigkeit ihres eigenen Standpunktes, so ist ein konstruktiver Dialog unmöglich. Ein konstruktiver Dialog setzt voraus, dass die am Gespräch Beteiligten versuchen, sowohl die Überlegungen der GesprächspartnerInnen ernsthaft nachzuvollziehen als auch ihre eigenen Gedanken zu erläutern und zu begründen, damit sie für die Mitdiskutierenden nachvollziehbar werden. Spätestens jetzt erleben die SchülerInnen, dass es notwendig ist, zu argumentieren und Argumente auf ihre Stichhaltigkeit hin zu überprüfen. Die Einsicht in diese Notwendigkeit ist eine unabdingbare Voraussetzung, um argumentieren zu lernen (vgl. z. B. Berland & Hammer, 2012a; Bricker & Bell, 2012; Kuhn et al., 2011) (vgl. 3.2.4. Diskursive Unterrichtspraxis S. 30ff). Gleichzeitig kommt es zu einer vertieften Auseinandersetzung mit dem fachlichen Thema (vgl. z. B. Jonassen & Kim, 2010; Shemwell

& Furtak, 2010) (vgl. 3.2.1. Argumentieren, um zu lernen – *Arguing to*, S. 26ff). Die Aufgabe zeigt an diesem Punkt ihr Potential (gemeinsam mit der notwendigen Transparenz und inhaltlichen Kohärenz des Unterrichts), kognitiv aktivierend zu wirken (vgl. Klieme & Rakoczy, 2008; Lipowsky, 2015; Pauli et al., 2008) (vgl. 3.3.7. Kognitive Aktivierung und Kompetenzerleben S. 44ff). Als Ergebnis dieser Bemühungen um Nachvollziehbarkeit werden einzelne SchülerInnen hinsichtlich der Richtigkeit ihres eigenen Erklärungsansatzes verunsichert sein und unter Umständen in einen (sozial)-kognitiven Konflikt geraten (vgl. Darnon et al., 2007; Johnson & Johnson, 2009) (vgl. 3.3.9. Unsicherheit, Mehrdeutigkeit und Verwirrung, S. 47ff und 3.4.3 Die Mehrdimensionalität vom Lernen in Gruppen, S. 53ff).

Ob diese Erfahrung der subjektiven Unsicherheit, wie Johnson und Johnson (2009, S. 41) schreiben, wirklich zu einer „*epistemic curiosity*“, einer epistemischen Neugierde, und einer konstruktiven Kontroverse (*constructive controversy*) führt, oder ob einzelne SchülerInnen an dieser Stelle resignieren, hängt davon ab, wie sie die Situation zu diesem Zeitpunkt einschätzen und emotional und kognitiv bewerten. Ähnliches gilt für den Fall, dass die SchülerInnen erkennen, dass wichtige Fragen noch ungeklärt sind. Der Prozess des Framings endet nicht mit der Orientierungsphase, sondern ist vielmehr fortwährend kleinen Veränderungen unterworfen (Re-Framing) und stellt den Hintergrund dar, vor dem sich die Handlungen der SchülerInnen vollziehen.

In dieser Phase der Interaktion ist zusätzlich zum bereits in der Artikulationsphase erforderlichen kognitiven, emotionalen und verhaltensbezogenen Engagement das soziale Engagement von entscheidender Bedeutung (vgl. Linnenbrink-Garcia et al., 2011) (vgl. 3.4.4. Soziale Emotionen und soziales Engagement im Kontext kooperativen Lernens, S. 55ff). Die SchülerInnen müssen einander auf Augenhöhe begegnen, sich um Verständlichkeit bemühen und versuchen zu verstehen, und sie müssen Kritik an der Sache und nicht an der Person üben und akzeptieren – sprich, miteinander in einen konstruktiven Dialog treten (vgl. z. B. Cohen, 1994; Johnson & Johnson, 2008) (vgl. 3.4.5. Voraussetzungen für eine konstruktive Zusammenarbeit, S. 56ff). Dabei ist es notwendig, dass sie sich gleichermaßen den Herausforderungen auf der Fachebene sowie denen auf der Beziehungsebene stellen (vgl. Barron, 2003; Bonnet, 2004; Nieswandt et al., 2014) (vgl. 3.4.3. Die Mehrdimensionalität vom Lernen in Gruppen, S. 53) und sich trotz auftretender Unsicherheit nicht entmutigen lassen (vgl. 3.3.8. Motivationale Belastbarkeit, S. 45f und 3.3.9. Unsicherheit, Mehrdeutigkeit und Verwirrung, S. 47ff).

Die Kooperationsphase im Modell

Voraussetzung dafür, dass die SchülerInnen in einem nächsten Schritt die Kooperationsphase erreichen, ist, dass sie beim Durchlaufen der anderen Phasen nicht

schon vorzeitig ausgestiegen sind. Das heißt, sie müssen sich während der Orientierungsphase auf die Aufgaben eingelassen haben und sie nach wie vor als subjektiv bedeutsam und im Team bewältigbar einschätzen. Während der Artikulationsphase müssen sie ihre eigenen Beiträge zur Klärung entwickelt und artikuliert sowie die der anderen wahrgenommen haben. Außerdem müssen sie während der Interaktionsphase aufeinander eingegangen sein, Differenzen in ihren Erklärungsansätzen erkannt und akzeptiert haben und einander dabei auf Augenhöhe begegnet sein. Und schließlich müssen sie bereit gewesen sein, ihren eigenen Erklärungsansatz in Frage zu stellen und Unsicherheit zuzulassen. Ein daraus resultierendes Bedürfnis, diese Unsicherheit zu überwinden, führt nun in die Kooperationsphase.

Eine Möglichkeit, die Unsicherheit zu überwinden oder zumindest zu verringern, ist, die Sache gemeinsam mit anderen zu klären bzw. zu versuchen, sie zu klären. Diesen Weg der „*epistemic conflict regulation*“ (Darnon & Butera, 2007; Darnon et al., 2007) wählen Lernende, die an einer fachlichen Klärung wirklich interessiert sind (vgl. S. 54). Aufbauend auf der Grundlage der bereits ausgetauschten Überlegungen und der dadurch zusätzlich ins Spiel gebrachten Informationen und Betrachtungsweisen können die SchülerInnen ihre ursprünglichen Erklärungsansätze überdenken, weiterentwickeln und in einem nächsten Schritt die modifizierte Version wieder in die Diskussion einbringen.

Damit treten sie erneut in die Phase der Artikulation. Dieser Wiedereintritt in die Artikulationsphase bedeutet jedoch nicht das Ende der Kooperationsphase, vielmehr ist die Artikulationsphase nun und hinfert (wie auch die nachfolgende(n) Interaktionsphase(n)) Teil einer länger anhaltenden Kooperationsphase geworden. Um das im Concept Cartoon angesprochene fachliche Thema und die in den Sprechblasen angeführten Statements eingehend zu erörtern, ist es notwendig, dass die SchülerInnen im Zuge ihrer Diskussion mehrere Zyklen durchlaufen, bevor sie sich auf eine (vorläufige) fachliche Klärung einigen. Das erhöht die Chance, dass sie gemeinsam durchdachte Entscheidungen treffen (vgl. Johnson & Johnson, 2009) (vgl. S. 57). Ein Ergebnis der Diskussion kann jedoch auch sein, dass die SchülerInnen trotz ihres Bemühens nur Teilaspekte klären können. In diesem Fall kristallisiert sich jedoch im Zuge der Auseinandersetzung heraus, welche Informationen und welches Wissen ihnen dafür noch fehlen. Beim Einsatz eines Concept Cartoons als Einstieg in ein neues Thema soll genau das erreicht werden (vgl. 2.3.1. Concept Cartoons als motivierender Unterrichtseinstieg, S. 10).

Im Bemühen, die Sache gemeinsam (zumindest teilweise) zu klären und (zumindest vorläufig) eine Einigung zu erzielen, sind die SchülerInnen aufeinander angewiesen. Das führt zu einer wechselseitigen sozialen Abhängigkeit (vgl. Johnson & Johnson, 2008) (vgl. S. 52) und erfordert die bereits im Zuge der Interaktionsphase nötigen und dort beschriebenen sozialen Kompetenzen.

Darüber hinaus müssen die SchülerInnen während der Kooperationsphase motivational belastbar sein, d. h. sie müssen sich der Aufgabe auch dann intensiv und anhaltend widmen, wenn sie bei ihrer Lösung Rückschläge erleiden, wenn also das Kompetenzerleben in dieser Situation (zunächst) ausbleibt (vgl. Op 't Eynde et al., 2006; Skinner et al., 2014) (vgl. 3.3.8. Motivationale Belastbarkeit, S. 45f). Motivational belastbare SchülerInnen haben auch eine größere „zone of optimal confusion“, ein größeres Toleranzfenster hinsichtlich produktiver Verwirrung (D'Mello et al., 2014) und können mit Mehrdeutigkeit besser umgehen (vgl. Foster, 2011) (vgl. 3.3.9. Unsicherheit, Mehrdeutigkeit und Verwirrung, S. 47ff). Für die Diskussion rund um den Concept Cartoon ist unter anderem wichtig, dass sie sich immer wieder aufs Neue einbringen und sich, wenn sie an einem toten Punkt angelangt sind, dem Problem von einer anderen Seite nähern. „[T]hey can maintain or recover their forward momentum so they can re-engage with challenging academic tasks“ (Skinner et al., 2014, S. 331).

Motivational wenig belastbare und/oder wenig motivierte SchülerInnen überwinden ihre Unsicherheit, indem sie sich an dieser Stelle mehr emotional motiviert denn kognitiv überzeugt der Meinung ihrer (im Fach als besonders kompetent geltenden) MitschülerInnen anschließen (vgl. Taber, 2015, S. 20). Stark *performance*-orientierte SchülerInnen (vgl. S. 40) hingegen versuchen ihren eigenen Standpunkt durchzusetzen. Auf diese Weise ebenso wie durch emotional motiviertes Zustimmen lösen die SchülerInnen den inneren Konflikt, der infolge der Meinungsverschiedenheiten auftritt, auf der Beziehungs- und nicht auf der Sachebene (*relational conflict regulation*) (vgl. Darnon et al., 2007, S. 63) (vgl. S. 54 dieser Arbeit). Der auf diese Weise hergestellte Konsens entlastet die Situation, auch wenn er oberflächlich ist. Diese Vorgangsweise ist kennzeichnend für eine Einstellung und Arbeitshaltung, die Jiménez-Aleixandre et al. (2000) „doing the lesson“ nennen und Blumenfeld et al. (2006), Bereiter & Lamon (1994) zitierend, „school module“. Diese Art des Umgangs mit der Aufgabe hat zum Ziel, den schulischen Arbeitsauftrag mit möglichst wenig Aufwand zu erledigen und nicht, den Fragen wirklich auf den Grund zu gehen, um die Sache fachlich zu klären (vgl. S. 42). Manche SchülerInnen geben auch auf, wenn sie sich mit Schwierigkeiten konfrontiert sehen, die sie nicht (auf Anhieb) lösen können.

Im best-case Szenario (in der Grafik in Grün gehaltene Pfeile) erörtern die SchülerInnen während der Kooperationsphase, in die nun alle anderen Phasen integriert sind, folgende Punkte: (1) das im Concept Cartoon thematisierte Phänomen samt den in den Sprechblasen angeführten Erklärungsansätzen, (2) ihre eigenen Vorstellungen und Beiträge zur Klärung, und (3) die im Lauf der Diskussion auftauchenden zusätzlichen Fragen. Das Ergebnis dieser Erörterung ist zum einen eine (teilweise) fachliche Klärung auf einem den SchülerInnen angemessenen fachlichen Niveau und zum anderen eine Sammlung von offenen Fragen

(vgl. Feld im Zentrum der Abbildung). Gruppen, deren SchülerInnen überwiegend performance-orientiert sind, werden dabei in erster Linie auf die Klärung fokussieren und der Sammlung offener Fragen weniger Aufmerksamkeit widmen, als Gruppen, deren SchülerInnen überwiegend *mastery*-orientiert sind. Die Anzahl, die Qualität und die Natur der offenen Fragen sind in jedem Fall stark davon abhängig, wie eingehend sich die SchülerInnen mit dem Thema befasst haben und über welches fachliche Wissen sie bereits verfügen. In jedem Fall liefern diese offenen Fragen der SchülerInnen wichtige Impulse zur weiteren Unterrichtsgestaltung (vgl. 2.3.1. Concept Cartoons als motivierender Unterrichtseinstieg, S. 10).

Unter weniger günstigen Bedingungen gelingt es den SchülerInnen nicht, eine konstruktive fachliche Diskussion zu führen. Sie entfernen sich aus unterschiedlichen Gründen und an unterschiedlichen Stellen von der Zielsetzung der Aufgabe (in der Grafik in Rot gehaltene Pfeile). Eine fachliche Klärung bleibt weitgehend aus, auftauchende Fragen gehen im Gespräch unter und werden nicht gesammelt. Eine Besonderheit bei durch Concept Cartoons initiierten Diskussionen ist jedoch die Niederschwelligkeit eines möglichen Wiedereinstiegs. Die in den Sprechblasentexten enthaltenen Erklärungsansätze begünstigen eine Art Themenwechsel. Er erlaubt es den SchülerInnen, sich von einer anderen Seite einer fachlichen Klärung anzunähern und quasi von vorne zu beginnen.

6.2. Vergleich des BOAIKK-Phasenmodells mit anderen Modellen

Das BOAIKK-Phasenmodell weist Ähnlichkeiten mit dem Modell einer kritischen Diskussion (*critical discussion*) von Kim und Song (2006, S. 222ff) und mit dem Modell der konstruktiven Kontroverse (*constructive controversy*) von Johnson und Johnson (1979, 2009) bzw. Johnson et al. (2000) auf.

Auch Kim und Song (2006) charakterisieren vier für eine Gruppendiskussion typische Phasen: *focusing*, *exchanging*, *debating* und *closing*. Allerdings unterscheiden sich die Rahmenbedingungen der Diskussion von denen, die dieser Arbeit zugrunde liegen. In der Studie von Kim und Song (2006) präsentieren die SchülerInnen einer Gruppe nach einer Phase des Forschenden Lernens (*open inquiry activity*) ihre Ergebnisse einer anderen Gruppe und diskutieren im Anschluss daran, ähnlich wie auf einer wissenschaftlichen Konferenz. Da die SchülerInnen der beiden Gruppen während des Forschenden Lernens unterschiedliche Experimente durchführen, dient die *focusing*-Phase zunächst dazu, eine gemeinsame Ausgangsbasis für die Diskussion zu schaffen. Dann tauschen die SchülerInnen Information aus (*exchanging*), bevor sie die Vorgangweisen und Ergebnisse der Experimente diskutieren (*debating*). Diese zwei Phasen entsprechen in etwa der Artikulations-, der Interaktions- und der Kooperationsphase im Phasenmodell dieser

Untersuchung. Allerdings geht es während der *debating*-Phase darum, die Ergebnisse der eigenen Gruppe zu verteidigen, sodass kompetitive Verhaltensweisen die kooperativen stark überlagern. Während der abschließenden „*closing*“-Phase beschließen die SchülerInnen die Diskussion entweder explizit – teilweise auch vorzeitig, um der Lehrperson zu signalisieren, sie hätten die Aufgabe erledigt – oder die Diskussion kommt zum Erliegen, weil die SchülerInnen nicht weiter wissen und/oder das Thema wechseln.

Johnson und Johnson haben ihr Modell der konstruktiven Kontroverse über die Jahre leicht variiert. Aus den anfänglichen vier Phasen (1976) sind zwischenzeitlich sechs (2000) und schließlich fünf (2009) geworden. In der letztgenannten Publikation beschreiben sie die einzelnen Schritte wie folgt: „Students are assigned problem/decision, initial conclusion“, „Students present and listen, are confronted with opposing position“, „Students experience uncertainty, cognitive conflict, disequilibrium“, „Epistemic curiosity, information search“ und „Incorporation of new information, adaptation to diverse perspectives, new conclusion“ (Johnson & Johnson, 2009, S. 40; Text der Abbildung). Sie weisen darauf hin, dass die neue Schlussfolgerung oft nur ein Zwischenergebnis ist, mit dem der Prozess von neuem beginnt.

Die Parallelen zum BOAIKK-Phasenmodell sind offensichtlich. Allerdings gehen Johnson und Johnson von einem Idealfall einer konstruktiven Kontroverse aus. Folglich thematisieren sie die Fälle nur marginal, in denen die Lernenden die oben genannten Schritte nicht durchlaufen und in denen es zu keiner fruchtbringenden Auseinandersetzung kommt. Das Phasenmodell der Kleingruppendiskussion hingegen beschreibt neben dem Einfluss des Engagements und der Interaktionen der SchülerInnen auf die Diskussion auch, an welchen Stellen und aus welchen Gründen die Diskussion unproduktiv verlaufen bzw. vorzeitig zum Erliegen kommen kann.

An dieser Stelle sei auf ein weiteres Modell hingewiesen: das *questioning-argumentation model* von Chin und Osborne (2010). Mit Hilfe dieses Modells veranschaulichen Chin und Osborne (2010) zum einen, welche unterschiedlichen Wege SchülerInnen während einer Gruppendiskussion einschlagen können und zum anderen, welche Bedeutung die Fragen der SchülerInnen beim Argumentieren spielen (vgl. S. 32). Sie unterscheiden dabei mit Verweis auf Vygotsky zwischen einer persönlichen (*intra-mental*) und einer sozialen (*inter-mental*) Ebene (vgl. auch S. 21). Als charakteristisch für die Vorgänge im einzelnen Individuum nennen sie neben kognitivem Konflikt, Verwirrung (*puzzlement*), *self-question* und *self-explanation*. Die Interaktion zwischen den SchülerInnen beschreiben sie mit den klassischen Begriffen aus der Argumentationstheorie von Toulmin (*claim, disagreement, challenge, rebuttal, counterclaim*) ergänzt um *questions (posed to others)* (S. 274). Genau in dieser Möglichkeit, Fragen an andere zu richten und gemeinsam eine Erklärung in der Gruppe zu entwickeln (*peer explanation*), liegt, so Chin und Osborne (2010), die besondere Qualität der Gruppendiskussion. Die AutorInnen leiten aus ihrem Modell unter anderem ab,

dass Unterricht, der die Argumentationskompetenz der SchülerInnen fördern will, die SchülerInnen ermutigen muss, Fragen zu stellen. Sie weisen in diesem Zusammenhang auch darauf hin: „questioning is a complicated process and is dependent on the ability and motivation of students, the nature of the sociocognitive interaction among speakers, and the amount of time on task” (Chin & Osborne, 2010, S. 279). Damit benennen sie wichtige Faktoren für das Zustandekommen konstruktiver Diskussionen, ohne jedoch im Detail darauf einzugehen. Ähnlich peripher merken sie an:

However, it is also possible that students’ conflict, puzzlement, or claims are ignored or not responded to. If this were the case, then there would be no further follow-up activity, resulting in no question asked, no explanation given, and no argument generated. This pathway, which we have called Pathway 0, is not represented in the diagram, as it is possible to take this path at any point. (Chin & Osborne, 2010, S. 275)

Das BOAIKK-Phasenmodell widmet sich zum einen zwei der oben genannten Faktoren ausführlich, nämlich der Motivation und der sozial-kognitiven Interaktion, und zeigt darüber hinaus, an welchen Stellen und aus welchen Gründen SchülerInnen aus der Diskussion aussteigen.

Trotz dieser wesentlichen Unterschiede gibt es auch zwischen dem *questioning-argumentation model* und dem Phasenmodell bei genauerer Betrachtung Parallelen: In beiden Modellen haben das Auftreten einer vorübergehenden Unsicherheit und Verwirrung sowie das Erkennen und Stellen von Fragen einen wichtigen Stellenwert als Katalysatoren auf dem Weg hin zu einer gemeinsamen Klärung.

6.3. Erfüllung der Gütekriterien

Das BOAIKK-Phasenmodell zur Beschreibung und Analyse von Kleingruppendiskussionen ist das Ergebnis einer interpretativen Analyse in Anlehnung an den Ansatz der Grounded Theory nach Charmaz. (vgl. 4.3.2. Charakteristika der konstruktivistischen GTM, S. 64ff). Als bereichsbezogene Theorieskizze erhebt es keinen Geltungsanspruch über den empirisch untersuchten Bereich hinaus. Vielmehr versteht sich das Modell als vorläufiger Entwurf auf der Grundlage einer eingehenden Analyse. Im Folgenden soll die Arbeit im Hinblick auf die von Charmaz, (2006, S. 182) genannten Gütekriterien (Glaubwürdigkeit, Originalität, Resonanz und Brauchbarkeit; vgl. S. 66) besprochen werden.

Die Glaubwürdigkeit der von mir entwickelten GT zu beurteilen, obliegt letztendlich der Leserin bzw. dem Leser. Bezüglich Qualität und Umfang der dieser Arbeit zugrundeliegenden Daten ist festzustellen, dass die Daten während des unter 4.1 skizzierten vielschichtigen Forschungs- und Entwicklungsprojekts „Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons“ erhoben wurden (vgl. S 59). Die primäre Datenquelle bildeten dabei Transkripte

von sechs Gruppendiskussionen (vgl. 4.5.1. Datenerhebung, S. 70). Der Forderung der GTM, die Datenerhebung und -analyse miteinander zu verschränken, konnte dabei nicht Rechnung getragen werden, da der Zugang zum Feld auf diese Zeit beschränkt war. Außerdem stellte sich erst nach Abschluss des Projekts und durch die Änderung meines Forschungsinteresses heraus, dass sich die GTM im besonderen Maße für die Analyse der Daten eignete.

Um Nachvollziehbarkeit zu erreichen, wurde in Kapitel 4.5.2 (S. 72ff) der Prozess des Kodierens vom *initial coding* hin bis zur Ausbildung der Kernkategorien allgemein beschrieben, während in Kapitel 5 (S. 77ff) detailliert dargelegt wird, wie die einzelnen Kategorien durch die Analyse und Interpretation aus den Daten heraus generiert wurden. Über weite Strecken erfolgte die Analyse in Einzelarbeit, ich konnte jedoch auch mehrmals Textausschnitte aus meinen Transkripten im Zuge einer Forschungswerkstatt gemeinsam mit vier bis sechs KollegInnen analysieren (vgl. Mey & Mruck, 2011; Strübing, 2008). Die Forderung nach theoretischer Sättigung scheint insofern erfüllt, als bei der Analyse der letzten beiden Transkripte keine neuen Kategorien mehr auftraten.

Die Originalität der Arbeit liegt meines Erachtens sowohl in ihrer Tiefe als auch in ihrer Breite. Damit meine ich, dass sie zum einen eine spezielle Lerngelegenheit, nämlich die durch einen Concept Cartoon ausgelöste Kleingruppendiskussion, sehr detailliert analysiert. Zum anderen greift sie dabei Konzepte aus unterschiedlichen Disziplinen, der Naturwissenschaftsdidaktik, der allgemeinen Pädagogik aber auch der Psychologie, auf und betrachtet diese Lerngelegenheit aus einer ganzheitlichen Perspektive. Auf diese Weise wurde es möglich aufzuzeigen, wie vielfältig und komplex das Gefüge an Einflussfaktoren ist, das letztendlich über die Qualität der Kleingruppendiskussion entscheidet.

Ob die Arbeit auf Resonanz stoßen wird und ob sie das Kriterium der Brauchbarkeit erfüllt, bleibt vorläufig abzuwarten. Bislang wurde das BOAIKK-Phasenmodell PraktikerInnen noch nicht vorgestellt. Es ist jedoch geplant, das Modell demnächst im Zuge der LehrerInnenaus- und -fortbildung einzusetzen und zu diskutieren. In diesem Zusammenhang sollen auch Diplomarbeiten vergeben werden, die das BOAIKK-Phasenmodell zur Analyse von Kleingruppendiskussionen auf seine Anwendbarkeit und Aussagekraft hin erproben sollen. Welche Implikationen die Ergebnisse dieser Arbeit sowohl auf die Praxis als auch auf die Forschung haben könnten, wird in Kapitel 7 gesondert ausgeführt.

An dieser Stelle seien auch zwei Punkte erwähnt, die wünschenswert gewesen wären, die jedoch im Zuge der Arbeit nicht realisiert werden konnten. Punkt eins betrifft die Zuordnung der Daten aus den projektbegleitenden Fragebögen zu den Audio-Video-Daten. Aufgrund der Anonymisierung der Fragebögen liefert ihre Auswertung nur einen Gesamteindruck einer jeweiligen Klasse und keine personalisierbaren Daten (vgl. 4.4. Beschreibung der

teilnehmenden Lehrerinnen und SchülerInnen, S. 66) (Steininger & Lembens, 2012). Es können daher keine Aussagen getroffen werden, ob und wenn ja, wie sich das chemiespezifische Selbstkonzept und der Selbstbestimmungsindex als Maß für die Motivation auf die Performanz der einzelnen SchülerInnen während der Kleingruppendiskussion auswirken. Eine derartige Zuordnung hätte es erlaubt, einige der in der Beschreibung des Modells getroffenen Aussagen zu bestätigen oder diese in Frage zu stellen. Punkt zwei betrifft die kommunikative Validierung der Ergebnisse mit am Kooperationsprojekt beteiligten SchülerInnen. Sie war nicht möglich, weil die SchülerInnen die Schule bereits vor Fertigstellung des Modells verlassen hatten.

7. Implikationen für Praxis und Forschung

Das in Kapitel 6 beschriebene BOAIKK-Phasenmodell veranschaulicht die vielfältigen und komplexen Vorgänge während der Kleingruppendiskussionen. Es zeigt zahlreiche Einflussfaktoren sowie deren Wechselwirkung auf und hilft diese zu analysieren und besser zu verstehen. Die dem Modell zugrundeliegende Theorieskizze erlaubt es, den Einsatz von Concept Cartoons im Setting der Kleingruppendiskussion zu reflektieren – und zwar sowohl als Unterrichtswerkzeug als auch als Forschungsinstrument.

7.1. Anregungen für die Praxis

Der Fokus des BOAIKK-Phasenmodells liegt ganz auf den Handlungen und Emotionen der SchülerInnen. Das Modell eignet sich jedoch auch dazu, zu überlegen, welche Beiträge die Lehrperson leisten kann, damit möglichst viele SchülerInnen die Kooperationsphase erreichen und in ihr verweilen. Dabei kann zwischen Maßnahmen, die in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Setting der Kleingruppendiskussion rund um Concept Cartoons stehen, und einer allgemeinen Unterrichtsgestaltung unterschieden werden.

7.1.1. Folgen für die Orientierungsphase

Zentral für die Orientierungsphase ist, dass die SchülerInnen die an sie gerichtete Aufgabe als subjektiv bedeutsam und im Team bewältigbar einstufen. Die Begegnung mit der Aufgabe muss zu einem positiven Framing führen. Für die Lehrperson bedeutet das, dass sie bei der Auswahl bzw. der Gestaltung des Concept Cartoons ein fachliches Thema wählen muss, von dem anzunehmen ist, dass es die SchülerInnen anspricht. Die Alltagsrelevanz des Themas für SchülerInnen ist folglich ein wichtiges Kriterium. Subjektiv bedeutsam kann die Aufgabe für SchülerInnen aber auch aus anderen Gründen sein – dann nämlich, wenn sie als intellektuelle Herausforderung wahrgenommen wird und/oder die Aussicht auf ein kollektives Erfolgserlebnis mit sich bringt. Die Hoffnung und Erwartung, dass sich Kompetenzerleben und/oder ein Gefühl von Zugehörigkeit einstellen wird, macht die Aufgabe in diesen Fällen bedeutsam (vgl. Deci & Ryan, 1993).

Um möglichst vielen SchülerInnen Kompetenzerleben zu ermöglichen, sollte das Thema nicht nur ansprechend sein, sondern auch so gewählt werden, dass die SchülerInnen es mit ihrem bereits erworbenen Wissen und vor dem Hintergrund ihrer (Alltags-)Erfahrungen bearbeiten können. Anschlussfähigkeit ist hier das Kriterium. Um diese sicher zu stellen, kann die Lehrperson z. B. vorab die Vorstellungen ihrer SchülerInnen blitzlichtartig erheben und ihre Aussagen für die Texte in den Sprechblasen nutzen.

Um Kompetenzerleben zu ermöglichen, ist darüber hinaus der konkrete Arbeitsauftrag entscheidend (vgl. Cohen, 1994; Taber, 2015) (vgl. S 51 bzw. S. 47). Die Aufgabe der Lehrperson besteht darin, ihn so zu formulieren, dass nicht die fachlich korrekte Beantwortung der im Concept Cartoon (indirekt) gestellten Frage das alles dominierende Ziel ist, sondern die ausführliche Beschäftigung mit dem Thema. Die intensive Auseinandersetzung mit den eigenen Vorstellungen, die Aktivierung des bereits vorhandenen Wissens, die fachliche Diskussion mit den MitschülerInnen, das Formulieren fachlich fundierter Argumente sowie die Sammlung offener Fragen können und sollen dabei eine Annäherung an die fachliche Klärung mit sich bringen.

Während der Gruppenarbeit selbst kann die Lehrperson durch eine entsprechende Lernbegleitung und das Bereitstellen zusätzlicher Ressourcen dazu beitragen, die Zuversicht der SchülerInnen im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe, zu erhalten und/oder zu fördern (vgl. Berland & McNeill, 2010; Kuhn, 2010).

Die bis jetzt beschriebenen Maßnahmen betreffen die Gestaltung der konkreten Lerngelegenheit. Darüber hinaus hat das allgemeine Schul- und Klassenklima einen maßgeblichen Einfluss auf das Framing der SchülerInnen und ihr Engagement. Es hat Auswirkungen auf die generelle Einstellung der SchülerInnen zum Lernen und ihre Arbeitshaltung, auf den Umgang zwischen Lehrperson und SchülerInnen sowie den der SchülerInnen untereinander, auf ihre wechselseitigen Erwartungshaltungen und nicht zuletzt auf eingefahrene Muster der Unterrichtsgestaltung und -beteiligung. Blumenfeld et al. (2006, S. 476) nennen diese atmosphärischen Rahmenbedingungen „*classroom contexts and instructional practices*“, Dunleavy und Milton (2009, S. 13f) „*classroom practices*“. Dieses Arbeitsklima ist nicht nur eine Folge der Interaktion zwischen den konkreten LehrerInnen und SchülerInnen, sondern unterliegt institutionellen, politischen und soziokulturellen Einflüssen (vgl. Kahu, 2013) (vgl. Abbildung 7, S 43). Unabhängig von den jeweiligen Rahmenbedingungen ist es wichtig, dass die Lehrperson ihren SchülerInnen wertschätzend begegnet und das Ziel der Aufgabe und ihre eigene Erwartungshaltung klar formuliert. Sie muss die SchülerInnen ernst nehmen und ihnen signalisieren, dass sie ihnen die Lösung der Aufgabe zutraut. Auf diese Weise unterstützt sie die SchülerInnen beim Aufbau eines positiven fachspezifischen Selbstkonzepts (vgl. Nieswandt, 2007; Taber, 2015) und einer angemessenen (und hohen) fachspezifischen Selbstwirksamkeitserwartung (vgl. Linnenbrink & Pintrich, 2003). Gemeinsam mit der Auswahl des Themas und der Gestaltung des Concept Cartoons, der Formulierung des mit ihm verbundenen Arbeitsauftrags und durch konkrete Lernbegleitung kann die Lehrperson dazu beitragen, das emotionale und verhaltensbezogene Engagement der SchülerInnen am Beginn und während der Kleingruppendiskussion zu fördern.

7.1.2. Folgen für die Artikulationsphase

In der Artikulationsphase entwickeln die SchülerInnen Erklärungsansätze, formulieren und äußern ihre eigenen Beiträge zur Klärung und hören die ihrer MitschülerInnen. Dafür ist es wichtig, dass sich alle SchülerInnen trauen, ihre Gedanken und Ideen in Worte zu fassen und vor ihren MitschülerInnen auszusprechen – und zwar auch dann, wenn die Beiträge den Charakter von mehr oder weniger vagen Vermutungen haben. Das setzt voraus, dass die SchülerInnen zum einen darauf vertrauen, dass sie zur Lösung der Aufgabe beitragen können und zum anderen, dass ihre MitschülerInnen wertschätzend mit ihnen und ihren Äußerungen umgehen (vgl. Hannula, 2006). Für die Lehrperson in ihrer Rolle als Vorbild bedeutet das, die SchülerInnen immer wieder einzuladen, aufzufordern und zu ermutigen, ihre Gedanken und Vorstellungen im Unterrichtsgespräch einzubringen und die Beiträge aller SchülerInnen, ungeachtet ihrer fachlichen Richtigkeit, zu begrüßen. Es liegt an ihr, für eine Atmosphäre in der Klasse zu sorgen, in der sich die SchülerInnen sozial sicher fühlen (vgl. Hannula, 2006; Michaels et al., 2008) und in der ihr kognitives Engagement honoriert wird.

Ist diese prinzipielle Hemmschwelle überwunden, geht es in einem nächsten Schritt um den Inhalt der Beiträge der SchülerInnen zur fachlichen Klärung. Die Beiträge sollten klar formuliert und damit für die MitschülerInnen gut nachvollziehbar sein, ein Anspruch, dem bei weitem nicht alle gerecht werden, wie die Analyse der Transkripte zeigt. Auch hier kann die Lehrperson (gemeinsam mit den SprachlehrerInnen) die SchülerInnen ermutigen bzw. dazu anhalten, sich präzise auszudrücken (vgl. z. B. Webb et al., 2014). Michaels et al. (2008) und Resnick et al. (2010) nennen diesen Anspruch „*accountability to the learning community*“, was mit „Rechenschaftspflicht der Gemeinschaft der Lernenden gegenüber“ übersetzt werden kann. Sie regen an, während des Unterrichtsgesprächs nachzufragen, die SchülerInnen um zusätzliche Erläuterungen zu bitten oder darum, ihre Äußerung mit anderen Worten zu wiederholen (vgl. S 31). Diese und andere Strategien, mit denen eine produktive Diskussion im Klassenverband angeregt werden kann, bezeichnen Michaels und Resnick als „*talk moves*“ (vgl. auch Michaels & O'Connor, 2012).

Im dritten Schritt der Artikulationsphase ist es wichtig, dass die SchülerInnen die Beiträge ihrer MitschülerInnen hören und ihnen Aufmerksamkeit schenken. Die Bereitschaft zum aktiven Zuhören ist ein unverzichtbarer Teil des wertschätzenden Umgangs miteinander und weit mehr als nur ein höfliches Ausredenlassen. Sie ist eine Voraussetzung dafür, dass die SchülerInnen in der anschließenden Interaktionsphase aufeinander eingehen können. Auch hier kann die Lehrperson durch ihr eigenes Vorbild sowie durch die Einführung von Gesprächsregeln, das Üben unterschiedlicher Gesprächstypen und durch strukturierte Diskussionen im Klassenverband eine entsprechend Gesprächskultur fördern (vgl. Gillies, 2015; Littleton, 2010; McNeill & Pimentel, 2009) (vgl. 3.4.5. Voraussetzungen für eine

konstruktive Zusammenarbeit, S 56). Wie wichtig diese Gesprächskultur für die Bearbeitung der Aufgabe ist, zeigt sich in der nachfolgenden Interaktions- und Kooperationsphase. Sie bestimmt wesentlich den weiteren Verlauf der Diskussion in der Kleingruppe.

7.1.3. Folgen für die Interaktionsphase

Während der Interaktionsphase treten die SchülerInnen in einen Dialog. Sie nehmen auf die Äußerungen ihrer MitschülerInnen Bezug, erkennen Gemeinsamkeiten und Differenzen in ihren Erklärungsansätzen, formulieren offene Fragen und versuchen, sich verständlich zu machen. Letzteres veranlasst die SchülerInnen, Begründungen für ihre Vermutungen und Überlegungen zu formulieren und überzeugende Argumente ins Treffen zu führen. Um die SchülerInnen darauf vorzubereiten bzw. darin zu unterstützen, ist es die Aufgabe der Lehrperson, immer wieder diskursive Elemente in den Unterricht zu integrieren (vgl. 3.2.4. Diskursive Unterrichtspraxis, S. 30). Dabei sind drei Aspekte besonders wichtig: Erstens muss die Lehrperson den SchülerInnen begreiflich machen, dass das Ziel des Argumentierens in diesem Kontext nicht darin liegt, die eigene Meinung durchzusetzen und persönlich zu gewinnen, sondern darin, im Gespräch gemeinsam neue Erkenntnisse zu gewinnen. Daraus folgt, dass die Beiträge aller Gruppenmitglieder wert sind, gehört und diskutiert zu werden, und dass das Sammeln offener Fragen einen wesentlichen Beitrag zur Klärung der Fachfrage darstellt. Berland und Lee (2012) sprechen in diesem Zusammenhang von „*peer legitimization*“ und bezeichnen damit ein prinzipielles Akzeptieren der Ideen der MitschülerInnen, unabhängig von deren Inhalt. Sie sehen darin eine wichtige Voraussetzung für eine Einigung während der Diskussion. Zweitens ist es notwendig, dass die Lehrperson die SchülerInnen dazu anhält, einander nicht nur aktiv zuzuhören (wie während der Artikulationsphase), sondern auch aufeinander einzugehen, gezielt nachzufragen und die Ideen ihrer MitschülerInnen zu evaluieren, konstruktiv zu kritisieren und weiterzuentwickeln (vgl. Barron, 2003; Johnson & Johnson, 2008; Webb et al., 2014) (vgl. 3.4.5. Voraussetzungen für eine konstruktive Zusammenarbeit, S. 56). Und drittens muss sie die SchülerInnen lehren, sachlich und folgerichtig zu argumentieren und ihre eigenen Positionen nach Möglichkeit evidenzbasiert zu begründen (vgl. z. B. Driver et al., 2000; Duschl & Osborne, 2002; Milne, 2012; OECD, 2013) (vgl. 3.2.2. Lernen, zu argumentieren – *Learning to argue*, S. 27). Durch die ersten beiden Maßnahmen fördert die Lehrperson vor allem die sozial-kommunikativen Fähigkeiten ihrer SchülerInnen, durch die zuletzt genannte ihre kognitiven.

Dieser (erste) Dialog zwischen den SchülerInnen führt in der Regel dazu, dass sie sich uneins sind. Viele von ihnen sind, wie Johnson und Johnson (2009) es in ihrer Theorie der konstruktiven Kontroverse beschreiben (vgl. S. 159), auch unsicher, manche sogar gefangen

in einem kognitiven Konflikt. Diese Unsicherheit am Übergang zur Kooperationsphase auch zuzulassen, sie weder zu verdrängen noch zu resignieren, ist eine Voraussetzung dafür, dass sich die SchülerInnen eingehend mit dem fachlichen Thema und den Beiträgen ihrer MitschülerInnen auseinandersetzen. Die Aufgabe der Lehrperson besteht darin, Unsicherheit als immanenten Teil naturwissenschaftlichen Arbeitens zu verstehen, und den SchülerInnen zu vermitteln, dass Unsicherheit in diesem Zusammenhang kein Zeichen persönlicher Schwäche, sondern vielmehr der Ausgangspunkt für neue Erkenntnisse ist (vgl. Kirch, 2012; Kirch & Siry, 2012, S. 267) (vgl. S. 47).

7.1.4. Folgen für die Kooperationsphase

Während der Kooperationsphase setzen die SchülerInnen den in der Interaktionsphase begonnenen Dialog nicht nur fort, sondern intensivieren und vertiefen ihn. Das Ziel, gemeinsam eine Lösung zu finden, fördert ihre Bereitschaft, die eigenen Erklärungsansätze zu überdenken. Dafür brauchen sie zusätzlich zu allen bereits für die Interaktionsphase beschriebenen Kompetenzen die Bereitschaft und Fähigkeit zu kooperieren (vgl. z. B. Barron, 2003; Cohen, 1994; Johnson & Johnson, 2008; Linnenbrink-Garcia et al., 2011) und motivationale Belastbarkeit (Skinner et al., 2014) (vgl. S. 45).

Aus der Bezeichnung dieser Phase lässt sich ableiten, dass Bereitschaft zur Zusammenarbeit und Kooperationsfähigkeit während der Kooperationsphase eine zentrale Rolle spielen. Vor allem bedarf es dabei des anhaltenden sozialen Engagements der SchülerInnen. Sie müssen wertschätzend miteinander umgehen und sich als Gruppe mit einem gemeinsamen Ziel verstehen. Die Lehrperson kann in ihrem Unterricht durch ein gezieltes Hinführen zu kooperativen Lernformen (vgl. Cohen, 1994; Johnson & Johnson, 2008), durch das Gestalten von Lerngelegenheiten, die verstehendes Lernen zum Ziel haben (*mastery orientation*) (vgl. Darnon & Butera, 2007; Resnick et al., 2010), und durch das Einführen entsprechender Grundregeln für eine konstruktive Gesprächsführung das Klassen- und Lernklima positiv beeinflussen (vgl. Corden, 2001; Michaels et al., 2008; Taber, 2015) (vgl. 3.4.5. Voraussetzungen für eine konstruktive Zusammenarbeit, S. 56).

Ähnlich wie während der Orientierungsphase spielen auch in der Kooperationsphase die Aufgabenstellung und das Arbeitsklima in der Klasse eine wichtige Rolle. Sie haben nicht nur Einfluss darauf, ob sich die SchülerInnen überhaupt auf die Aufgabe einlassen, sondern bestimmen auch maßgeblich, wie lange die Bereitschaft anhält, sich mit ihr auseinanderzusetzen. Die SchülerInnen müssen auch, nachdem sie ihre ersten Ideen ausgetauscht und diskutiert haben und dabei auf Unklarheiten und Widersprüche gestoßen sind, die Aufgabe weiterhin als subjektiv bedeutsam und (im Team) bewältigbar einschätzen. Skinner et al. (2014) bezeichnen die Aufgabenstellung als wichtigste Einflussgröße, durch

die LehrerInnen die motivationale Belastbarkeit ihrer SchülerInnen fördern können. Denn durch eine authentische Fragestellung, so die Autorinnen, kann die den SchülerInnen innewohnende Motivation zu lernen, genutzt werden.

Erfahren sich die SchülerInnen bei ihrem Versuch, die Aufgabe zu bewältigen, als kompetent, so stärkt das mittel- und langfristig ihre Selbstwirksamkeitserwartung und ihr fachspezifisches Selbstkonzept. Beide sind wichtige Voraussetzungen für anhaltende Motivation (vgl. Linnenbrink & Pintrich, 2003; Nieswandt, 2007). Ähnlich wirken sich auch der wertschätzende Umgang, eine positive Erwartungshaltung und positives Feedback der Lehrperson aus.

Anders als in der Begegnungsphase ist in der Kooperationsphase auch der Umgang mit Schwierigkeiten, Unsicherheiten und Rückschlägen von großer Bedeutung. Dabei kann die Lehrperson die SchülerInnen vor allem unterstützen, indem sie ihnen abermals bewusst macht, dass das primäre Ziel der Diskussion nicht darin besteht, eine oder die „richtige“ Lösungen zu produzieren, sondern darin, sich intensiv mit der Fragestellung auseinander zu setzen (vgl. Foster, 2011; Johnson & Johnson, 2009) (vgl. S. 48f). Dieses Bewusstsein, das den SchülerInnen während der Interaktionsphase hilft, mit den Beiträgen ihrer MitschülerInnen wertschätzend umzugehen, unterstützt sie nun dabei, nicht leichtfertig aufzugeben. Glaubwürdig wirkt die Lehrperson diesbezüglich jedoch nur, wenn sie das nicht nur in dieser konkreten Unterrichtssituation sagt, sondern in allen Lernsituationen dazu steht und Lernsituationen deutlich von Prüfungssituationen abgrenzt. Diese gelebte Grundhaltung kann dazu beitragen, dass auch die SchülerInnen sich verstärkt darum bemühen, die Materie wirklich zu verstehen (*mastery orientation*) und das Bestreben, Wissen zu demonstrieren (*performance orientation*), in den Hintergrund rückt. Darnon und Butera (2007) zufolge ist diese fragende Grundhaltung eine Voraussetzung dafür, dass die SchülerInnen den sozial-kognitiven Konflikt auf der Sachebene lösen (vgl. S. 54).

Duschl und Osborne (2002, S. 56) fassen die Aufgabe der Lehrperson in einem Satz zusammen, wenn sie schreiben: *„[P]art of the role of the teacher must be to teach his or her students the social and epistemic ground rules for engaging in productive dialogic discourse.“* Dass dieses Unterfangen ein langwieriger Prozess ist, darin sind sich viele AutorInnen einig (vgl. Kumpulainen & Renshaw, 2007; Leach & Scott, 2003; Michaels et al., 2008; Nussbaum, 2008; Taber, 2015). Blumenfeld et al. (2006, S. 478) erklären diesen Sachverhalt wie folgt:

Students must become accustomed to new rules and new classroom norms. They need to adjust to new relationships with their teacher, who becomes a facilitator rather than the primary source of information. Students must be self-regulating as their responsibility for constructing understanding and for directing learning increases. Moreover, students must be committed to collaborating and enhancing the community's knowledge, meaning that students must participate actively during small group collaboration and whole class discussion. There is ample evidence that this higher quality of engagement is hard to achieve.

Oder mit den Worten von Resnick et al. (2010, S. 172):

Reasoned discourse is a *habit*, a *way of life*. It must be *socialized*, learned by living daily for many months and years in an environment that expects such behavior, supports it, and rewards it in overt and subtle ways.

Parallel zur Entstehung der vorliegenden Arbeit wurden 30 Concept Cartoons für den Chemieunterricht entwickelt. Der Großteil wurde bereits von verschiedenen LehrerInnen im Unterricht eingesetzt, zehn wurden bereits publiziert (Abels & Steininger, 2015; Steininger, 2011, 2014, 2016a, 2016b; Steininger & Lembens, 2011, 2013). Geplant ist eine Handreichung für LehrerInnen, die neben rund zwanzig dieser Concept Cartoons auch eine fachliche Klärung zu den darin angesprochenen chemiespezifischen Themen beinhalten soll. Darüber hinaus werden das BOAIKK-Phasenmodell und die in diesem Abschnitt angeführten Anregungen und Empfehlungen Eingang in die Handreichung finden. Auf diese Weise können die Ergebnisse der vorliegenden fachdidaktischen Forschungsarbeit die PraktikerInnen dabei unterstützen, Concept Cartoons gewinnbringend in ihrem Chemieunterricht einzusetzen.

7.2. Anregungen für die fachdidaktische Forschung

Die vorliegende Arbeit liefert neben dem BOAIKK-Phasenmodell und den daraus abgeleiteten Anregungen für die unterrichtliche Praxis auch Impulse für fachdidaktische Forschung. Die Arbeit veranschaulicht mit dem BOAIKK-Phasenmodell die Komplexität der Lerngelegenheit während der Kleingruppendiskussion. Sie zeigt damit, dass Concept Cartoons in Kleingruppendiskussionen nur eingeschränkt zur Erhebung der Fach- bzw. der Argumentationskompetenzen von Lernenden eingesetzt werden können. Außerdem liefert die Arbeit Anregungen für weiterführende Untersuchungen zum Einsatz von Concept Cartoons, zur Analyse von Kleingruppendiskussionen und zum Einfluss von Emotionen und sozialen Interaktionen auf das Lernen in den Naturwissenschaften. Schließlich dokumentiert die Arbeit, dass der Forschungsansatz der Grounded-Theory-Methodologie auch für fachdidaktische Forschung geeignet ist. Im Folgenden sollen diese drei Aspekte jeweils kurz besprochen werden.

Während der Kleingruppendiskussion sind die SchülerInnen nicht nur fachlich und kognitiv, sondern auch sprachlich, emotional und sozial gefordert (vgl. Arvaja & Häkkinen, 2010; Barron, 2003; Bonnet, 2004; Nieswandt et al., 2014) (vgl. 3.4.3. Mehrdimensionalität vom Lernen in Gruppen, S. 53 und 3.4.4. Soziale Emotionen und soziales Engagement im Kontext kooperativen Lernens, S. 55).

Verlauf und Ergebnis der Diskussion hängen nicht nur von den Fähigkeiten der SchülerInnen ab, sondern auch stark davon, ob sie die Lerngelegenheit wahrnehmen und nützen wollen bzw. können. Dabei beeinflussen die SchülerInnen einander wechselseitig in ihrem Tun. In der Folge ist es schwierig, wenn nicht gar unmöglich, von der Performanz eines Schülers bzw. einer Schülerin auf ihre fachlichen und/oder argumentativen Fähigkeiten zu schließen. Deshalb eignen sich Concept Cartoons, wenn sie in einer Gruppendiskussion bearbeitet werden, nur bedingt zur Erhebung der Fach- und/oder der Argumentationskompetenzen einzelner SchülerInnen.

Was die weiterführenden Untersuchungen anbelangt, so möchte ich in einem nächsten Schritt die von mir entworfene Theorieskizze auf ihre praktische Brauchbarkeit hin untersuchen. Verbessert sie die „Handlungsfähigkeit der Akteure im Untersuchungsbereich“ (Strübing, 2008), sprich: Hilft sie LehrerInnen, die Lerngelegenheit so zu gestalten, dass mehr SchülerInnen diese gewinnbringend nützen können? Damit gehen die Fragen einher, wie die unter 7.1 (S. 163ff) beschriebenen Anregungen und Empfehlungen Eingang in die unterrichtliche Praxis finden können und ob sich ihre Umsetzung tatsächlich als wirksam erweist. Außerdem könnten Examensarbeiten vergeben werden, die die Anwendbarkeit und Aussagekraft des BOAIKK-Phasenmodells zur Analyse von Kleingruppendiskussionen untersuchen sollen. In weiterer Folge sind Arbeiten denkbar, die ihren Fokus jeweils auf nur eine der vier im Modell beschriebenen Phasen richten. Beispielsweise könnte untersucht werden, ob es bestimmte Gestaltungsmerkmale für Concept Cartoons gibt, die den SchülerInnen während der Orientierungsphase den Einstieg in die Diskussion erleichtern. Auch könnte der Frage nachgegangen werden, ob sich die Qualität der Ideen und Beiträge der SchülerInnen zur Klärung während der Artikulationsphase ändert, wenn die SchülerInnen dazu angehalten werden, ihre Überlegungen vorab in Einzelarbeit schriftlich festzuhalten. Um die Interaktions- und Kooperationsphase noch besser zu verstehen, wäre es denkbar, den Einfluss des sozialen Klimas in der Klasse, des Umgangs mit Unsicherheit und der motivationalen Belastbarkeit eingehender zu untersuchen.

Lernen ist ein sozialer Prozess, auch in den Naturwissenschaften. In diesem Prozess sind Interaktionen allgegenwärtig, und der Kontext ist von zentraler Bedeutung. Berliner (2002, S. 18) bezeichnet mit gutem Grund die Unterrichtsforschung als „*the hardest science of all*“. Der Forschungsansatz der Grounded-Theory-Methodologie eignet sich in besondere Weise, um soziale Phänomene sowie Handlungs- und Interaktionsmuster von Personen innerhalb bestimmter Gruppen zu erkennen und zu analysieren. Er zählt heute zu den wichtigsten qualitativen sozialwissenschaftlichen Forschungsstilen (vgl. 4.3.1. Grundlagen der Grounded Theory, S. 61). In der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung ist die GTM jedoch noch relativ wenig verbreitet. Vielleicht liegt das unter anderem daran, dass es WissenschaftlerInnen, die maßgeblich in den Naturwissenschaften sozialisiert wurden,

schwer fällt, die Vieldeutigkeit und Ambivalenz (*ambiguity*) während der Phasen des Kodierens und des Memo-Schreibens zu tolerieren. Charmaz (2006) betont mehrfach, dass die Bereitschaft, diese Unsicherheit zuzulassen, eine unabdingbare Voraussetzung für die Durchführung von Studien nach der GTM ist. Es ist zu hoffen, dass diese Bereitschaft steigen wird, damit der Ansatz der GTM vermehrt Eingang in die naturwissenschaftsdidaktische Forschung finden kann. Dort könnte er zu einem interpretativen Verstehen Lernender und Lehrender beitragen und helfen, Theorie(skizze)n zur Beschreibung und Analyse bestimmter Lehr-Lern-Settings zu entwickeln.

8. Zusammenfassung und Fazit

8.1. Zusammenfassung

Concept Cartoons sind Unterrichtswerkzeuge. Grafisch in Form eines Cartoons gestaltet, zeigen sie mehrere Personen, die zu einer Frage Stellung nehmen. Die Frage bezieht sich in der Regel auf die Erklärung eines alltäglichen naturwissenschaftlichen Phänomens. Die Sprechblasen enthalten unterschiedliche, zum Teil fachlich angemessene, zum Teil aber auch fachlich unangemessene Erklärungsansätze (z. B. bekannte Präkonzepte). Durch den Einsatz von Concept Cartoons sollen SchülerInnen dazu angeregt werden,

1. sich ihrer eigenen Vorstellungen bezüglich des dargestellten Phänomens bewusst zu werden,
2. diese in Worte zu fassen und zu den Aussagen in den Sprechblasen Stellung zu nehmen und
3. selbst Antworten auf die im Concept Cartoon thematisierte Frage zu finden. Concept Cartoons werden häufig als motivierende Unterrichtseinstiege, zur Erhebung der Vorstellungen von SchülerInnen und auch als Assessmenttool zur Bestimmung der Fach- und/oder Argumentationskompetenz von Lernenden sowie zum Lernen von Fachinhalten eingesetzt.

Darüber hinaus eignen sie sich in besonderem Maße als Diskussions- und Argumentationsanlass.

Es gibt zahlreiche Argumente dafür, auch im Naturwissenschaftsunterricht Lernumgebungen so zu gestalten, dass SchülerInnen vermehrt die Gelegenheit haben, zu diskutieren und zu argumentieren.

1. Sprechen und Denken beeinflussen einander wechselseitig. Gedanken reifen oft noch, während jemand versucht, sie in Worte zu fassen.
2. Lernen ist ein sozialer Prozess. Menschen eignen sich aktiv Wissen an, indem sie der Natur begegnen und mit anderen kommunizieren.
3. Lernen in den Naturwissenschaften bedeutet, die für die Naturwissenschaften typische Denk- und Sprechweise zu erlernen und sie anzuwenden.
4. Diskursive Unterrichtssequenzen fördern eine intensive Auseinandersetzung mit fachlichen Inhalten. Sie helfen dabei, die Reichweite des eigenen Wissens zu erkennen und neue Inhalte in das bestehende Wissen zu integrieren.
5. Fachlich korrekt und folgerichtig zu argumentieren, ist ein wesentlicher Bestandteil wissenschaftlichen Arbeitens und zählt zu den drei von der OECD angeführten zentralen Kompetenzen, die es im Zuge der naturwissenschaftlichen Grundbildung zu erwerben gilt.

Bei der Gestaltung einer Lerngelegenheit, die SchülerInnen zum Diskutieren und Argumentieren anregen soll, wird zwischen Diskussionen im gesamten Klassenverband und Kleingruppendiskussionen unterschieden. Das Format der Kleingruppendiskussion hat den Vorteil, dass sich im vorgegebenen Zeitrahmen alle SchülerInnen am Diskurs beteiligen (können). Die soziale Interaktion innerhalb der Kleingruppe kann dabei sowohl förderlich als auch hemmend im Hinblick auf die Bewältigung der gemeinsamen Aufgabe wirken. Als Nachteil kann gesehen werden, dass die Lehrperson während der Kleingruppendiskussion wenig Einblick in das Tun einzelner SchülerInnen und nur wenige Möglichkeiten zur Intervention hat.

Ziel meiner Forschungsarbeit war es, zu untersuchen und aufzuzeigen, wie SchülerInnen der Sekundarstufe II agieren, wenn sie im Chemieunterricht in Kleingruppen eine durch einen Concept Cartoon initiierte Diskussion führen. Meine zentralen Fragen lauteten: Vor welche Herausforderungen stellt die Concept-Cartoon-Aufgabe die SchülerInnen? Wie gehen die SchülerInnen mit diesen Herausforderungen um? Mit der vorliegenden Arbeit möchte ich einen Einblick in die Komplexität dieser speziellen Lerngelegenheit ermöglichen.

Mein Forschungsvorhaben ist im Zuge des Forschungs- und Entwicklungsprojekts „Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons“⁸ entstanden, das in Kooperation mit drei Lehrerinnen aus Wien und Graz und ihren SchülerInnen der Sekundarstufe II in den Jahren 2010 bis 2012 durchgeführt wurde. Die Audio-Video-Daten von sechs der während des Projekts aufgezeichneten Kleingruppendiskussionen stellten die primäre Datengrundlage der vorliegenden Arbeit dar. Um diese Daten zu analysieren, wählte ich den Forschungsansatz der Grounded-Theory-Methodologie, da er sich in besonderer Weise eignet, soziale Phänomene sowie Handlungs- und Interaktionsmuster von Personen innerhalb bestimmter Gruppen zu erkennen und zu analysieren.

Die Analyse der Transkripte der Kleingruppendiskussionen ergab, dass die Bearbeitung der Concept-Cartoon-Aufgaben in der Kleingruppe die SchülerInnen nicht nur vor kognitive, sondern auch vor soziale und emotionale Herausforderungen stellt. Voraussetzungen dafür, dass die Lerngelegenheit von den SchülerInnen gewinnbringend genutzt werden kann, sind die Bereitschaft und die Fähigkeit der SchülerInnen, miteinander in einen konstruktiven Diskurs zu treten. Dafür ist ein umfassendes Engagement der SchülerInnen notwendig, das auch dann nicht zum Erliegen kommen darf, wenn die SchülerInnen auf Schwierigkeiten stoßen und vorübergehend verunsichert sind.

⁸ Sparkling Science Projekt „Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons“, gefördert durch das Österreichische Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (bmwf); Fördernummer: SPA/03-142/Concept Cartoons. <http://aeycc.univie.ac.at/projekte/conceptcartoons/> [Zugriff am 22.02.2016]

Das im Zuge der vorliegenden Arbeit entwickelte BOAIKK-Phasenmodell zur Beschreibung und Analyse von Kleingruppendiskussionen (vgl. Abbildung 16, S. 149) zeigt,

1. welche Schritte die SchülerInnen auf dem Weg von der Problemstellung zur (vorläufigen) fachlichen Klärung (von Teilaspekten) durchlaufen müssen,
2. welche Art von Engagement dafür jeweils notwendig ist und
3. an welchen Stellen und aus welchen Gründen SchülerInnen sich vom Ziel einer konstruktiven fachlichen Diskussion (vorübergehend) entfernen.

Die detaillierte Zerlegung der Handlungen der SchülerInnen in die einzelnen Schritte ihres Tuns erlaubte es aufzuzeigen, wie vielfältig die Herausforderungen für die SchülerInnen sind. Diese Vorgangsweise lieferte auch Anhaltspunkte dafür, wie LehrerInnen in der konkreten Unterrichtssituation und mehr noch durch ihre tägliche Unterrichtspraxis ihre SchülerInnen darin unterstützen können, konstruktive fachliche Diskussionen zu führen.

8.2. Fazit

Concept Cartoons sind multifunktionale Unterrichtswerkzeuge. Sie bieten die Möglichkeit, die kognitiven Fähigkeiten der SchülerInnen zu erweitern und ihre Argumentationskompetenz zu fördern. Darüber hinaus werden die soziale Kompetenz und Teamfähigkeit, die motivationale Belastbarkeit und ein Verständnis für die Bedeutung von Unsicherheit für die Naturwissenschaften gefördert.

Auf den ersten Blick erscheinen Concept Cartoons leicht anwendbar zu sein. Bei eingehender Betrachtung stellt sich jedoch heraus, dass ihre gewinnbringende Implementierung in den Unterricht alles andere als trivial ist. Jedes Werkzeug muss den Erfordernissen der jeweiligen Aufgabe entsprechend ausgesucht werden. Die Auswahl eines Schraubenziehers hängt von der Art und der Größe der Schraube ab. Bei der Auswahl oder Gestaltung eines Concept Cartoons und der Formulierung des begleitenden Arbeitsauftrags ist darauf zu achten, dass die SchülerInnen das Thema als relevant einschätzen und ihnen der Arbeitsauftrag herausfordernd-anspruchsvoll, aber nicht überfordernd erscheint.

Häufig ist es erforderlich, vor Einsatz des Werkzeugs vorbereitende Maßnahmen zu ergreifen. So muss beispielsweise ein Loch vorgebohrt und ein Mauerdübel darin versenkt werden, bevor die Schraube zur Befestigung des Wandhakens mit Hilfe des Schraubenziehers festgeschraubt werden kann. Ähnliches gilt für den Einsatz von Concept Cartoons im Unterricht. Zu den sinnvollen oder gar notwendigen Vorarbeiten der Lehrperson zählen unter anderem folgende Maßnahmen:

1. Die Lehrperson gestaltet den Unterricht generell so, dass das chemiespezifische Selbstkonzept der SchülerInnen und ihre Selbstwirksamkeitserwartung gestärkt werden.

Auf diese Weise steigt die Chance, dass die motivationale Belastbarkeit der SchülerInnen nicht überbeansprucht wird und sie die Concept-Cartoon-Aufgabe als Herausforderung und nicht als Überforderung erleben.

2. Die Lehrperson bietet den SchülerInnen im Unterricht häufig Gelegenheit, sich mitzuteilen und ermutigt sie, miteinander zu diskutieren.
3. Die Lehrperson hält die SchülerInnen dazu an und unterstützt sie darin, sich deutlich auszudrücken und sachlich und folgerichtig zu argumentieren. Durch die Maßnahmen (2) und (3) wird die Kommunikationsfähigkeit der SchülerInnen gefördert und ihr kognitives Engagement angeregt.
4. Die Lehrperson führt die SchülerInnen zu kooperativen Lernformen hin und etabliert entsprechende Grundregeln für einen wertschätzenden Umgang miteinander. So werden die Voraussetzungen dafür geschaffen, dass die SchülerInnen einander auf Augenhöhe begegnen und in der Gruppe konstruktiv zusammenarbeiten können.
5. Die Lehrperson begreift Unsicherheit als immanenten Teil naturwissenschaftlichen Arbeitens und baut ein Arbeitsklima in der Klasse auf, in dem Ungewissheit nicht verheimlicht wird, sondern als Indikator für eine Lernchance begriffen wird. Dadurch können Meinungsverschiedenheiten und kognitive Konflikte ihre katalytische Wirkung im Hinblick auf die fachliche Klärung eines Sachverhalts voll entfalten.

Wie bei vielen Werkzeugen gilt auch für Concept Cartoons, dass ein Tool zwar für verschiedene Arbeiten verwendet werden kann, aber nicht für alle diese Arbeiten gleichermaßen geeignet ist. So wie ein Schraubenzieher auch zum Bohren von Löchern in weichen Materialien oder zum Öffnen eines Marmeladeglases herangezogen werden kann, lassen sich Concept Cartoons auch nur unter ganz bestimmten Bedingungen als Testinstrument einsetzen – nicht jedoch im Setting einer Kleingruppendiskussion.

Sich mit einem neuen Werkzeug vertraut zu machen, erfordert Zeit. Erst nach einer Eingewöhnungsphase zeigt sich, ob sich der Einsatz des Werkzeugs *à la longue* lohnt und dann in kürzerer Zeit ein befriedigenderes Ergebnis erzielt werden kann. Übertragen auf die Verwendung von Concept Cartoons im Naturwissenschaftsunterricht bedeutet das, auch hier muss die Lehrperson zunächst Zeit investieren, um sich selbst und dann auch die SchülerInnen mit diesem Unterrichtswerkzeug vertraut zu machen. Der Erfolg im Sinne des vielfältigen oben angeführten Kompetenzerwerbs kann sich nicht sofort, sondern erst im Lauf der Zeit einstellen.

Das Lesen einer Gebrauchsanweisung kann maßgeblich dazu beitragen, den Einsatz des Werkzeugs zu effektivieren und die Verletzungsgefahr zu reduzieren. Ähnliches gilt für das Einholen eines Erfahrungsberichts oder – noch besser – die Einschulung durch mit dem Gerät vertraute KollegInnen. In diesem Sinne versteht sich die vorliegende Arbeit als Beitrag zur Entwicklung eines evidenzbasierten Leitfadens für den Einsatz von Concept Cartoons als

Diskussions- und Argumentationsanlass für Kleingruppendiskussionen im Naturwissenschaftsunterricht.

Nachsatz: Natürlich stößt der Vergleich an seine Grenzen. Im Gegensatz zu einem Handwerker oder einer Handwerkerin bearbeitet die Lehrperson kein passives Objekt, sondern arbeitet mit SchülerInnen und regt diese in letzter Konsequenz zum eigenständigen Gebrauch des Werkzeugs Concept Cartoon an.

Literaturverzeichnis

- Abels, S. & Steininger, R. (2015). Naturwissenschaften in der Grundschule: Ist Cola sauer? Forschendes Lernen im Sachunterricht. *Erziehung & Unterricht*, 9-10, 848-853.
- Adams, P. (2006). Exploring social constructivism: theories and practicalities. *Education 3-13*, 34(3), 243-257.
- Akamca, G. O., Ellez, A. M. & Hamurcu, H. (2009). Effects of computer aided concept cartoons on learning outcomes. *World Conference on Educational Sciences - New Trends and Issues in Educational Sciences*, 1(1), 296-301.
- Albe, V. (2007). Students' Argumentation in Group Discussions on a Socio-Scientific Issue. In R. Pintó & D. Couso (Hrsg.), *Contributions from Science Education Research* (S. 389-401). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Andrews, T. (2012). What is Social Constructionism? *The Grounded Theory Review*, 11(1), 39-46.
- Appleton, J. J., Christenson, S. L. & Furlong, M. J. (2008). Student engagement with school: Critical conceptual and methodological issues of the construct. *Psychology in the Schools*, 45(5), 369-386.
- Arvaja, M. & Häkkinen, P. (2010). Social Aspects of Collaborative Learning. In P. Peterson, E. L. Baker & B. McGaw (Hrsg.), *International Encyclopedia of Education (Third Edition)* (S. 685-690). Oxford: Elsevier.
- Bakhtin, M. M. (1986). *Speech genres and other late essays*. Austin, Texas: University of Texas Press.
- Barke, H.-D., Engida, T. & Yitbarek, S. (2009). Concept Cartoons; Diagnose, Korrektur und Prävention von Fehlvorstellungen im Chemieunterricht. *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule*, 8(58), 44-49.
- Barron, B. (2003). When Smart Groups Fail. *Journal of the Learning Sciences*, 12(3), 307-359.
- Berland, L. K. & Hammer, D. (2012a). Framing for scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 68-94.
- Berland, L. K. & Hammer, D. (2012b). Students' Framings and Their Participation in Scientific Argumentation. In M. S. S. Khine (Hrsg.), *Perspectives on Scientific Argumentation* (S. 73-93). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Berland, L. K. & Lee, V. R. (2012). In Pursuit of Consensus: Disagreement and legitimization during small-group argumentation. *International Journal of Science Education*, 34(12), 1857-1882.
- Berland, L. K. & McNeill, K. L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94(5), 765-793.
- Berliner, D. C. (2002). Comment: Educational Research: The Hardest Science of All. *Educational Researcher*, 31(8), 18-20.
- Birisci, S., Metin, M. & Karakas, M. (2010). Pre-Service Elementary Teachers' Views on Concept Cartoons: A Sample from Turkey. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 5(2), 91-97.
- Bliss, J. (1996). Piaget und Vygotsky: Ihre Bedeutung für das Lehren und Lernen der Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 2(3), 3-16.
- Blum-Kulka, S. & Dvir-Gvirsman, S. (2010). Peer Interaction and Learning. In P. Peterson, E. L. Baker & B. McGaw (Hrsg.), *International Encyclopedia of Education (Third Edition)* (S. 444-449). Oxford: Elsevier.

- Blumenfeld, P. C., Kempler, T. M. & Krajcik, J. S. (2006). Motivation and Cognitive Engagement in Learning Environments. In K. R. Sawyer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (S. 475-488). New York, NY, US: Cambridge University Press.
- Bonnet, A. (2004). *Chemie im bilingualen Unterricht*. Opladen: Leske + Budrich.
- Breuer, F. (2010). *Reflexive Grounded Theory: Eine Einführung in die Forschungspraxis* (2 ed.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bricker, L. A. & Bell, P. (2012). Argumentation and Reasoning in Life and in School: Implications for the Design of School Science Learning Environments. In M. S. S. Khine (Hrsg.), *Perspectives on Scientific Argumentation* (S. 117-133). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Brüll, M. (2010). *Akademisches Selbstkonzept und Bezugsgruppenwechsel: Einfluss spezieller Förderklassen bei hochbegabten Schülern*. Göttingen [u.a.]: Hogrefe Verlag.
- Bryan, R. R., Glynn, S. M. & Kittleson, J. M. (2011). Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. *Science Education*, 95(6), 1049-1065.
- Carlsen, W. S. (2007). Language and science learning. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 57-74).
- Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to Foster Scientific Literacy: A Review of Argument Interventions in K-12 Science Contexts. *Review of Educational Research*, 80(3), 336-371.
- Charmaz, K. (2000). Grounded Theory: Constructivist and Objectivist Methodes. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Hrsg.), *Handbook of Qualitative Research* (2 ed., S. 509-535). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory: A Practical Guide Through Qualitative Analysis*. London [u.a.]: Sage Publications.
- Charmaz, K. (2011). Den Standpunkt verändern: Methoden der konstruktivistischen Grounded Theory. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Grounded Theory Reader* (S. 181-205). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Charmaz, K. (2012). The Power and Potential of Grounded Theory. *Medical Sociology online*, 6(3), 2-15.
- Chin, C. & Osborne, J. (2010). Supporting Argumentation Through Students' Questions: Case Studies in Science Classrooms. *Journal of the Learning Sciences*, 19(2), 230-284.
- Chin, C. & Teou, L.-Y. (2009). Using Concept Cartoons in Formative Assessment: Scaffolding students' argumentation. *International Journal of Science Education*, 31(10), 1307-1332.
- Chin, C. & Teou, L.-Y. (2010). Formative assessment: Using concept cartoon, pupils' drawings, and group discussions to tackle children's ideas about biological inheritance. *Journal of Biological Education*, 44(3), 108-115.
- Christenson, S. L., Reschly, A. L. & Wylie, C. (2012). *Handbook of Research on Student Engagement*. New York: Springer
- Cohen, E. G. (1994). Restructuring the Classroom: Conditions for Productive Small Groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1-35.
- Combe, A. & Gebhard, U. (2012). *Verstehen im Unterricht. Die Rolle von Phantasie und Erfahrung*. Wiesbaden: Springer.
- Corbin, J. M. & Strauss, A. (1990). Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative Sociology*, 13(1), 3-21.
- Corden, R. (2001). Group discussion and the importance of a shared perspective: learning from collaborative research. *Qualitative Research*, 1(3), 347-367.

- Csikszentmihalyi, M. & Schiefele, U. (1993). Die Qualität des Erlebens und der Prozess des Lernens. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 207-221.
- D'Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R. & Graesser, A. (2014). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction*, 29(0), 153-170.
- Dabell, J. (2008). Using Concept Cartoons *Mathematics Teaching Incorporating Micromath*, 209, 34-36.
- Darnon, C. & Butera, F. (2007). Learning or Succeeding? Conflict Regulation With Mastery or Performance Goals. *Swiss Journal of Psychology*, 66(3), 145-152.
- Darnon, C., Butera, F. & Harackiewicz, J. M. (2007). Achievement Goals in Social Interactions: Learning with Mastery vs. Performance Goals. *Motivation and Emotion*, 31(1), 61-70.
- Davidson, S. & Askew, M. (2012). *Concept Cartoons as a Way to Elicit Understandings and Encourage Reasoning about Decimals in Year 7*. Paper presented at the 35th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Adelaide, SA, Australia.
- De Lange, J. (2009). *Case study, the Use of Concept Cartoons in the Flemish Science Education: Improvement of the Tool and Supporting Learners' Language Skills through a Design Based Research*. Paper presented at the ESERA, Istanbul.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 223-238.
- Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G. & Ryan, R. M. (1991). Motivation and Education: The Self-Determination Perspective. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 325-346.
- Dickhäuser, O., Schöne, C., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2002). Die Skalen zum akademischen Selbstkonzept. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 23(4), 393-405.
- Dörner, D. (2005). Sprache und Denken. In J. Funke (Ed.), *Denken und Problemlösen. Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung* (Vol. 8). Göttingen: Hogrefe.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik* 41(6), 905-923.
- Dunleavy, J. & Milton, P. (2009). What did you do in school today? Exploring the concept of student engagement and its implications for teaching and learning in Canada. *Toronto: Canadian Education Association (CEA)*.
- Duschl, R. A. & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.
- Ekici, F., Ekici, E. & Aydin, F. (2007). Utility of Concept Cartoons in Diagnosing and Overcoming Misconceptions Related to Photosynthesis. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2(4), 111-124.
- Engida, T. & Yitbarek, S. (2004). Concept Cartoons As A Strategy In Learning, Teaching and Assessment Chemistry. Addis Ababa
- Erduran, S., Simon, S. & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Erickson, F. (1982). Classroom discourse as improvisation: Relationships between academic task structure and social participation structure in lessons. In L. C.

- Wilkinson (Hrsg.), *Communicating in the Classroom* (S. 153-181). New York, NY: Academic Press.
- Erickson, F. (2012). Qualitative Research Methods for Science Education. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Hrsg.), *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 24, S. 1451-1469). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Felton, M. & Kuhn, D. (2001). The Development of Argumentative Discourse Skill. *Discourse Processes*, 32(2-3), 135-153.
- Fenske, F., Klee, A. & Lutter, A. (2011). Concept-Cartoons as a Tool to Evoke and Analyze Pupils Judgments in Social Science Education. *Journal of Social Science Education*, 10(3), 46-52.
- Ford, M. (2008). Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning. *Science Education*, 92(3), 404-423.
- Foster, C. (2011). Productive ambiguity in the learning of mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 3-7.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C. & Paris, A. H. (2004). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109.
- Furtak, E. M., Hardy, I., Beinbrech, C., Shavelson, R. J. & Shemwell, J. T. (2010). A Framework for Analyzing Evidence-Based Reasoning in Science Classroom Discourse. *Educational Assessment*, 15(3-4), 175-196.
- Gillies, R. M. (2015). Dialogic interactions in the cooperative classroom. *International Journal of Educational Research*.
- Glaser, B. G. (2002). Constructivist Grounded Theory? *Forum Qualitative Sozialforschung*, 3(3). Retrieved from <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/825/1792> [letzter Zugriff am 6.7.2016]
- Hallberg, L. R.-M. (2006). The "core category" of grounded theory: Making constant comparisons. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-being*, 1(3), 141-148.
- Hannula, M. S. (2006). Motivation in Mathematics: Goals Reflected in Emotions. *Educational Studies in Mathematics*, 63(2), 165-178.
- Haug, R. (2013). Kooperatives Lernen aus fachdidaktischer Sicht. In G. Greefrath, F. Käpnick & M. Stein (Hrsg.), *Tagung für Didaktik der Mathematik* (Vol. 1, S. 428-431). Münster: Wtm-Verlag.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and Learning About Science: Language, Theories, Methods, History, Traditions and Value*. Rotterdam [u.a.]: Sense Publ.
- Hogan, K., Nastasi, B. K. & Pressley, M. (1999). Discourse Patterns and Collaborative Scientific Reasoning in Peer and Teacher-Guided Discussions. *Cognition and Instruction*, 17(4), 379-432.
- Horlock, J. (2012). What will your students be talking about this summer? Talking sport and fitness using Concept Cartoons. *School Science Review*, 93(345), 49-54.
- Hussein, M. E., Hirst, S., Salyers, V. & Osuji, J. (2014). Using grounded theory as a method of inquiry: Advantages and disadvantages. *The Qualitative Report*, 19(27), 1-15.
- Ingec, S. K. (2008). Use of concept cartoons as an assessment tool in physics education. *US-China Education Review*, 5(11), 47-53.
- Istanda, V., Chang, C.-Y., Lee, W.-C., Liu, Y.-C. & Wang, S.-R. (2012). Concept Cartoons based Two-tier Online Testing System for Magnetism Conception. *Applied Mechanics and Materials*, 148-149, 891-864.

- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). Designing Argumentation Learning Environments. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Hrsg.), *Argumentation in Science Education* (Vol. 35, S. 91-115). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A. & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1979). Conflict in the Classroom: Controversy and Learning. *Review of Educational Research*, 49(1), 51-69.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (2008). Social Interdependence Theory and Cooperative Learning: The Teacher's Role. In R. Gillies, A. Ashman & J. Terwel (Hrsg.), *The Teacher's Role in Implementing Cooperative Learning in the Classroom* (S. 9-37). New York: Springer US.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (2009). Energizing Learning: The Instructional Power of Conflict. *Educational Researcher*, 38(1), 37-51.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. & Smith, K. A. (2000). Constructive controversy: The educative power of intellectual conflict. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 32(1), 28-37.
- Jonassen, D. & Kim, B. (2010). Arguing to learn and learning to argue: design justifications and guidelines. *Educational Technology Research and Development*, 58(4), 439-457.
- Kabapinar, F. (2005). Effectiveness of teaching via concept cartoons from the point of view of constructivist approach. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 5(1), 135-146.
- Kabapinar, F. (2009). What Makes Concept Cartoons More Effective? Using Research to Inform Practice. *Egitim Ve Bilim-Education and Science*, 34(154), 104-118.
- Kahu, E. R. (2013). Framing student engagement in higher education. *Studies in Higher Education*, 38(5), 758-773.
- Kahveci, M. & Orgill, M. (2015). *Affective Dimensions in Chemistry Education*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kelly, G. J. (2014). Discourse Practices in Science Learning and Teaching. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Hrsg.), *Handbook of Research in Science Education* (Vol. 2, S. 321-336). New York: Routledge.
- Keogh, B. & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Science Education*, 21(4), 431-446.
- Keogh, B., Naylor, S., Boo, M. & Feasey, R. (2002). Formative Assessment Using Concept Cartoons: Initial Teacher Training in the UK. In H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Gräber, M. Komorek, A. Kross & P. Reiska (Hrsg.), *Research in Science Education - Past, Present, and Future* (S. 137-142). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Keogh, B., Naylor, S. & Downing, B. (2003). *Children's Interactions in the Classroom: Argumentation in Primary Science*. Paper presented at the ESERA, Noordwijkerhout, Netherlands.
- Kim, H. & Song, J. (2006). The Features of Peer Argumentation in Middle School Students' Scientific Inquiry. *Research in Science Education*, 36(3), 211-233.
- Kirch, S. A. (2012). Understanding Scientific Uncertainty as a Teaching and Learning Goal. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Hrsg.), *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 24, S. 851-864). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Kirch, S. A. & Siry, C. A. (2012). "Maybe the Algae was from the Filter": Maybe and Similar Modifiers as Mediational Tools and Indicators of Uncertainty and

- Possibility in Children's Science Talk. *Research in Science Education*, 42(2), 261-280.
- Kleickmann, T. (2012). Kognitiv aktivieren und inhaltlich strukturieren im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Handreichungen des Programms SINUS an Grundschulen*. Kiel: IPN Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel
- Klieme, E. & Rakoczy, K. (2008). Empirische Unterrichtsforschung und Fachdidaktik. Outcome-orientierte Messung und Prozessqualität des Unterrichts. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54(2), 222-237.
- Kovalainen, M. & Kumpulainen, K. (2005). The Discursive Practice of Participation in an Elementary Classroom Community. *Instructional Science*, 33(3), 213-250.
- Krummheuer, G. (2003). Argumentationsanalyse in der mathematikdidaktischen Unterrichtsforschung. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 35(6), 247-256.
- Kubli, F. (2005). Science Teaching as a Dialogue – Bakhtin, Vygotsky and some Applications in the Classroom. *Science & Education*, 14(6), 501-534.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824.
- Kuhn, D., Wang, Y. & Li, H. (2011). Why Argue? Developing Understanding of the Purposes and Values of Argumentative Discourse. *Discourse Processes*, 48(1), 26 - 49.
- Kumpulainen, K. & Renshaw, P. (2007). Cultures of learning. *International Journal of Educational Research*, 46(3-4), 109-115.
- Leach, J. & Scott, P. (2003). Individual and Sociocultural Views of Learning in Science Education. *Science & Education*, 12(1), 91-113.
- Lembens, A. & Rehm, M. (2010). Chemie und Demokratie lernen - zwei unvereinbare Welten? In H. Ammerer, R. Krammer & U. Tanzer (Hrsg.), *Politisches Lernen. Der Beitrag der Unterrichtsfächer zur politischen Bildung* (S. 281-302). Innsbruck, Wien, Bozen: Studienverlag
- Lembens, A. & Steininger, R. (2012). Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons. In S. Berholt (Hrsg.), *Gesellschaft für die Didaktik der Chemie und Physik. Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht* (Vol. 32). Berlin: Lit.-Verlag.
- Lemke, J. L. (1989). *Using language in the classroom* (2nd ed.): Oxford University Press.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Letsoalo, R. S. (2011). *The Use of Concept Cartoons and Prompt Sheets in Supporting learners in the Planning of Scientific Investigations*. (Science Education Minor-Dissertation), University of Johannesburg, Johannesburg.
- Leuders, T. & Holzäpfel, L. (2011). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 39(3), 213-230.
- Linnenbrink-Garcia, L., Rogat, T. K. & Koskey, K. L. K. (2011). Affect and engagement during small group instruction. *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 13-24.
- Linnenbrink, E. A. & Pintrich, P. R. (2003). The role of self-efficacy beliefs in student engagement and learning in the classroom. *Reading & Writing Quarterly*, 19(2), 119-137.
- Lipowsky, F. (2015). Unterricht. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (2 ed., S. 69-105). Berlin, Heidelberg: Springer

- Littleton, K. (2010). Social Interaction and Learning. In P. Peterson, E. L. Baker & B. McGaw (Hrsg.), *International Encyclopedia of Education (Third Edition)* (S. 698-704). Oxford: Elsevier.
- McCallin, A. M. (2003). Designing a grounded theory study: Some practicalities. *Nursing in critical care*, 8(5), 203-208.
- McDonald, S. P. & Kelly, G. J. (2012). Beyond Argumentation: Sense-Making Discourse in the Science Classroom. In M. S. S. Khine (Hrsg.), *Perspectives on Scientific Argumentation* (S. 265-281). Dordrecht: Springer Netherlands.
- McNeill, K. L. & Pimentel, D. S. (2009). Scientific discourse in three urban classrooms: The role of the teacher in engaging high school students in argumentation. *Science Education*, 94(2), 203-229.
- Mercer, N. (2010). The analysis of classroom talk: Methods and methodologies. *British Journal of Educational Psychology*, 80(1), 1-14.
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R. & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359 - 377.
- Mercer, N., Wegerif, R. & Dawes, L. (1999). Children's Talk and the Development of Reasoning in the Classroom. *British Educational Research Journal*, 25(1), 95-111.
- Mey, G. & Mruck, K. (2010). Grounded-Theory-Methodologie. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 614-626). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Mey, G. & Mruck, K. (2011). Grounded-Theory-Methodologie: Entwicklung, Stand, Perspektiven. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Grounded Theory Reader* (S. 11-48). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Michaels, S. & O'Connor, C. (2012). Talk science primer. *Cambridge, MA: Technical Education Research Center*.
- Michaels, S., O'Connor, C. & Resnick, L. (2008). Deliberative Discourse Idealized and Realized: Accountable Talk in the Classroom and in Civic Life. *Studies in Philosophy and Education*, 27(4), 283-297.
- Milne, C. (2012). Beyond Argument in Science: Science Education as Connected and Separate Knowing. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Hrsg.), *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 24, S. 951-967). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Min-Jin, L. & Ching-Dar, L. (2011, 27-29 May 2011). *Guiding undergraduate students to collaborate in the design and development of concept cartoon with the support of TINS*. Paper presented at the IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN).
- Mortimer, E. F. & Scott, P. (2010). *Meaning making in secondary science classrooms* (Reprint. ed.). Maidenhead [u.a.]: Open University Press.
- Muis, K. R., Psaradellis, C., Lajoie, S. P., Di Leo, I. & Chevrier, M. (2015). The role of epistemic emotions in mathematics problem solving. *Contemporary Educational Psychology*, 42, 172-185.
- Müller, F., Hanfstingl, B. & Andreitz, I. (2007). Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern: Adaptierte und ergänzte Version des Academic Self- Regulation Questionnaire (SRQ-A) nach Ryan & Connell. *Wissenschaftliche Beiträge aus dem Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung*. Klagenfurt: Alpe-Adria-Universität.
- Naujok, N., Brandt, B. & Krummheuer, G. (2008). Interaktion im Unterricht. In W. Helsper & J. Böhme (Hrsg.), *Handbuch der Schulforschung* (S. 779-799). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Naylor, S., Downing, B. & Keogh, B. (2001). *An empirical study of argumentation in primary science, using Concept Cartoons as the stimulus*. Paper presented at the 3rd Conference of the European Science Education Research Association, Thessaloniki, Greece.
- Naylor, S. & Keogh, B. (2011). *Concept Cartoons: what have we learnt?* Paper presented at the World Conference on New Trends in Science Education, Kusadasi, Turkey.
- Naylor, S. & Keogh, B. (2013). *Concept Cartoons® in Science Education*, Revised Edition 1.1. Sandbach: Millgate House Publishers.
- Naylor, S., Keogh, B. & Downing, B. (2007). Argumentation and Primary Science. *Research in Science Education*, 37(1), 17-39.
- Neubert, S., Reich, K. & Voß, R. (2001). Lernen als konstruktiver Prozess. In T. Hug (Hrsg.), *Die Wissenschaft und ihre Wissen* (Vol. 1, S. 253-265). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Niemiec, C. P. & Ryan, R. M. (2009). Autonomy, competence, and relatedness in the classroom: Applying self-determination theory to educational practice. *Theory and Research in Education*, 7(2), 133-144.
- Nieswandt, M. (2007). Student affect and conceptual understanding in learning chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 908-937.
- Nieswandt, M., Affolter, R. & McEneaney, E. H. (2014). Interest, Instructional Strategies, and the Creation of Group Space. *International Journal of Education and Psychological Research (IJEPR)*, 3(3), 1-5.
- Nussbaum, E. M. (2008). Collaborative discourse, argumentation, and learning: Preface and literature review. *Contemporary Educational Psychology*, 33(3), 345-359.
- Nussbaum, E. M. (2011). Argumentation, Dialogue Theory, and Probability Modeling: Alternative Frameworks for Argumentation Research in Education. *Educational Psychologist*, 46(2), 84-106.
- OECD. (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework. Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*: OECD Publishing.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Science Framework PISA 2015 Assessment and Analytical Framework. Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing.
- Op 't Eynde, P., De Corte, E. & Verschaffel, L. (2006). "Accepting Emotional Complexity": A Socio-Constructivist Perspective on the Role of Emotions in the Mathematics Classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 63(2), 193-207.
- Ormancı, Ü. & Şaşmaz-Ören, F. (2011). Assessment of concept cartoons: an exemplary study on scoring. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 3582-3589.
- Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse *Science*, 328, 463-466.
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Osborne, J., MacPherson, A., Patterson, A. & Szu, E. (2012). Introduction. In M. S. S. Khine (Hrsg.), *Perspectives on Scientific Argumentation* (S. 3-15). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Hugener, I. & Lipowsky, F. (2008). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22(2), 127-133.

- Pekrun, R., Cusack, A., Murayama, K., Elliot, A. J. & Thomas, K. (2014). The power of anticipated feedback: Effects on students' achievement goals and achievement emotions. *Learning and Instruction*, 29(0), 115-124.
- Pekrun, R. & Linnenbrink-Garcia, L. (2014a). Introduction to emotions in education. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Hrsg.), *International Handbook of Emotions in Education* (S. 1-10). New York, London: Routledge.
- Pekrun, R. & Linnenbrink-Garcia, L. (Eds.). (2014b). *International Handbook of Emotions in Education*. New York, London: Routledge.
- Pekrun, R. & Stephens, E. J. (2012). Academic emotions. In K. R. Harris, S. Graham, T. Urdan, J. M. Royer & M. Zeidner (Hrsg.), *APA educational psychology handbook, Vol 2: Individual differences and cultural and contextual factors* (S. 3-31). Washington, DC, US: American Psychological Association.
- Pintrich, P. R. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667-686.
- Pons, F., de Rosnay, M. & Cuisinier, F. (2010). Cognition and Emotion. In P. Peterson, D. Baker & B. McGaw (Hrsg.), *International Encyclopedia of Education (Third Edition)* (S. 237-244). Oxford: Elsevier.
- Prenzel, M., Schöps, K., Rönnebeck, S., Senkbeil, M., Walter, O., Carstensen, C. H. & Hammann, M. (2007). Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich. In M. Prenzel & P.-K. Deutsches (Hrsg.), *PISA 2006: Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 424 S.). Münster [u.a.]: Waxmann.
- Reeve, J. (2012). A self-determination theory perspective on student engagement. In S. L. Christenson, A. L. Reschly & C. Wylie (Hrsg.), *Handbook of Research on Student Engagement* (S. 149-172). New York: Springer.
- Reich, K. (2001). Konstruktivistische Ansätze in den Sozial- und Kulturwissenschaften. In T. Hug (Hrsg.), *Die Wissenschaft vom Wissen* (Vol. 4, S. 356-376). Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.
- Resnick, L. B., Michaels, S. & O'Connor, C. (2010). How (well structured) talk builds the mind. In R. J. Sternberg & D. D. Preiss (Hrsg.), *Innovations in educational psychology: Perspectives on learning, teaching and human development* (S. 163-194). New York: Springer Publishing Company.
- Roth, W.-M. (2014). Science language Wanted Alive: Through the dialectical/dialogical lens of Vygotsky and the Bakhtin circle. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(8), 1049-1083.
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110(1), 145-172.
- Russell, J. A. (2009). Emotion, core affect, and psychological construction. *Cognition and Emotion*, 23(7), 1259-1283.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67.
- Sadler, T. (2006). Promoting Discourse and Argumentation in Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 17(4), 323-346.
- Sampson, V. & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472.
- Sampson, V., Enderle, P. J. & Walker, J. P. (2012). The Development and Validation of the Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom (ASAC) Observation Protocol: A Tool for Evaluating How Students Participate in

- Scientific Argumentation. In M. S. S. Khine (Hrsg.), *Perspectives on Scientific Argumentation* (S. 235-264). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Schreiber, L. M. & Valle, B. E. (2013). Social Constructivist Teaching Strategies in the Small Group Classroom. *Small Group Research*, 44(4), 395-411.
- Schutz, P. A., Quijada, P. D., de Vries, S. & Lynde, M. (2010). Emotion in Educational Contexts. In P. Peterson, D. Baker & B. McGaw (Hrsg.), *International Encyclopedia of Education (Third Edition)* (S. 591-596). Oxford: Elsevier.
- Scott, P. (1998). Teacher talk and meaning making in science classrooms: A Vygotskian analysis and review. *Studies in Science Education*, 32(1), 45-80.
- Scott, P. & Mortimer, E. (2005). Meaning Making in High School Science Classrooms: A Framework for Analysing Meaning Making Interactions. In K. Boersma, M. Goedhart, O. Jong & H. Eijkelhof (Hrsg.), *Research and the Quality of Science Education* (S. 395-406). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Shayer, M. (2003). Not just Piaget; not just Vygotsky, and certainly not Vygotsky as alternative to Piaget. *Learning and Instruction*, 13(5), 465-485.
- Shemwell, J. T. & Furtak, E. M. (2010). Science Classroom Discussion as Scientific Argumentation: A Study of Conceptually Rich (and Poor) Student Talk. *Educational Assessment*, 15(3-4), 222-250.
- Shuman, V. & Scherer, K. R. (2014). Concepts and structures of emotions. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Hrsg.), *International Handbook of Emotions in Education* (S. 13-35). New York, London: Routledge.
- Sinatra, G. M., Broughton, S. H. & Lombardi, D. (2014). Emotions in science education. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Hrsg.), *International Handbook of Emotions in Education* (S. 415-436). New York, London: Routledge.
- Skinner, E., Pitzer, J. & Brule, H. (2014). The Role of Emotion in Engagement, Coping and the Development of Motivational Resilience. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Hrsg.), *International Handbook of Emotions in Education* (S. 331-346). New York, London: Routledge.
- Slavin, R. E. (1983). When does cooperative learning increase student achievement? *Psychological bulletin*, 94(3), 429.
- Slavin, R. E. (2010). Cooperative Learning. In P. Peterson, E. Baker & B. McGaw (Hrsg.), *International Encyclopedia of Education (Third Edition)* (S. 177-183). Oxford: Elsevier.
- Smith, M. K., Wood, W. B., Adams, W. K., Wieman, C., Knight, J. K., Guild, N. & Su, T. T. (2009). Why Peer Discussion Improves Student Performance on In-Class Concept Questions. *Science*, 323(5910), 122-124.
- Steininger, R. (2011). Unterrichtseinstieg via Concept Cartoons. *Chemie & Schule (Salzbg.)*(4), 8-10.
- Steininger, R. (2014). How Concept Cartoons Stimulate Small-Group Discourse in Upper Secondary Chemistry Classes. In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Hrsg.), E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning. (S. 75-84). Nicosia, Cyprus.
- Steininger, R. (2016a). Challenges in Small-Group Discourse Provoked by Concept Cartoons in Chemistry Classes. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Hrsg.), E-Book Proceedings of the ESERA 2015 Conference: Science Education Research: Engaging learners for a sustainable future (S. 388-397). Helsinki, Finland.

- Steininger, R. (2016b). Mit Concept Cartoons Fragen für den Unterrichtseinstieg ins Thema „Kunststoffe“ entwickeln. *Plus Lucis*, 1, 5-8.
- Steininger, R. & Lembens, A. (2011). Concept Cartoons zum Thema Redoxreaktionen - Anregungen und Erfahrungen. *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule*, 60(3), 26-31.
- Steininger, R. & Lembens, A. (2012). Involving Students in Research on the Use and Construction of Concept Cartoons for Chemistry Classes. In C. Bruguière, A. Tiberghien & P. Clément (Hrsg.), E-Book Proceedings of the ESERA 2011 Conference. Science Learning and Citizenship. (S. 111-117). Lyon, France.
- Steininger, R. & Lembens, A. (2013). Warum wird Wein „sauer“? Concept Cartoons als Gesprächsanlässe im kompetenzorientierten Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie*, 133, 22-26.
- Stenzel, R. & Eilks, I. (2005). Gesprächsanlässe schaffen mit Concept Cartoons. *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule*, 54(8), 44-47.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research* (Vol. 15): Newbury Park, CA: Sage.
- Strauss, A. L., Corbin, J. M. & Niewiarra, S. (1996). *Grounded theory: Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Weinheim: Beltz, Psychologie-Verlag-Union.
- Strübing, J. (2008). Was ist »gute« Grounded Theory? Konsequenzen einer pragmatistischen Epistemologie für Qualitätssicherung und Gütekriterien. *Grounded Theory*, 79-94.
- Taber, K. (2015). Meeting Educational Objectives in the Affective and Cognitive Domains: Personal and Social Constructivist Perspectives on Enjoyment, Motivation and Learning Chemistry. In M. Kahveci & M. Orgill (Hrsg.), *Affective Dimensions in Chemistry Education* (S. 3-27). Berlin Heidelberg: Springer
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Truschkat, I., Kaiser-Belz, M. & Volkmann, V. (2011). Theoretisches Sampling in Qualifikationsarbeiten: Die Grounded-Theory-Methodologie zwischen Programmatik und Forschungspraxis. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Grounded Theory Reader* (S. 353-379). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Van Oers, B. & Hännikäinen, M. (2001). Some Thoughts About Togetherness: An introduction Reflexions sur e Togetherness f Algunos Pensamientos Sobre el "Sentimiento de Unio´n". *International Journal of Early Years Education*, 9(2), 101-108.
- von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J. & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131.
- Voss, J. (2005). Toulmin's Model and the Solving of Ill-Structured Problems. *Argumentation*, 19(3), 321-329.
- Vygotskij, L. S. (1986). *Thought and Language*. Cambridge, Massachusetts, London, England: The MIT Press.
- Vygotskij, L. S. (2002). *Denken und Sprechen* (J. Lompscher & G. Rückriem, Trans.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Webb, N. M., Franke, M. L., Ing, M., Wong, J., Fernandez, C. H., Shin, N. & Turrou, A. C. (2014). Engaging with others' mathematical ideas: Interrelationships among student participation, teachers' instructional practices, and learning. *International Journal of Educational Research*, 63, 79-93.
- Webb, P. (2009). Towards an Integrated Learning Strategies Approach To Promoting Scientific Literacy in the South African Context. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 313-334.

- Webb, P. (2010). Science Education and Literacy: Imperatives for the Developed and Developing World. *Science*, 328(5977), 448-450.
- Webb, P. & Treagust, D. (2006). Using Exploratory Talk to Enhance Problem-solving and Reasoning Skills in Grade-7 Science Classrooms. *Research in Science Education*, 36(4), 381-401.
- Webb, P., Williams, Y. & Meiring, L. (2008). Concept cartoons and writing frames: Developing argumentation in South African science classrooms? *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 12(1), 5-17.
- Wegerif, R., Mercer, N. & Dawes, L. (1999). From social interaction to individual reasoning: an empirical investigation of a possible socio-cultural model of cognitive development. *Learning and Instruction*, 9(6), 493-516.
- Wells, G. (2008). Learning to use scientific concepts. *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 329-350.
- Wertsch, J. V. & Tulviste, P. (1992). L. S. Vygotsky and contemporary developmental psychology. *Developmental Psychology*, 28(4), 548-557.
- Widodo, A. & Duit, R. (2004). Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 233-255.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Beispiel für einen Concept Cartoon der ersten Stunde – The Snowman Concept Cartoon. (Keogh & Naylor, 1999, S. 433)	5
Abbildung 2. Aktuelle Version des Snowman Concept Cartoons (Naylor & Keogh, 2013, CD).	6
Abbildung 3. Der Snowman Concept Cartoon in einer holländischen Version. Aus „STEM“, Zugriff am 02.05.2016. Verfügbar unter: http://www.stemopschool.be/thumbnail/full/qe-1376295395.jpg	7
Abbildung 4. Der Snowman Concept Cartoon in einer taiwanesischen Version (Min-Jin & Ching-Dar, 2011, S. 241).	7
Abbildung 5. Darstellung grundlegender Gefühlszustände (<i>core affect</i>) entlang zweier Achsen (in Anlehnung an: Russell, 2003, S. 148).	36
Abbildung 6. Schematische Darstellung des Einflusses von Gefühlen auf die Motivation und in weiterer Folge auf das Engagement.	40
Abbildung 7. Ursachen und Folgen vom Engagement Studierender sowie ihre Wechselwirkungen (Kahu, 2013, S. 766).	43
Abbildung 8. Chemiespezifisches absolutes Selbstkonzept und Selbstbestimmungsindex. .	69
Abbildung 9. Concept Cartoon zum Thema chemische Bindung am Beispiel von Diamant und Graphit (1.Version) (auf engl. Steininger, 2016a, S. 391).	71
Abbildung 10. Entwicklung der Kodeliste vom <i>initial coding</i> zum ersten vorläufigen Kategoriensystem links: Auszug aus der ersten Kodeliste alphabetisch geordnet (<i>initial coding</i>) vom 12.03.2013; rechts: Beispiel für eine der vorläufigen Kategorien (EMOTIONEN) inklusive der zugeordneten Codes vom 07.12.2013.	73
Abbildung 11. Skizze der Aus- und Wechselwirkung von bzw. zwischen den vorläufigen Kategorien.	73
Abbildung 12. Auszug aus der neuen Kodeliste (<i>initial coding 2</i>) vom 02.05.2014.	74
Abbildung 13. Beispiel für zwei (der neuen) Kategorien inklusive der zugeordneten Codes vom 22.12.2014 (<i>*facing</i> wurde später in <i>*declaring</i> umbenannt).	74
Abbildung 14. Concept Cartoon zum Thema chemische Bindung am Beispiel von Diamant und Graphit (1.Version). Zur besseren Nachvollziehbarkeit wurden die Sprechblasen für die Ergebnisdarstellung nummeriert.	83
Abbildung 15. Schematische Darstellung der Abfolge der Phasen/Kernkategorien, die die SchülerInnen während der Diskussion durchlaufen und die für sie typischen Handlungen/Kategorien (Steininger, 2016b, S. 392)	89

Abbildung 16. Das BOAIKK-Phasenmodell zur Beschreibung der Kleingruppendiskussionen.	149
Abbildung 17. Die Einschätzung einer Aufgabe hinsichtlich subjektive Bedeutsamkeit und Bewältigbarkeit als wichtige Faktoren in der Orientierungsphase.	151

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Übersicht über die Anzahl der am Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Verstehendes Lernen mit Concept Cartoons“ beteiligten SchülerInnen	67
Tabelle 2. Selbstbestimmungsindex differenziert nach Klassen.	67
Tabelle 3. Selbstbestimmungsindex differenziert nach Klassen und Geschlecht (Steininger & Lembens, 2012, S. 113).	68
Tabelle 4. Absolutes chemiespezifisches Selbstkonzept der am Projekt beteiligten SchülerInnen (Steininger & Lembens, 2012, S. 114)	68
Tabelle 5. Korrelationen zwischen Selbstbestimmungsindex und chemiespezifischem absolutem Selbstkonzept	69
Tabelle 6. Übersicht über die Gruppen, deren Diskussionen aufgezeichnet wurden	72
Tabelle 7. Übersicht über die Kategorien in alphabetischer Reihenfolge	79
Tabelle 8. Übersicht über die Anzahl der Wortmeldungen der einzelnen SchülerInnen während der Gruppendiskussionen.	138

Anhang

Anhang 1: Fragebogen

Fragebogen zur Erhebung des Selbstbestimmungsindex und des chemiespezifischen Selbstkonzept in Anlehnung an Müller et al. (2007) bzw. Dickhäuser et al. (2002).

Die folgenden Fragen beziehen sich auf **dein** Lernen im Fach **Chemie**.

Bitte versuche möglichst genau zu antworten. **Der Fragebogen ist anonym!**

	Ich arbeite und lerne in Chemie, ...	stimmt völlig	stimmt eher	stimmt zum Teil	stimmt eher nicht	stimmt überhaupt nicht
1	... weil es mir Spaß macht.	☐	☐	☐	☐	☐
2	... weil ich möchte, dass meine Lehrerin denkt, ich bin eine gute Schülerin bzw. ein guter Schüler.	☐	☐	☐	☐	☐
3	... um später eine bestimmte Ausbildung machen zu können (z.B. Schule, Lehre oder Studium)	☐	☐	☐	☐	☐
4	... weil ich von zu Hause Druck bekomme.	☐	☐	☐	☐	☐
5	... weil ich neue Dinge lernen möchte.	☐	☐	☐	☐	☐
6	... weil ich ein schlechtes Gewissen hätte, wenn ich wenig tun würde.	☐	☐	☐	☐	☐
7	... weil ich damit mehr Möglichkeiten bei der späteren Berufswahl habe.	☐	☐	☐	☐	☐
8	... weil ich sonst Ärger mit meiner Lehrerin bekomme.	☐	☐	☐	☐	☐
9	... weil ich es genieße, mich mit Chemie auseinander zu setzen.	☐	☐	☐	☐	☐
10	... weil ich möchte, dass die anderen SchülerInnen von mir denken, dass ich ziemlich gut bin.	☐	☐	☐	☐	☐
11	... weil ich mit dem Wissen in Chemie später einen besseren Job bekommen kann.	☐	☐	☐	☐	☐
12	... weil ich sonst schlechte Noten bekomme.	☐	☐	☐	☐	☐
13	... weil ich gerne Aufgaben aus Chemie löse.	☐	☐	☐	☐	☐
14	... weil ich mich vor mir selbst schämen würde, wenn ich es nicht tun würde.	☐	☐	☐	☐	☐
15	... weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später gut gebrauchen kann.	☐	☐	☐	☐	☐
16	... weil ich es einfach lernen muss.	☐	☐	☐	☐	☐
17	... weil ich gerne über Dinge in Chemie nachdenke.	☐	☐	☐	☐	☐
18	Ich bin für Chemie sehr begabt.	☐	☐	☐	☐	☐
19	In Chemie fällt es mir leicht, Neues zu lernen.	☐	☐	☐	☐	☐
20	Ich bin sehr intelligent.	☐	☐	☐	☐	☐
21	Ich kann viel in Chemie.	☐	☐	☐	☐	☐
22	In Chemie fallen mir viele Aufgaben leicht.	☐	☐	☐	☐	☐

Anhang 2: Überarbeitete Version des Concept Cartoons

**Diamant und Graphit bestehen beide nur aus Kohlenstoffatomen.
Wie lässt sich ihre unterschiedliche Härte erklären?**



|

Anhang 3: Ergänzende Ausschnitte aus den Transkripten

ZIA¹ 077

ZIA¹: Wir hätten uns vielleicht einen Superklugen dazu holen sollen, der sich mit so was auskennt.

G1 77:88

ZIA¹: Wir hätten uns vielleicht einen Superklugen dazu holen sollen, der sich mit so was auskennt.

ESA¹: Ja.

CLA¹: Ja. Na ja...

STO¹: Ich wette, wir kommen auf eine CD oder so.

ZIA¹: Mit Soundtrack.

@<alle>
(....)

G1 083:088

STO¹: Ich wette, wir kommen auf eine CD oder so.

ZIA¹: Mit Soundtrack.

@<alle>
(....)

STO¹ 118

STO¹: Es wird alles aufgenommen, ZIA.

ZIA¹ 132

ZIA¹: Es könnte irgendwie alles stimmen. Wir kennen uns ja nicht so gut aus, dass wir wissen/

G1 156:181

ZIA¹: Das ist Banana-Joe. Nein, ich weiß nicht.
Die schaut ja aus wie du.

ESA¹: Das wird alles...?

ESA¹: Ur nett bist du.

ZIA¹: Ja, aber...

ESA¹: Das ist ein Mann.

ZIA¹: Nein, ich mein', abgesehen vom seinem Pulli und den Haaren, und die Kappe zählt auch nicht.
Und die Hose.

CLA¹: Es zählen nur der Pulli und die Haare.

ZIA¹: Ja. (.)

STO¹: Die schaut immer noch aus wie die ZIA¹.

ZIA¹: Das ist die CLA¹, das bin ich und das bist du.

STO¹: Ja.

@

CLA¹: Ich bin die Blöde, die irgendwas ins Fenster ritzt.

STO¹: Okay.

ESA¹ in 190:194

STO¹: Also, stimmen wir ab. Welches ist richtig?
 ZIA¹: Ich würd' eine Mischung aus 2 und 3 nehmen.
 STO¹: Drittes. Das dritte.

ESA¹: Ja, das sag' ich ja die ganze Zeit.

CLA¹ in G1 206:215

CLA¹: Na ja, aber es ist (.) es ist ja eine Folge irgendwie, wie sagt man? (.) Reaktion (/)
 STO¹: Ja.
 CLA¹: dass der Druck, (/)
 ZIA¹: <gähnt>
 CLA¹: dass wenn sich die Dichte ändert, dass sich auch... Na ja, obwohl. Die Anordnung - es muss ja nicht sein, weil es kann ja sein, (/)
 STO¹: Die Anordnung? Ich glaub', die Anordnung ist egal.
 ESA¹: Na 'Tschuldige, die Anordnung vom festen Stoff ist natürlich anders als die vom flüssigen, und je dichter zusammen, desto härter ist der Stoff.
 ZIA¹: Hat er sich schon aufgeregt, der Samuel?
 ESA¹: Da ist die Anordnung anders, und Diamant ist ja der härteste Stoff, den es gibt.
 CLA¹: Ja, eh.

ESA¹ 212

ESA¹: Na 'Tschuldige, die Anordnung vom festen Stoff ist natürlich anders als die vom flüssigen, und je dichter zusammen, desto härter ist der Stoff.

ESA¹ 214

ESA¹: Da ist die Anordnung anders, und Diamant ist ja der härteste Stoff, den es gibt.

ESA¹ 229

ESA¹: Graphit ist ja, ohne es zu zerkleinern, schon so weich, dass es (.) weil bei einem Bleistift ist ja kein Blei drinnen, sondern Graphit.

ZIA¹ 234

ZIA¹: Ja, weil wir's nicht verstehen.

STO¹ in G1 256:270

ESA¹: Ist Graphit ein Element?
 <zu STO¹ geneigt und geflüstert; Mikro zugehalten, auf der Aufnahme kaum zu hören>
 STO¹: Ich glaub' nicht.
 ESA¹: Ich glaub' auch nicht.
 ZIA¹: Was?
 CLA¹: Ist Graphit ein Element? Ich glaub' auch nicht.
 STO¹: Das ist kein Element. Das ist eine Verbindung aus Eisen oder irgend sowas.
 ZIA¹: Danke.
 CLA¹: Scheiße, es ist eine Bindung. Verdammt, Scheiße, nein.

STO¹ 277

STO¹: Ob das auf der Kamera ist, wenn ich den Samuel anruf'? Die ist nämlich genau neben uns, die Kamera.
 <hält dabei das Mikrophon zu>

G1 277:285

STO¹: Ob das auf der Kamera ist, wenn ich den Samuel anruf'? Die ist nämlich genau neben uns, die Kamera.
 <hält dabei das Mikrophon zu>

CLA¹: Man darf nicht fluchen im Radio.
 ZIA¹: Das ist kein Radio, das ist eine Live-Sendung.
 ESA¹: Auf einmal hört man uns auf Ö3.
 CLA¹: Live-Übertragung. (.)

ESA¹ 319

ESA¹: Na, wir haben überlegt, ob das beides Elemente sind, dabei besteht beides aus Kohlenstoff, das ist das einzige Element. *<klappt das Buch zu>*

ESA¹ 329

ESA¹: Wow, das ist jetzt echt peinlich, dass die das anhören.

G1 362:371

CLA¹: Nicht vor der Kamera.
 ZIA¹: Nicht ins Mikro sabbern.
 CLA¹: Nicht ins Mikro!
 STO¹: Nicht ins Mikro schnarchen. (.)
 ZIA¹: Ich schnarche nicht, ich schnarche nur auf anderen Kontinenten.
 STO¹: Echt? Ich rede im Schlaf.

ESA¹ 378

ESA¹: Wenn die Atome viel näher zusammen sind, dann ist der Feststoff natürlich viel härter.

ESA¹ 380:388

ESA¹: Ich glaub', daran liegt's, weil der größte Unterschied zwischen Diamant und Graphit ist doch (/)
 STO¹: *<dreht sich um>*
 George, kennst dich nicht aus?
 CLA¹: Die Dichte.
 ESA¹: dass Graphit ur weich ist und Diamant ur hart.
 CLA¹: Also die Dichte!
 ZIA¹: Ja, die Dichte.
 ESA¹: Genau, also glaub' ich, die Dichte, und...

G1 396:447

ESA¹: STO¹ ist doof.
 STO¹: Nein.
 ESA¹: Deswegen ist Graphit anders als Diamant.
 STO¹: Echt? Ist das die Erklärung?
 ZIA¹: STO¹ s Stänkern, äh, STO¹ s Stinken macht Graphit leichter.
 ZIA¹: Ich meine, löst es auf.
 STO¹: STO¹ ist doof.
 ZIA¹: Ich dachte, du willst dieses Jahr „anzahn“, jetzt hast du die zweite Fünf.
 STO¹: Was?
 ZIA¹: Dieses Jahr.

STO¹: Na ja eh, meine zweite erst.

ESA¹: Was?
ZIA¹: Erst.

ESA¹: In welchen Fächern?
ZIA¹: Die schaffst du schon.

STO¹: Deutsch.

CLA¹: Hast du einen Fünfer auf die Schularbeit?

ZIA¹: Was erwartet sie sich von uns, von pubertierenden Jugendlichen. Da kann ja nur ein schmutziger Softporno raus kommen und eine Satire.

STO¹: Ja, sie hat nicht gesagt, dass man das nicht machen darf!

ZIA¹: Eh, sie hat nie gesagt, dass es nicht schmutzig sein darf, außerdem war Jans genauso.

STO¹: (unverständlicher Name) hat auch ur geschimpft.

ESA¹: J a, eh.

CLA¹: Er hat geschimpft, aber es war nicht so mit...

ZIA¹: Ordinär.

CLA¹: Ja.

ESA¹: Na ja, schieß an die Wand.
ZIA¹: Nicht so pornographisch.

G1 410:416

ZIA¹: Ich dachte, du willst dieses Jahr „anzahn“, jetzt hast du die zweite Fünf.

STO¹: Was?

ZIA¹: Dieses Jahr.

STO¹: Na ja eh, meine zweite erst.

ULO² in G2 039:050

PIO²: Was steht da oben?

FEO²: Das ist irgendwie richtig.

ULO²: Also können wir die erste Aussage sofort ausschließen.

FEO²: Also, ich würd' sagen, das ist auch

PIO²: Ich würd' schon.

AXO²: Was ist die erste Aussage?

PIO²: Na, es sind verschiedene Isotope.

AXO²: Ich würd' ... Das mit den Isotopen macht keinen Unterschied (?)

ULO²: Nein, eh nicht.

ULO² 042

ULO²: Also können wir die erste Aussage sofort ausschließen.

PIO² 058

PIO²: Es hängt auch nur von der Dichte ab, weil Isotope haben ja keine Auswirkungen auf die Eigenschaften, sondern nur auf die Masse.

AXO² 064

AXO²: Du kannst ja auch die, wenn du dich einäschern lässt, kannst du dich dann zu einem Diamanten pressen lassen.

G2 064:073

AXO²: Du kannst ja auch die, wenn du dich einäschern lässt, kannst du dich dann zu einem Diamanten pressen lassen.

FEO²: Aber das dauert...

PIO²: Ja, halt nicht zu reinen.

ULO²: Du hast auch SOKO Kitzbühel gesehen.

AXO²: Nein.

PIO²: Es war mal eine Doku auf Pro 7 drüber. War ganz lustig.

@

AXO²: Ich hab das mal im Radio gehört.

FEO²: und dann bist ein Diamant, wow.

AXO²: Das ist ur cool. Dann lebe ich als Diamant weiter.

FEO² 080

FEO²: Ja, die [Industriediamanten] sind nicht klar, aber das sind ja nicht die Antworten, die müssen ja nur hart sein.

AXO² 105

AXO²: O.K., ja. Egal. Dadurch, dass du ja bei einem Feststoff schon prinzipiell mal eine bessere, eine Ordnung hast, (//)

G2 125:127

AXO²: Schau, wir haben genau das beantwortet, was wir schon vorher beantwortet hatten.

ULO²: Irgendwie wiederholen wir uns die ganze Zeit.

G2 151:163

ULO²: Der Herr STO¹ ist ein Idiot.

AXO²: Das sollte aber auch keine Auswirkung haben.

FEO²: Ich wette, das wurde trotzdem aufgezeichnet.

(..)

ULO²: Ruf mich an.

@@

AXO²: Was ist denn? Hören sie uns?

PIO²: @

ULO²: Ja.

PIO²: Na ja.
(...)
ULO²: Sprachbox.

G2 165:230

PIO²: *Anzahl der Neutronen <mit Blick auf Sprechblase 1> - Was könnte das für eine Auswirkung haben?*

FEO²: Was?

AXO²: Was könnte... Was für einer?

FEO²: Aso die Neutronen, na ja, die verändern nur das Gewicht.

AXO²: Na ja, die sind ja, die verändern den Kern.

FEO²: Das Gewicht.

PIO²: Ja, aber Kohlenstoff hat ja kaum Außenhüllen, er hat ja kaum Hüllen.

ULO²: Das Gewicht. Der Kern. *<fragend>*

AXO²: Mehr oder weniger. Ja, Atom... Ja, glaubst du, kriegen wir so ein PSE *[dreht sich suchend um]*?

FEO²: Aber dadurch...

AXO²: Nein.

FEO²: Durch mehr Masse wär' dann die Gravitation zwischen den einzelnen Teilchen stärker, oder?

AXO²: Natürlich wär' die Anziehungskraft stärker. Aber die Neutronen haben... Doch, warte!

FEO²: Aber das könnte auch zu einer stabileren Struktur führen, wenn die Anziehungskräfte...

AXO²: Genau, natürlich, ein Neutron verändert ja natürlich - nein, es verändert die Ladung nicht, daher wird's...

FEO²: Na, aber es verändert die Masse!

AXO²: Ja eh, aber...

FEO²: Schau, und wenn die Masse größer wird, wird die Gravitationskraft stärker.

AXO²: Aber wir haben ja gelernt, dass damit nicht zusammen hängt, wie groß ein Elektron ist, sondern mit, äh, wie groß ein Atom ist, sondern mit (//)

FEO²: Aber es geht nicht um die Größe, es geht um - um die Masse geht's!

PIO²: Es hängt ja auch nicht von der Größe ab.

AXO²: Eben.

PIO²: Ja.

AXO²: Nein, es geht um die Elektronen.

PIO²: Nein, nein, es geht um die Neutronen.

FEO²: Ja, und die Neutronen verändern nicht die Ladung, sondern die Masse.

AXO²: Wir reden grad von unterschiedlichen Dingen.

PIO²: Wir reden davon. *[deutet auf Sprechblase 1 oben]*

FEO²: Du redest von irgendwas anderem!

ULO²: Von den Isotopen.

AXO²: Genau.

PIO²: Da steht Neutron.

AXO²: Ich hab' geredet von der Größe und du hast von der Masse geredet.

PIO²: Ja, hier steht aber nirgends was von Größe.

FEO²: Ja, aber was bringt uns die, ja, aber die Neutronen verändern die Größe nicht. Die verändern die Masse, und deswegen reden wir logischerweise von der Masse.

@

AXO²: Genau. Von der Masse.

FEO²: O.K.

AXO²: Wir reden ja von der Masse.

FEO²: Schau, aber wenn die einzelnen Atommassen größer sind, ziehen sie sich stärker an. Ja.

ULO²: Aber das hat...

AXO²: Ziehen sie sich natürlich stärker an.

ULO²: Und dadurch entsteht ein größerer Druck.

FEO²: Ja, eh, dadurch halten sie fester zusammen, bilden eine stabilere Struktur.

PIO²: Ja, aber durch...

ULO²: Das ist natürlich möglich, muss aber nicht sein.

FEO²: Aber ich halt' die, Ja, aber die, schau (//)

ULO²: Weil so - die Gravitationskraft ist nur so gering, dadurch, dass die Masse größer ist, dass das eigentlich nicht der (//)

PIO²: Ja, aber du musst denken, durch die Hitze und den Druck, dass das so stark komprimiert wird, und durch die stärkere Anziehung bilden sich schneller diese (//)

AXO²: Darf ich mal kurz was sagen?

PIO²: Ich red' jetzt.

AXO²: Ich weiß.

PIO²: Bilden sich schneller diese Ding aus - bilden sich schneller diese

G2 180:245

FEO²: Durch mehr Masse wär' dann die Gravitation zwischen den einzelnen Teilchen stärker, oder?

AXO²: Natürlich wär' die Anziehungskraft stärker. Aber die Neutronen haben... Doch, warte!

FEO²: Aber das könnte auch zu einer stabileren Struktur führen, wenn die Anziehungskräfte...

AXO²: Genau, natürlich, ein Neutron verändert ja natürlich - nein, es verändert die Ladung nicht, daher wird's...

FEO²: Na, aber es verändert die Masse!

AXO²: Ja eh, aber...

FEO²: Schau, und wenn die Masse größer wird, wird die Gravitationskraft stärker.

AXO²: Aber wir haben ja gelernt, dass damit nicht zusammen hängt, wie groß ein Elektron ist, sondern mit, äh, wie groß ein Atom ist, sondern mit (//)

FEO²: Aber es geht nicht um die Größe, es geht um - um die Masse geht's!

PIO²: Es hängt ja auch nicht von der Größe ab.

AXO²: Eben.

PIO²: Ja.

AXO²: Nein, es geht um die Elektronen.

PIO²: Nein, nein, es geht um die Neutronen.

FEO²: Ja, und die Neutronen verändern nicht die Ladung, sondern die Masse.

AXO²: Wir reden grad von unterschiedlichen Dingen.

PIO²: Wir reden davon. [*deutet auf Sprechblase I oben*]

FEO²: Du redest von irgendwas anderem!

ULO²: Von den Isotopen.

AXO²: Genau.

PIO²: Da steht Neutron.

AXO²: Ich hab' geredet von der Größe und du hast von der Masse geredet.

PIO²: Ja, hier steht aber nirgends was von Größe.

FEO²: Ja, aber was bringt uns die, ja, aber die Neutronen verändern die Größe nicht. Die verändern die Masse, und deswegen reden wir logischerweise von der Masse.

@

AXO²: Genau. Von der Masse.

FEO²: O.K.

AXO²: Wir reden ja von der Masse.

FEO²: Schau, aber wenn die einzelnen Atommassen größer sind, ziehen sie sich stärker an. Ja.

ULO²: Aber das hat (//)

AXO²: Ziehen sie sich natürlich stärker an.

ULO²: Und dadurch entsteht ein größerer Druck.

FEO²: Ja, eh, dadurch halten sie fester zusammen, bilden eine stabilere Struktur.

PIO²: Ja, aber durch (//)

ULO²: Das ist natürlich möglich, muss aber nicht sein.

FEO²: Aber ich halt' die, Ja, aber die, schau (//)

ULO²: Weil so - die Gravitationskraft ist nur so gering, dadurch, dass die Masse größer ist, dass das eigentlich nicht der (//)

PIO²: Ja, aber du musst denken, durch die Hitze und den Druck, dass das so stark komprimiert wird, und durch die stärkere Anziehung bilden sich schneller diese (//)

AXO²: Darf ich mal kurz was sagen?

PIO²: Ich red' jetzt.

AXO²: Ich weiß.

PIO²: Bilden sich schneller diese Ding aus - bilden sich schneller diese Verbindungen aus.

AXO²: Wir haben gerade die drei Dinge kombiniert.

FEO²: Oh, wir sind so gut! Mist, Scheiße, das wird jetzt auch (//)

ULO²: Nein, Verbindungen nicht.

PIO²: Ja, aber durch die stärkere Gravitation kommen sie schneller aneinander. Und durch den Druck und die Hitze werden dann diese Verbindungen ausgebildet.

FEO²: Ja, das heißt aber, (//)

PIO²: Das heißt, wir müssen (//)

FEO²: Die höhere Anzahl der Neutronen verstärkt nur den Effekt, den Hitze und Druck sowieso haben.

AXO²: Genau. Das heißt, vielleicht haben wir durch mehr, durch ein Isotop vielleicht einen stärkeren, einen besseren Diamanten.

PIO²: Ja, aber vielleicht - vielleicht ist (//)

ULO²: Gut.

FEO²: Das heißt, wenn wir ein schwereres Isotop haben, ist weniger Druck und weniger Hitze erforderlich, oder der Diamant wird reiner.

G2 231:232

AXO²: Wir haben gerade die drei Dinge kombiniert.

FEO²: Oh, wir sind so gut!

G2 246:276

ULO²: Gibt's, gibt's noch eine Vorstufe vom Diamanten, weil ich mein, Graphit zu Diamant ist ein großer Sprung.

FEO²: Ja, da gibt's dazwischen halt unreinere Diamanten.

PIO²: Halbedel.

AXO²: Ja, so unreines (//)

FEO²: So Industriediamanten zum Beispiel.

PIO²: Na, es gibt ja eigentlich nur ... Diamant.

ULO²: Genau. Und wenn man jetzt, wenn man jetzt den höchsten unreinen Diamanten vor Diamant nimmt? (//)

FEO²: Also was man überhaupt schon als Diamant zählt, meinst du. Ja.

PIO²: Es gibt ja eigentlich nur Edelstein.

AXO²: Du meinst, das Grindigste, was es gibt. Auf gut Deutsch.

ULO²: Ja, dann, ja, dann macht das Isotop sehr wohl einen Unterschied.

AXO²: Aber wenn man den reinsten nimmt, meinst du nicht.

FEO²: Aber du musst (//)

ULO²: Nein, aber du kannst nicht von Graphit auf Diamant schließen. Dass da die Isotopen (//)

PIO²: Na ja, es gibt halt noch die Edelsteine, Halbedelsteine. Aber die sind ja dann auch verunreinigt durch gewisse andere Sachen.

ULO²: Ja, ja, schon. Aber du kannst nicht von (//)

AXO²: Ja, Ja, aber die bestehen ja nicht alle aus dem Ding.

ULO²: Ich mein, Graphit ist hier ein schlechtes Beispiel, man sollte vielleicht, oder, man sollte eine niedrigere Stufe nehmen von Diamant oder eine höhere von Gr Graphit.

FEO²: Ja, was?

AXO²: Graphit.

ULO²: Verstehst du, was ich mein?

FEO²: Ja, ja.

ULO²: Dann ist das Ganze logischer.

AXO²: Ja, ja, du meinst, da ist einiges dazwischen.

ULO²: Ja.

FEO²: Ja, klar.

PIO²: Ja. Ja, aber das ist auch nicht so die, ja, aber dadurch, dass es eigentlich um Atomverbindungen geht, denk' ich mir halt, dass eigentlich die ganzen Verbindungen dadurch entstehen müssen.

FEO² 292

FEO²: Dass es eben sehr stabil ist, ja. (.) Okay., wir drehen uns wieder im Kreis.

G2 316:321

AXO²: Ja, irgendwie stimmen alle, und irgendwie muss man sie kombinieren, damit sie stimmen.

PIO²: Na ja, durch die Isotopen hast du die Gravitation, das heißt, es hat einen leichten Einfluss auf den Druck und die Temperatur.

ULO²: Ist das nicht immer so bei Concept Cartoons?

FEO²: Ja.

AXO²: Ich sag' nur unser letztes, wie wir auch alles kombiniert haben.

G2 354:382

PIO²: Na ja, der Wert von Diamanten - der Wert von Diamanten wird ja aber (//)

ULO²: Aber es geht eigentlich nur darum, dass du mit Diamant alles schneiden kannst.

AXO²: Das macht ja nur noch mehr (//)

FEO²: Aber es wird sicher mehr Geld mit (//)

AXO²: Und darum, dass sich irgendwelche Tussen damit ausstatten können.

FEO²: Was war (//)

AXO²: Ich wurde aufgezeichnet.

FEO²: Max, das war grad sehr dumm, das in die Kamera zu machen!

PIO²: Das war grad sehr sexistisch.

FEO²: Ja.

ULO²: Genau.

FEO²: Das passiert, wenn man ständig so was sagt, irgendwann wird's aufgenommen.

AXO²: Ich sag' so was ja nicht ständig, im Gegensatz zu dir!

ULO²: Wikileaks weiß es jetzt schon.

AXO²: Das steht noch nicht mal im Netz.

FEO²: Jetzt schon.

PIO²: Wetten wir?

ULO²: Woher weißt du das?

PIO²: Grade eben geposted.

FEO²: In Wirklichkeit ist er Assange.

AXO²: Jetzt hat er mich enttarnt. Wir sind grad im falschen (//)

G2 360:382

AXO²: Ich wurde aufgezeichnet.

FEO²: Max, das war grad sehr dumm, das in die Kamera zu machen!

PIO²: Das war grad sehr sexistisch.

FEO²: Ja.

ULO²: Genau.

FEO²: Das passiert, wenn man ständig so was sagt, irgendwann wird's aufgenommen.

AXO²: Ich sag' so was ja nicht ständig, im Gegensatz zu dir!

ULO²: Wikileaks weiß es jetzt schon.
AXO²: Das steht noch nicht mal im Netz.
FEO²: Jetzt schon.
PIO²: Wetten wir?
ULO²: Woher weißt du das?
PIO²: Grade eben geposted.
FEO²: In Wirklichkeit ist er Assange.

AXO²: Jetzt hat er mich enttarnt. Wir sind grad im falschen (//)

FEO² 390

FEO²: Wir drehen uns im Kreis. Scheiße, die sehen (//)

BRO³ 002

BRO³: Ich hab' keine Ahnung, was die Lösung ist. <flüstert>

G3 003:021

VRA³: Ich auch nicht. Ich habe nichts dazu zu sagen, außer, dass der Typ aussieht wie ein Mädchen. <flüstert>

IBA³: Also, das...

VRA³: Das ist mein Take.

XEA³: Es wird schon aufgenommen, gell.

VRA³: Ja und? Es ist wichtig. Die Welt muss es erfahren.

XEA³: Ich muss husten. Glaubst du, das tut weh, wenn sie sich das anhören?

VRA³: Glaubst du, es tut ihm weh? <hustet> @ Musst du reinpfeifen.

XEA³: <pfeift> Keine Ahnung.

@

<Die SchülerInnen erhalten die Kopie des Concept Cartoons>

IBA³: Also, sollen wir schon anfangen?

VRA³: Es hat aber einen Schnurrbart gekriegt.

XEA³: Alex.

G3 008:037

XEA³: Es wird schon aufgenommen, gell.

VRA³: Ja und? Es ist wichtig. Die Welt muss es erfahren.

XEA³: Ich muss husten. Glaubst du, das tut weh, wenn sie sich das anhören?

VRA³: Glaubst du, es tut ihm weh? <hustet> @ Musst du reinpfeifen.

XEA³: <pfeift> Keine Ahnung.

@

<Die SchülerInnen erhalten die Kopie des Concept Cartoons>

IBA³: Also, sollen wir schon anfangen?

VRA³: Es hat aber einen Schnurrbart gekriegt.

XEA³: Alex.

IBA³: Also, ich glaube, das da stimmt. <deutet auf Sprechblase 1>

BRO³: Ich glaub', das stimmt wahrscheinlich alles wieder mal.

VRA³: Es stimmt wahrscheinlich alles, aber das <deutet auf Sprechblase 3> da wusste ich.

IBA³: Weil das - das mit diesen Isotopen, das wusste ich auch.

VRA³: Das da wusste ich.

VRA³: Das, was der Milo sagt.

XEA³: Wir sollten vielleicht sagen, was das da ist.

IBA³: Okay.

@

XEA³: Damit sie's hören.

XEA³ 011

XEA³: Ich muss husten. Glaubst du, das tut weh, wenn sie sich das anhören?

IBA³ 052

IBA³: Wir haben ja gelernt, dass Isotope dieselbe Anzahl von Protonen haben und unterschiedliche Anzahl von Neutronen haben. Und das steht hier! Also glaub' ich, dass das stimmt.

VRA³ 058

VRA³: Ich red' dann mit, wenn weniger Zahlen im Spiel sind, okay?

BRO³ 062

BRO³: Die können uns hören. <flüstert>

VRA³ in 68:74

VRA³: Ja das - das weiß ich wirklich! <deutet auf Sprechblase 3>

IBA³: Das ... das, ja, das glaub ich auch. Warum, glaubst du, stimmt das?

VRA³: Ich weiß, dass es stimmt. Weil Diamanten Kohlen sind, die zusammengepresst wurden unter extremer Hitze.

IBA³: Okay.

VRA³: Das sind Diamanten. Diamanten sind nur aus Kohle.

VRA³ 099

VRA³: Und (.) Ich red' so einen Blödsinn.

XEA³ 104

XEA³: Genau, und Diamanten kann man auch so schleifen und dann Sachen schneiden damit.

VRA³ 105

VRA³: Das stimmt. Diamanten sind härter als alles andere, oder fast alles andere.

G3 104:107

XEA³: Genau, und Diamanten kann man auch so schleifen und dann Sachen schneiden damit.

VRA³: Das stimmt. Diamanten sind härter als alles andere, oder fast alles andere.

IBA³: Und es muss sehr genau sein.

XEA³: Und deswegen ist es so genau, weil die Dichte so hoch ist.

XEA³ 107

XEA³: Und deswegen ist es so genau, weil die Dichte so hoch ist.

VRA³ 123

VRA³: Das hab' ich keine Ahnung.

G3 135:144

VRA³: Eine Zahnbürste oder so was ist das.

XEA³: Das eine ist Graphit, und das andere (//)

VRA³: Ein Bleistift. Das ist ein Bleistift.

XEA³: Ja, Graphit wahrscheinlich.

IBA³: J a, das ist ein Bleistift.

VRA³: Und das ist ein (.) eine Zahnbürste.

XEA³: Eine Zahn (//)

IBA³: Das ist so ein, äh, so ein messerartiges Ding.

XEA³: Ja, schaut auch nach Messer aus oder so.

VRA³: Aber es hat ein - nein, es ist eine Zahnbürste.

XEA³: Okay, wurscht.

VRA³ in 153:165

VRA³: Nein. Nein, ich glaub' einfach, er hat keine Ahnung und sie probieren's ihm zu erklären.

XEA³: Wir repräsentieren Alex.

VRA³: Ja, genau, wir sind es.

XEA³: Es.

IBA³: Ja.

VRA³: Ur praktisch eigentlich. Wir alle könnten Alex sein.
BRO³: Ja.

@@@ <die Mädchen lachen>

VRA³: Alex ist unter uns.

VRA³ 170

VRA³: Macht irgendwas!

VRA³ in 198:207

VRA³: Aber wie (.) Es sind alle richtig, oder? (.) Wir glauben, es ist alles... Wir wissen, dass das hier richtig ist <deutet auf Sprechblase 3>, und wir wissen - also, ihr wisst <deutet auf XEA³ und IBA³> dass das hier <deutet auf Sprechblase 1> richtig ist.

IBA³: Also, ja, wir glauben!

XEA³: Wir wissen's nicht, wir glauben.

VRA³: Ich weiß auf jeden Fall, dass das da <deutet auf Sprechblase 3> richtig ist. Ja, weil's stimmt.

L1: <unverständlich>

IBA³: Ja, weil wir gelernt haben, wie Isotope ausschauen!

VRA³: Mein Vater hat mir, seit ich drei bin, die ganze Zeit wissenschaftliche Sachen erklärt. Das heißt, ich weiß, dass das hier stimmt.

VRA³ in 236:240

XEA³: Aber, also mehr oder weniger Neutronen, das ist egal. Aber, C14 hätte mehr Neutronen. Das heißt, dass wir die Dichte eigentlich auch größer machen, weil der Kern aus Neutronen und Protonen besteht und der Kern hat die Masse und das Volumen haben die Elektronen (?) Und das heißt, wenn mehr Neutronen im Atom sind, ist das Atom dichter? <zur Lehrerin gewandt>

VRA³: Ja. Das ist auf jeden Fall so, weil mehr Anziehungskraft da ist

XEA³ 245

XEA³: Schön. Nein, will ich nicht. @ <hustet> (..) O.k., ihr seid dran. (...) Glaubst du, es tut weh, wenn ich huste, da rein? (.) Wahrscheinlich.

G3 253:257

IBA³: Aber ich versteh' das da nicht/ <deutet auf Sprechblase 2

VRA³: Ich auch - ur nicht.

IBA³: /das mit „*unterschiedliche Anordnung der Atome*“. <liest vor>

VRA³: *Eine stabile Kristallstruktur.* <liest vor>

BRO³: Ja, das heißt auch nur, dass sie dichter sind.

XEA³ in G3 259:266

XEA³: Ich glaub', die Struktur/

VRA³: Ja.

XEA³: /der Atome verändert eigentlich nur den Aggregatzustand und nicht unbedingt das/

VRA³: Das glaub' ich auch/

XEA³: /den Stoff oder so.

VRA³: /aber es sind - es ist - es sind beides solide Stoffe.

XEA³: Ja eben, es sind beides solide Stoffe.

G3 261:263

XEA³: /der Atome verändert eigentlich nur den Aggregatzustand und nicht unbedingt das/

VRA³: Das glaub' ich auch/

XEA³: /den Stoff oder so.

VRA³ in 283:307

VRA³: Ja, die wurden zusammengepresst. Weil Diamanten ja Kohle ist, die zusammengepresst wurde und dann - Bing

IBA³: Würde es dann ... Du hast ja gemeint, sie könnten... also... Du hast noch nie davon gehört, dass man sie schmelzen kann. Nicht wahr?

BRO³: Ja, aber es gibt ja auch in der Natur Diamanten, oder?

IBA³: Und würde das nicht bei enormer Hitze irgendwie explodieren oder so?

VRA³: Eh. Aber die kommen dann halt aus 'nem Vulkan oder so, wo sie zwischen Steinen gelegen haben oder so.

XEA³: Genau.

VRA³: Ganz weit unter der Erde, wo ganz viele Erdmassen (/)

XEA³: Oder im Berg.

VRA³: (/) so 'ne Kohleschicht, wo ganz viele Erdmassen draufgedrückt haben und aus irgendeinem Grund war es heiß, ich weiß nicht warum. Aber das muss halt irgendwie so sein, dass die ganzen Eigenschaften richtig sind, und dann können auch da Diamanten entstehen.

XEA³: Genau.

VRA³: Aber es braucht halt sehr große Hitze und sehr großen Druck.

XEA³: Und damit das in der Natur passiert, braucht das sehr lange (/)

VRA³: Ja, genau. Viel länger.

XEA³: (/) und das passiert sehr selten, deswegen sind Diamanten so teuer.

VRA³: Genau. Aber du kannst sie auch künstlich herstellen.

XEA³: Ja, aber die sind dann nicht so teuer wie die Naturdiamanten.

VRA³: Und sie sind nicht so groß, weil sie sind klein.

XEA³: Genau, klein.

VRA³: Sie sind nicht so groß, weil sie sind klein!

G3. 286:311

IBA³: Und würde das nicht bei enormer Hitze irgendwie explodieren oder so?

VRA³: Eh. Aber die kommen dann halt aus 'nem Vulkan oder so, wo sie zwischen Steinen gelegen haben oder so.

XEA³: Genau.

VRA³: Ganz weit unter der Erde, wo ganz viele Erdmassen (/)

XEA³: Oder im Berg.

VRA³: (/) so 'ne Kohleschicht, wo ganz viele Erdmassen draufgedrückt haben und aus irgendeinem Grund war es heiß, ich weiß nicht warum. Aber das muss halt irgendwie so sein, dass die ganzen Eigenschaften richtig sind, und dann können auch da Diamanten entstehen.

XEA³: Genau.

VRA³: Aber es braucht halt sehr große Hitze und sehr großen Druck.

XEA³: Und damit das in der Natur passiert, braucht das sehr lange (/)

VRA³: Ja, genau. Viel länger.

XEA³: (/) und das passiert sehr selten, deswegen sind Diamanten so teuer.

VRA³: Genau. Aber du kannst sie auch künstlich herstellen.

XEA³: Ja, aber die sind dann nicht so teuer wie die Naturdiamanten.

VRA³: Und sie sind nicht so groß, weil sie sind klein.

XEA³: Genau, klein.

VRA³: Sie sind nicht so groß, weil sie sind klein!

XEA³: Sie sind klein. Sie sind nicht so groß, weil sie sind klein.

VRA³: Ja, ähm, äh.

XEA³: Okay.(.)

G3 324:338

XEA³: Do:och. (.) Sorry. Oh, und sie trägt eine Diamantenkette, oder? Vielleicht doch nicht.

VRA³: Ich glaub' schon.

IBA³: Nein, das ist...

XEA³: Nein, ich glaub', das ist so eine Stretchy-Kette.

VRA³: Oder es ist dieses komische Band, ja voll, die alle früher hatten, oh, ich auch.
 IBA³: Ja, glaub' ich auch.
 XEA³: Die hatte ich als Kind auch. Voll, ja und auch als Armbänder, und ich hatte sie als Ringe.
 IBA³: Ja.
 VRA³: Als Ringe, ich auch. Aber ich hatte sie in Regenbogenfarben. Es gab sie in Regenbogenfarben.

 XEA³: Und meine Ringe hatten diese Perlen drauf, so wie (//)
 IBA³: Ja, ja.
 XEA³: Ja, die waren so cool.
 VRA³: Und dann hatte ich sie in Regenbogenfarben und in Dunkel-Olivgrün, und dann sind mir die Regenbogenfarben zerrissen und ich war ur deprimiert.
 XEA³: Ja, und ich hatte so Blumen drauf mit Perlen und so, also so Perlchen.

G3 342:364

VRA³: Und unsere Gespräche wenden sich irgendwie ab und ich fühl' mich echt bedroht von der Kamera.
 Filmt sie uns, glaubt ihr?
<dreht sich in Richtung Kamera>
 BRO³: Ja.
 IBA³: Ich glaub' nicht, dass sie uns filmt.
 VRA³: *<steht auf und geht zur Kamera und damit aus dem Bild>*
 XEA³: Doch, weil da ist so ein grünes Lichtchen.
 VRA³: Scheiße.
 XEA³: Das grüne Licht.

 IBA³: Du meinst das weiße Licht hier.

 XEA³: Da - ist grün!

 VRA³: Es filmt, oooooohhh.
 IBA³: Oh.
 (.)
 XEA³: Oh oh.

 VRA³: Nicht so toll. (.) Wir könnten Kamera-Battle machen. Ich könnt' sie gleichzeitig filmen. Ich hab meine Kamera mit.

 XEA³: Echt? (.) Das mach' ich immer mit meinem Bruder.
 VRA³: Wir könnten das echt machen.
 XEA³: Da kommen lauter Fotos so raus, wo ich mit der Kamera dasteh' und mein Bruder mit der Kamera

G3 386:444

L2: Habt ihr euch einigen können?

 XEA³: So halb, ja.

 VRA³: Also, wir wissen, oder wir sind uns sehr, sehr sicher, dass das da stimmt. *<deutet auf Sprechblase 3>* Und

 L2: Ja.
 IBA³: Das da glauben wir. *<deutet auf Sprechblase 1>*
 XEA³: *<deutet auf Sprechblase 1>* Und ich hab - ich hätte eine Begründung dafür, warum das stimmen könnte, aber es muss nicht unbedingt sein.

 L2: Und, hast du die auch schon ausgesprochen?
 VRA³: Ja.
 IBA³: Ja, die haben wir schon ausgesprochen.
 XEA³: Ja, ja, die ist am Band. Und da *<deutet auf Sprechblase 2>* sind wir uns alle nicht sicher. Weil ich denk' mir, die Struktur der Atome wird doch nur den Aggregatzustand beeinflussen, oder?

 VRA³: Ja.

 L2: Ja, das ist eben die Frage: Worin unterscheiden sich Diamanten von Graphit überhaupt?

XEA³: Dichte.
 VRA³: Durch ihre Dichte, ja. (.) Und durch ihre Struktur.
 XEA³: Und Wert. Wert.
 VRA³: Aber...

L2: Und wenn ihr schaut: Die verwendet Diamant zum Glasritzen.

VRA³: Ja, durch Härte, also durch Struktur, aber/
 XEA³: Ja, Härte.
 VRA³: Ja eh, aber
 XEA³: Aber die Härte - kommt die nicht von der Dichte, die Härte?
 VRA³: Ja, das stimmt.

L2: Das haben mir die zwei anderen Gruppen auch schon angeboten, und meine Frage war, denkt einmal an ein Metall, das eine besonders hohe Dichte hat, das sehr schwer ist.

VRA³: Blei.

L2: Ist das hart oder weich?

BRO³: Hart.

VRA³: Nicht so, nicht so hart wie andere Metalle.
 XEA³: Ach so, nein, Blei - ja stimmt, es gibt ja auch Bleistifte.

L2: Aber die Bleistifte, die heißen ja nur Bleistift
 VRA³: Sind aus Graphit. Die sind aus Graphit.
 XEA³: Ja, ja, nein, ist kein Blei drinnen, aber früher war doch Blei drinnen, oder?

VRA³: Ja, aber Blei ist nicht so hart wie andere Metalle.

L2: Genau. (.) Obwohl es eine so hohe Dichte hat, hat es keine starke Härte...
 VRA³: Obwohl's,, okay.

XEA³: Das heißt, die Struktur macht die Härte aus.
 VRA³: /macht die Härte und die Dichte macht nicht die/ Genau.
 XEA³: O.k., das heißt, es stimmen wahrscheinlich alle Aussagen.

VRA³: Also stimmen alle. Oder? Okay.

XE³ 399

XEA³: Ja, ja, die ist am Band. Und da <deutet auf Sprechblase 2> sind wir uns alle nicht sicher. Weil ich denk' mir, die Struktur der Atome wird doch nur den Aggregatzustand beeinflussen, oder?

G3 433:435

L2: Aber die Bleistifte, die heißen ja nur Bleistift.
 VRA³: Sind aus Graphit. Die sind aus Graphit.
 XEA³: Ja, ja, nein, ist kein Blei drinnen, aber früher war doch Blei drinnen, oder?

HEA⁴ 005

HEA⁴: Scheiße, sag was Gescheites.

G4 021:031

OSA⁴: Ich finde das irgendwie schon irgendwie eine starke Aussage.

WLA⁴: Du musst es vorlesen, weil das hört man ja.

HEA⁴: Nein, ich glaube, das ist ähm, eine, ich meine, das ist ja praktisch eine Mischung, oder? Weil (/)

WLA⁴: Du kannst nicht das sagen, weil die sehen das ja nicht. Du musst es beschreiben, was es ist.

OSA⁴: Ja eh...

HEA⁴: Im Ernst jetzt?

WLA⁴: Ja, du musst es vorlesen und sagen, das ist gleich.

HEA⁴ 033

HEA⁴: Ok. Also das mit dem stabile Kristallstruktur und mit starkem Druck passt zusammen und es (/)

HEA⁴ 039

HEA⁴: Ja eh, ich weiß, aber Graphit ist doch im Bleistift drin oder?

HEA⁴ 044

HEA⁴: Und Bleistifte, kann man urleicht zerbrechen. D.h. das würde auch passen.

HEA⁴ 072

Ja, also das [der Diamant] ist viel härter, damit kann man sowas einritzen.

LUA⁴ in G4 093:104

HEA⁴: Das heißt, mit viel Hitze und Druck, kann man aus einem Bleistift einen Diamanten machen?

LUA⁴: Nein, das bezweifle ich.

WLA⁴: Das bezweifle ich auch sehr stark.

HEA⁴: Ja, eben.

OSA⁴: Mit viel Hitze und Druck und viel Zeit.

LUA⁴: Nein, sicher nicht.

HEA⁴: Du brauchst nicht so viel Zeit.

WLA⁴: Nein, du kannst nicht, das ist genau, nein...

LUA⁴: Ein Bleistift, wird niemals ein Diamant.

HEA⁴ in G4 109:128

HEA⁴: Naja, ich weiß nicht, eine Leiche wird auch zum Diamant, also ich meine (/)

WLA⁴: Was? Eine Leiche

LUA⁴: Was?

HEA⁴: Ja, du kannst aus einer Leiche einen Diamant machen. Du hast urviele Kohlenstoffe in einer Leiche und daraus kannst du (/)

WLA⁴: Das ist ein Scherz.

OSA⁴: Nein, du kannst wirklich(/)

HEA⁴: Doch du kannst dir zum Beispiel aus deiner Mutter einen Diamanten machen lassen.

OSA⁴: Zum Beispiel, wenn deine Mutter stirbt, (/)

LUA⁴: Jooo.

HEA⁴: Ich meine, das kostet ziemlich viel

OSA⁴: (/) also, kannst du einmal sagen, okay, ich will jetzt meine Mutter, ich will jetzt meine Mutter mit mir die ganze Zeit rumtragen als Kette und dann kannst du sagen, ja, meet my mum.

WLA⁴: Ahh, oh my gosh.

LUA⁴: Das ist urgrauslich. So gross.

WLA⁴: So gross. Eww.

OSA⁴: Ja, aber...
WLA⁴: Eww, stell dir vor du hast so ein Date oder so und hast so deine Mutter als, ja, hier ist mein Mutter, meet my mum, ok ja.
@@
LUA⁴: Ja, so beim ersten Date so, hier ist meine Mutter.

HEA⁴ in G4 139:147

HEA⁴: Ich weiß nicht, diese Atome, die sind ja alle ziemlich gleich und wenn die dann halt irgendwie...
WLA⁴: Warte, *durch die unterschiedliche Anordnung der Atome < laut >*
OSA⁴: Ja eh, nein, es sind einfach nur, die verschiedenen Anordnungen sind einfach nur flüssig, Gas und fest und gibt's nicht fest, fester, am festesten irgendwie
WLA⁴: Aber, ich glaube, das ist damit nicht wirklich gemeint.
HEA⁴: Ich glaube, das ist eher das Atom A links ist und Atom B rechts
OSA⁴: Ja eh.
WLA⁴: Ja.
LUA⁴: Ja, das glaube ich auch.
HEA⁴: Und ich glaube nicht, dass das jetzt so viel ausmacht.

OSA⁴ 141

OSA⁴: Ja eh, nein, es sind einfach nur, die verschiedenen Anordnungen sind einfach nur flüssig, Gas und fest und gibt's nicht fest, fester, am festesten irgendwie

G4 152:162

HEA⁴: Und sie steht auf den, aha.
LUA⁴: Ja sie, und er malt ja auch sie.
HEA⁴: Aso, ich habe gedacht, das ist ein Monster.
@@
LUA⁴: Milo und Anna sind ein Paar.
HEA⁴: Schaut aus wie Frankenstein oder so.
LUA⁴: Nein, das ist sie. Ist ja egal, reden wir darüber weiter.
WLA⁴: Die schaut aus, wie die Nena.

LUA⁴ 166

LUA⁴: Also logisch ist, dass die Dichte höher ist

WLA⁴ in G4 166:168

LUA⁴: Also logisch ist, dass die Dichte höher ist
WLA⁴: Warum ist das logisch?
LUA⁴: doch, deswegen ist ja dann härter.

G4 168:173

LUA⁴: doch, deswegen ist ja dann härter. Man, mit Diamanten kannst du... ja...
HEA⁴: Ja, es ist viel dichter.
OSA⁴: Desto höher die Dichte, desto stärker ist es.
WLA⁴: Aso, ja, ahh, check schon, check schon.
HEA⁴: Ja, weil alles viel mehr zusammenpresst sind.
LUA⁴: Mit Diamanten kann man ja dann auch ein Glas einritzen und so.

G4 221:223

LUA⁴: Ja, jetzt sind wir fertig.
HEA⁴: Cool. (.) Also irgendwelche Geheimnisse, die ihr jetzt sagen möchtet.

HEA⁴ 288

HEA⁴: Naja, es könnte auch theoretisch einfach stabiler sein, es muss gar nicht dichter sein.

G4 309:317

LUA⁴: Ja, das mit der Dichte.

L: Das mit der Dichte

WLA⁴: Aber ich könnte es nicht begründen. Ich könnte sagen, es ist so, aber...

OSA⁴: Ja.

LUA⁴: Ja, nicht wirklich. Ja, halt so wie wir es zuerst begründet haben, dass halt, Graphit kann man leichter brechen und mit Diamanten kann man ein Glas einritzen und so,

WLA⁴: Aber das ist kein Grund.

LUA⁴: ja, deswegen ist halt die Dichte höher.

G4 334:348

HEA⁴: Naja, theoretisch, je heißer man was erhitzt, desto mehr bewegen sich die Atome,

WLA⁴: Ja.

HEA⁴: desto ahm/

OSA⁴: Wenn man die aber

HEA⁴: unstabiler würden sie sein und wenn man

OSA⁴: Ja. Und wenn dann ein

HEA⁴: zum Beispiel Diamanten oder große Hitze macht, dann würden sie sicher ur

OSA⁴: und die dann zusammenpresst, ist es irgendwie schon logisch, dass, sie bewegen sich schnell, formieren sich anders um (.) und dann werden sie, dann bleiben sie fest, (.) was irgendwie logisch wäre.

HEA⁴: Ja, aber theoretisch würde dann vielleicht auch urviel Hohlraum bleiben, wenn sie sich dauernd bewegen und dabei presst man zusammen.

OSA⁴: Aber es wird ja zusammengepresst gleichzeitig. (.) Wenn du zum Beispiel so viel hast, *<gestikuliert>*

HEA⁴: Ja, ich bin mir nicht sicher, ob es nicht/

OSA⁴: alles fängt an sich zu bewegen und dann geht's so kleiner.

HEA⁴: /ich bin mir nicht sicher, ob es nicht leichter ist irgendwie was zusammenzupressen, wenn es irgendwie sich nicht bewegt oder?

LUA⁴: Ich glaube es ist leichter, wenn es sich nicht bewegt, ja.

HEA⁴ 343

HEA⁴: Ja, aber theoretisch würde dann vielleicht auch urviel Hohlraum bleiben, wenn sie sich dauernd bewegen und dabei presst man zusammen.

HEA⁴ 396

Ok, überlegen wir einmal. Da sprechen irgendwie urviele, ja, das *<deutete auf Sprechblase 1>* haben wir eigentlich schon ausgeschlossen, das mit den Isotopen.

G4 411:413

WLA⁴: Ich habe gerade urlust zu singen, aber ich weiß, dass ich nicht darf, nein, ich singe gerade ein vulägeres Lied, das kann ich nicht jetzt auf Sendung singen.

HEA⁴: Doch sing was.

LUA⁴: Auf Sendung singen.

G4 434:443

WLA⁴: Das heißt, wenn ich kochendes Wasser in Eiswürfeling gebe, dann gefriert das nach, keine Ahnung, einer Minute oder so?

OSA⁴: Nein, so schnell auch wieder nicht, aber so fünf Minuten schneller als kaltes Wasser.

WLA⁴: Geil, aber wenn es richtig kochend ist, wenn ich es, ich koche es auf und es blubbert schon und dann tue ich es in das Dings...

OSA⁴: Ja.

LUA⁴: Das blubbert so.

HEA⁴: Ja, oder es funktioniert dann halt nicht, weil dein Kühlschrank kaputt ist und das halt gar nicht mehr kühlt.

OSA⁴: Genau.

OSA⁴: Und du hast alles verdampft, es, das Wasser verdampft ein bisschen im Gefrierschrank, dann ist es ziemlich hin. Dann kannst du nichts mehr essen drinnen, oder musst alles auf einmal essen.

G4 438:443

WLA⁴: Geil, aber wenn es richtig kochend ist, wenn ich es, ich koche es auf und es blubbert schon und dann tue ich es in das Dings (//)

OSA⁴: Ja.

LUA⁴: Das blubbert so.

HEA⁴: Ja, oder es funktioniert dann halt nicht, weil dein Kühlschrank kaputt ist und das halt gar nicht mehr kühlt.

OSA⁴: Genau.

OSA⁴: Und du hast alles verdampft, es, das Wasser verdampft ein bisschen im Gefrierschrank, dann ist es ziemlich hin. Dann kannst du nichts mehr essen drinnen, oder musst alles auf einmal essen.

MIO⁵ 009

MIO⁵: Ja, also ich würde einmal sagen, ich stimme der Anna zu oder wie sie heißt, und zwar sie sagt halt, dass mit dem durch, durch die unterschiedliche Anordnung der Atome und dass die Diamanten eine stabile Kristallstruktur haben im Gegensatz zu Graphit. Das habt ihr eh vorher gesagt, dass ja der Graphitbleistift zum Beispiel nur so ahm weich ist und ahm es ist bekannt, dass der Diamant eben stark ist und stabil, dass man eben auch Sachen reinritzen kann, also würde ich sagen, das ist auch auf alle Fälle ein Gegensatz und damit hat sie recht. Mit der unterschiedlichen Anordnung der Atome, kenn ich mich nicht so genau aus. Aber ich würde sagen, ich stimme eher ihrem ersten zu.

G5 029:037

KRA⁵: Also ich bin auch der Meinung, dass beide (//)

JOA⁵: Die unteren zwei richtig sind.

MIO⁵: Ja, das, glaube ich auch, dass das stimmen muss.

DLO⁵: Was sie mit Isotopen zu tun haben, habe ich keine Ahnung, das weiß ich nicht.

KRA⁵: Genau, das ist so schwer, weil wir das ja noch nicht so, ja ich weiß es nicht, ob das da, nur damit zusammenhängen kann. Also ich nehme schon an, dass das mit der Art der Entstehung auch zu tun hat und (//)

G5 094:103

DLO⁵: Also es stimmt beides irgendwie. Bei dem, das könnte auch stimmen von mir aus <deutet auf Sprechblase 1>, aber ich habe keine Ahnung, wie ich es beweisen soll oder wie (//)

KRA⁵: Ja.

DLO⁵: Ja, genau.

MIO⁵: Das Problem ist nur, das können wir nicht argumentieren, also lassen wir es aus.

KRA⁵: Ich nehme schon an, dass irgendwie alle einen wahren Kern haben werden, aber (//)

MIO⁵: Ja, das ist es da immer so, bei den Aussagen, alles hat einen wahren Kern.

JOA⁵: Ja, aber irgendwas ist dann immer (//)

KRA⁵: falsch.

MIO⁵ in G5 109:113

DLO⁵: Aber der größte Unterschied ist eben die Struktur. (.) Ob die an// Kohlenstoffatome ist insbesondere, also als eigenes unterschiedlich sind, das ist eigentlich nicht der größte Unterschied.

MIO⁵: Du meinst, das macht keinen Unterschied?

DLO⁵: Es macht vielleicht einen Unterschied von Ladungen her oder so, aber, aber der größte Unterschied ist ja die Anordnung der Atome.

KRA⁵ 118

KRA⁵: Wenn sie dann doch wieder, warte einmal, (.) ahm (.), aus verschiedenen Isotopen bestehen, ja (.) sie bestehen ja trotzdem aus Kohlenstoff, oder? Also, meiner Meinung nach kann das ja nicht so einen extrem großen Unterschied machen.

MIO⁵ 134

MIO⁵: Ja, das könntest auch vielleicht machen. Also ich meine, ich kenne mich da wirklich zu wenig aus, dass ich da noch eine Erklärung abliefern muss ich ehrlich sagen, aber du kennst dich voll gut aus. Vielleicht irgendwas (//)

KRA⁵ 137

Dicht. Sicher ist es dicht, es ist sehr, muss ja dichter sein, weil sonst würdest es ja irgendwie zerbrechen können und so und Diamant kann ja nicht zerbrechen.

DLO⁵ 155

DLO⁵: Na, er ist deshalb, er ist länglich, er ist trotzdem stabil prinzipiell, aber da er so länglich ist, kann man abreiben eben und brechen kann man ihn auch leicht.

MIO⁵ 173

MIO⁵: Aso, ich weiß nicht, ich bin viel zu dumm für das.

G5 206:237

KRA⁵: @Ja@ feststeht, dass Diamant eben unter starkem Druck und Hitze zusammengepresst wird und Graphit (//)

DLO⁵: Ich weiß nicht, ob Hitze dafür notwendig ist.

JOA⁵: Nein, doch.

KRA⁵: Doch schon, sicher.

DLO⁵: Die wird erzeugt, aber unter hohem Druck entsteht Hitze.

JOA⁵: Wenn du jetzt so Diamantmienen, glaubst du nicht, dass wenn die aufeinander reißen, dass da irgendwo Wärme entsteht. <stark gestikulierend>

DLO⁵: Das meine ich ja damit. (.) @Vergesst es, vergesst es.@ Ich rede mich gerade selbst rein.

JOA⁵: Ok.

JOA⁵: Also meinst du eh das gleiche wie wir.

DLO⁵: Ja, genau.

JOA⁵: Ok. Hast mich gerade verwirrt.

DLO⁵: Naja, ich meinte eigentlich damit, dass es keine Hitze braucht.

JOA⁵: Sondern, dass es einfach entsteht.

DLO⁵: von Anfang an, dass die Hitze jetzt entsteht beim Druck.(.)

JOA⁵: Ja, aber wer weiß, vielleicht benötigt er die Hitze auch und da ist es nur zufällig da.

KRA⁵: um diese Struktur zusammenzubekommen.

DLO⁵: Ja, aber dann entsteht eh der Druck, dann ist die Hitze wieder da.

JOA⁵: Naja, vielleicht kann man irgendwie Druck erzeugen ohne Hitze, irgendwie.

MIO⁵: Großen Druck nicht, glaube ich, starken Druck.

JOA⁵ in G5 206:212

KRA⁵: @Ja@ feststeht, dass Diamant eben unter starkem Druck und Hitze zusammengepresst wird und Graphit...

DLO⁵: Ich weiß nicht, ob Hitze dafür notwendig ist.

JOA⁵: Nein, doch.

KRA⁵: Doch schon, sicher.

DLO⁵: Die wird erzeugt, aber unter hohem Druck entsteht Hitze.

JOA⁵: Wenn du jetzt so Diamantmienen, glaubst du nicht, dass wenn die aufeinander reißen, dass da irgendwo Wärme entsteht. <stark gestikulierend>

DLO⁵ in G5 207:214

DLO⁵: Ich weiß nicht, ob Hitze dafür notwendig ist.

JOA⁵: Nein, doch.

KRA⁵: Doch schon, sicher.

DLO⁵: Die wird erzeugt, aber unter hohem Druck entsteht Hitze.

JOA⁵: Wenn du jetzt so Diamantmienen, glaubst du nicht, dass wenn die aufeinander reißen, dass da irgendwo Wärme entsteht. <stark gestikulierend>

DLO⁵: Das meine ich ja damit. (.) @Vergesst es, vergesst es.@ Ich rede mich gerade selbst rein.

MIO⁵ 256

MIO⁵: Das Wissen ist unterschiedlich würde ich sagen, da bei uns. Und ich bin sicher der Dümme da.

MIO⁵ 318

MIO⁵: Ja, noch einmal für die Kamera. (.)

G5 331:339

JOA⁵: Ich bin dafür, dass das [das Fragezeichen in Alexs Sprechblase] komplett richtig ist.

DLO⁵: Ja, eindeutig.

MIO⁵: Ja, falsch ist es auch nicht, kann man nicht sagen.

JOA⁵: Ja, das ist genau das, ich habe keine Ahnung.

KRA⁵: Er gibt halt seine Gedanken nicht preis. Das machen wir jetzt auch so.

G5 343:345

KRA⁵: Und da steht ja, Diamant hat andere Eigenschaften, das ist logisch und auch, dass es abfärbt und so.

JOA⁵: Ja, das ist...

DLO⁵: Es ist hauptsächlich die Härte.

NUO⁶ 158,

NUO⁶: Ja sicher, du musst ja nur, wenn du angreifst, die zwei Sachen, wenn du einen Bleistift nimmst, der zerbröselt fast und Kristalle sind steinhart, sind voll hart

NUO⁶ 003

NUO⁶: Ja, passt. RAO⁶ ich würde sagen, du bist der Gescheiteste von uns, du gibst einmal deine These von dir.

RAO⁶ in G6 076:078

THO⁶: Na, das da auch nicht, nein.
 RAO⁶: Warum ist es nicht, warum nicht, was glaubst du denn?
 THO⁶: Ich weiß nicht, weil

GLA⁶ 090

GLA⁶: Weil Isotopen, ja, keine Ahnung.

RAO⁶ 120

RAO⁶: Ich habe einmal irgendwo, ich bilde mir ein, dass ich einmal irgendwo gehört habe, dass mal irgendein Typ sich einäschern hat lassen und daraus sich einen Diamanten gemacht hat, habe ich einmal gehört, ich weiß nicht, ob es ein Gerücht ist oder wahr, aber (/)

G6 152:159

RAO⁶: Ist die Dichte wirklich höher?
 THO⁶: Sicher, sicher.
 GLA⁶: Ja, sicher...
 NUO⁶: Ja sicher, du musst ja nur, wenn du angreifst, die zwei Sachen, wenn du einen Bleistift nimmst, der zerbröselst fast und Kristalle sind steinhart, sind voll hart.
 RAO⁶: Aja, hast recht, hast recht, hast recht.

NUO⁶ 158

NUO⁶: Ja sicher, du musst ja nur, wenn du angreifst, die zwei Sachen, wenn du einen Bleistift nimmst, der zerbröselst fast und Kristalle sind steinhart, sind voll hart.

G6 246:278

THO⁶: Das würde ich schon sagen, das würde ich halt schon sagen.
 @@
 GLA⁶: Ok, super.
 THO⁶: Ja, dann können wir jetzt ein Fußballspiel kommentieren.
 NUO⁶: Ja, ich steh mir so auf Skispringen, so.
 THO⁶: Und der fliegt und der fliegt, aber der geht weit.
 NUO⁶: Auf Sky sowas mal kommentieren. Checken wir uns so ein Mikrofon, uns mal kaufen.
 THO⁶: Ja, dann sitzt halt so immer zu Hause vor dem Fernseher und kommentiere alles.
 NUO⁶: Den ganzen Tag...
 @
 THO⁶: Naja, aber so, denke ich schon, dass es so sein wird, wie wir jetzt gesagt haben.
 (...)
 GLA⁶: Stabiler.
 (...)
 GLA⁶: Super, das ist falsch.
 (...)
 GLA⁶: Sind wir fertig? (.) Ja, wir sind fertig. (.) Wie lange dauert das?
 THO⁶: Keine Ahnung, Viertelstunde, 10 Minuten.
 RAO⁶: Eine viertel Stunde hat sie uns gesagt.
 RAO⁶: Wann ist die Stunde aus?
 (...)
 GLA⁶: Viertel nach.

RAO⁶: Puh, ist schon 20 Minuten aus.

GLA⁶: Ja, aber wir müssen nicht jetzt 20 Minuten diskutieren.

G6 350:356

NUO⁶: Aso, Kamera ist auch da, habe ich gar nicht gewusst. Sonst hätte ich mir hergerichtet vorher, ein bisschen. Das geht ja gar nicht so.

THO⁶: Da drüben auch.

NUO⁶: Ja, und wo wird das jetzt übertragen, ORF1, ORF1, Nachtprogramm, Montag 20 Uhr 15. Gut.

RAO⁶: Ah ich muss weiter, ich habe Sitzung.

GLA⁶ 358

GLA⁶: Okay, jetzt kommt sie [die Lehrerin] zu uns wahrscheinlich. Wenn sie fragt, dann sagen wir, dass es die zwei, genau, die zwei oder? RAO⁶ du erklärst es okay?

G6 364:377

NUO⁶: So, auf jeden Fall einmal das und (//)

RAO⁶: Was das? Das auf jeden Fall.

GLA⁶: Das und das? Das ist eigentlich (//)

NUO⁶: Ich finde eher, dass das auf jeden Fall ist.

RAO⁶: Du findest, dass das auf jeden Fall stimmt? Ich finde das stimmt eher, als das.

GLA⁶: Vielleicht ist das zusammen.

NUO⁶: Ja, aber das stimmt ja aufgrund dessen, oder?

RAO⁶: Ja, schon.

NUO⁶: Ja, also, dann muss ja das stimmen.

@@@

GLA⁶: Ja, genau, das ist nur die Erklärung, das stimmt. Okay.

NUO⁶: Das stimmt auch da.

G6 388:406

NUO⁶: Tun wir ein bisschen Beatboxen Toni. Ich glaube, ich singe ein bisschen was, meine schöne Stimme preisgeben.

THO⁶: Musical, das Chemiemusical.

RAO⁶: Was ist?

NUO⁶: Voll verkabelt, das geht ja gar nicht.

GLA⁶: Was ist denn, wieso schaust du mich so an?

RAO⁶: Nix.

NUO⁶: Jetzt machen wir eine Kamerafahrt durch die Schule.

RAO⁶: Nix, nix.

THO⁶: Heute kommen heute in die Petersgasse, die Kamera filmt uns, wir haben einen Versuch, da haben wir jetzt die Kamerafahrt.

RAO⁶: Mah, typisch.

G6 426:440

L: In welche Richtung geht das?

NUO⁶: Bitte RAO⁶.

- RAO⁶: Nein, du, bitte.
- NUO⁶: Ja, also wir haben einmal, wir finden einmal, dass die zwei zutreffen, die zwei Aussagen, das eher nicht, das nicht, gar nicht und ja.
- GLA⁶: Genau, das sicher nicht.
- L: Und könnt ihr auch begründen, warum ihr das eine ausgeschieden habt und dem anderen eher zustimmt?
- NUO⁶: Nein, er kann es begründen, ich nicht.
- GLA⁶: Ja, genau, er kanns begründen.

GIH 021

VRA: Ich hasse Chemie.

GIH 259:275

VRA: Ich habe nichts gesagt. Ich enthalte mich in Chemie absolut von allen Kommentaren. Es bringt eh nichts.

YUA: Ich auch.

OSA: Mist, ok.

YUA: Oh Gott. Das auch noch.

OSA: Neeein.

VRA: Gut, dann sage ich weiterhin nichts.

VRA: Haben wir jetzt, das wievielte Jahr haben wir jetzt Chemie?

YUA: Gefühlt, das Erste.

VRA: Zwanzig. Gefühltes Zwanzigste.